**In-house** systém



# TECHNICKÝ MANUÁL
## SYSTÉM PP-R INSTAPLAST



adpp

PIPELIFE

pipes for life

Člen Asociace dodavatelů plastových potrubí



# TECHNICKÝ MANUÁL
# SYSTÉM PP-R INSTAPLAST

## TECHNICKÝ MANUÁL - OBSAH


| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | VŠEOBECNÁ ČÁST | strana | 3 - 5 |
| 1.1. | Rozsah použití. | strana | 3 |
| 1.2. | Materiál pro výrobu systému PP-R INSTAPLAST | strana | 3 |
| 1. 3. | Chemická odolnost | strana | 3 |
| 1. 4. | Životnost potrubního rozvodu PP-R INSTAPLAST | strana | 3 - 4 |
| 1. 5. | Ekonomické aspekty použití plastových trubek všeobecně | strana | 5 |
| 1. 6. | Ekologie – odpady | strana | 5 |
| 1. 7. | Certifikace, kontroly | strana | 5 |
| 2. | SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE, PODMÍNKY ZÁRUKY | strana | 5 - 6 |
| 2. 1. | Skladovací podmínky, manipulace | strana | 5 |
| 2. 2. | Podmínky záruky | strana | 6 |
| 3. | PRVKY SYSTÉMU PP-R INSTAPLAST | strana | 6 - 7 |
| 3. 1. | Plastové trubky PP-R | strana | 6 |
| 3.2. | Trubky PP-R STABI BETA | strana | 6 |
| 3. 3. | Tvarovky | strana | 7 |
| 4. | MONTÁŽ A OPRAVY SYSTÉMU | strana | 7 - 11 |
| 4. 1. | Spojování potrubí | strana | 7 |
| 4. 2. | Svařitelnost materiálů | strana | 8 |
| 4. 3. | Polyfúzní svařování | strana | 8 - 11 |
| 4. 4. | Opravy potrubí | strana | 11 |
| 4. 5. | Svařování elektrotvarovkou | strana | 12 |
| 4. 6. | Pracovní podmínky | strana | 12 |
| 5. | ROZVODY PITNÉ VODY, STUDENÉ A TEPLÉ VODY | strana | 12 - 14 |
| 5. 1. | Vedení potrubí | strana | 12 - 13 |
| 5. 2. | Vzdálenosti podpor | strana | 14 |
| 5. 3. | Použití pro jiné rozvody | strana | 14 |
| 6. | KOMPENZACE PLASTOVÉHO POTRUBÍ | strana | 15 - 17 |
| 7. | IZOLACE POTRUBÍ | strana | 17 |
| 8. | OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ | strana | 17 |
| 9. | POŽÁRNÍ VODOVODY | strana | 18 |
| 10. | NÁVRH A DIMENZOVÁNÍ PLASTOVÉHO POTRUBÍ | strana | 18 |
| 11. | TLAKOVÁ ZKOUŠKA | strana | 18 - 19 |
| 12. | TABULKY TLAKOVÝCH ZTRÁT | strana | 20 - 27 |

# 1. VŠEOBECNÁ ČÁST

## 1.1. Rozsah použití

Potrubní systém PP-R INSTAPLAST je určen pro rozvody pitné a teplé vody, studené i ohřáté. Jeho vlastnosti však umožňují použít tento systém i pro transport celé řady dalších látek. Lze dopravovat stlačený vzduch nebo další kapalné či plynné látky, pokud jim materiál PP-R odolává (nutno vždy posoudit konkrátní případy, kontaktujte prosím výrobce). Nelze ho však použít pro dopravu topných plynů a pro dopravu látek, u nichž hrozí nebezpečí vzniku elektrostatického náboje.

## 1.2. Materiál pro výrobu systému PP-R INSTAPLAST

Pro výrobu systému PP-R INSTAPLAST se používá materiál PP-R (PP- polypropylen typ 3 random, šedivý).
Systém PP-R INSTAPLAST se vyrábí dle norem ČSN ISO 15874, DIN 4726, DIN 8077, DIN 8078.
V následující tabulce jsou uvedeny některé vlastnosti polypropylenu PP-R (PP typ 3) - statický (random) kopolymer propylen

**Tabulka vybraných vlastností polypropylenu PP-R**

| VLASTNOSTI RA | JEDNOTKA | HODNOTA |
|---|---|---|
| Měrná hmotnost | kg/m$^3$ | 900-910 |
| Index toku taveniny MFI 230/2,16 | g/10 min | 0,30 |
| Vrubová houževnatost<br>(Charpy) 23 °C<br>-20 °C | <br>kJ/m$^2$<br>kJ/m$^2$ | <br>31<br>2,2 |
| Modul pružnosti ve smyku | N/mm$^2$ | 400 |
| Modul pružnosti v tahu | N/mm$^2$ | 900 |
| Poměrné prodloužení na mezi kluzu | % | 12 |
| Tažnost | % | 200 |
| Pevnost na mezi kluzu | N/mm$^2$ | 26 |
| Nasákavost | %/7 dní | 0,03 |
| Koef. lineární délkové roztažnosti | mm/mK | 0,15 |
| Součinitel tepelné vodivosti | W/mK | 0,24 |

## 1. 3. Chemická odolnost

Potrubí z PP-R je v zásadě vhodné k transportu všech látek, které jej neporušují. Je odolné vůči působení běžných desinfekčních prostředků v koncentracích a při době působení běžně používané pro desinfekci rozvodů pitné vody (neuvažuje se s dlouhodobým použitím potrubí pro jejich dopravu). Odolává rovněž působení radonu. Není odolné dlouhodobému působení řady koncentrovaných ropných produktů. Dopravované médium může mít pH v rozmezí 2 až 12, tj. vody mohou vykazovat jak kyselou, tak zásaditou reakci. Trubky lze použít pro celou řadu reakčních tekutin v různých průmyslových odvětvích, nedoporučují se pro dopravu médií s oxidačním účinkem. Plastová potrubí nerezaví!
Ke stanovení vhodnosti pro dopravu jiných chemických látek než pitné vody máme k dispozici rozsáhlou databázi, viz například tabulku v manuálu Vodovodní systémy, která je pouze malým výtahem. Při dopravě jiných médií než vody je nutno pamatovat na to, že životnost potrubí zde může s rostoucí teplotou klesat daleko výrazněji.

## 1. 4. Životnost potrubního rozvodu PP-R INSTAPLAST

V molekulární struktuře plastických hmot, vystavených trvalému působení napětí, dochází k pomalému toku polymerních řetězců a tím jejich orientaci. Prvním důsledkem tohoto jevu je skutečnost, že modul pružnosti pro výpočty se liší podle předpokládané délky zatěžování. Pro delší dobu provozu je nižší, než pro krátkodobý provoz - z toho vyplývají i údaje uvedené dále v tabulce teplotní závislosti. Jsou to hodnoty získané z dlouhodobých laboratorních zkoušek, dnes již ověřené i praktickým nasazením a publikované v normách EN a ISO, které přebírají samozřejmě i normy ČSN. Druhým důsledkem orientace polymerních řetězců je tzv. relaxace. Po mechanickém zatížení trubky (tlakem, tahem apod.) vznikne ve stěně trubky napětí. Když síla nepůsobí trvale, napětí ve stěně trubky časem poklesne (vyrelaxuje) na nulu a trubka se pak chová jako by zatížena nebyla. Její pevnost neklesá a trubka „nestárne".
Tloušťky stěn trubek jsou stanoveny tak, aby ještě na konci plánované životnosti trubek, trvale provozovaných při plném jmenovitém tlaku za teploty 20 °C, jejich pevnost dosahovala hodnoty nutné pro spolehlivou funkci tlakového řadu při maximálním provozním tlaku a s předepsaným bezpečnostním koeficientem (viz dále). Není-li potrubí provozováno po celou dobu při maximálním tlaku, dochází k prodloužení životnosti – viz tabulka. Předpokládaná životnost systému je při správně volbě materiálu, tlakové řady a správné aplikaci 50 let.

**Tabulka vzájemné závislosti teploty, tlaku a životnosti PP-R (MRS 8)**

| TEPLOTA (°C) | ŽIVOTNOST (roky) | TLAKOVÁ ŘADA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | S5 (PN10) | S3,2 (PN16) | S2,5 (PN20) | PP-R STABI BETA |
| 10 | 1 | 17,5 | 27,8 | 35,1 | 35,1 |
| | 5 | 16,5 | 26,2 | 33,0 | 33,0 |
| | 10 | 16,1 | 25,6 | 32,2 | 32,2 |
| | 25 | 15,6 | 24,7 | 31,1 | 31,1 |
| | 50 | 15,2 | 24,1 | 30,3 | 30,3 |
| 20 | 1 | 15,0 | 23,7 | 29,9 | 29,9 |
| | 5 | 14,1 | 22,3 | 28,1 | 28,1 |
| | 10 | 13,7 | 21,7 | 27,4 | 27,4 |
| | 25 | 13,2 | 21,0 | 26,4 | 26,4 |
| | 50 | 12,9 | 20,4 | 25,7 | 25,7 |
| 30 | 1 | 12,7 | 20,2 | 25,4 | 25,4 |
| | 5 | 11,9 | 18,9 | 23,8 | 23,8 |
| | 10 | 11,6 | 18,4 | 23,2 | 23,2 |
| | 25 | 11,2 | 17,7 | 22,3 | 22,3 |
| | 50 | 10,9 | 17,2 | 21,7 | 21,7 |
| 40 | 1 | 10,8 | 17,1 | 21,6 | 21,6 |
| | 5 | 10,1 | 16,0 | 20,2 | 20,2 |
| | 10 | 9,8 | 15,5 | 19,6 | 19,6 |
| | 25 | 9,4 | 15,0 | 18,8 | 18,8 |
| | 50 | 9,2 | 14,5 | 18,3 | 18,3 |
| 50 | 1 | 9,1 | 14,5 | 18,2 | 18,2 |
| | 5 | 8,5 | 13,5 | 17,0 | 17,0 |
| | 10 | 8,2 | 13,1 | 16,5 | 16,5 |
| | 25 | 7,9 | 12,6 | 15,9 | 15,9 |
| | 50 | 7,7 | 12,2 | 15,4 | 15,4 |
| 60 | 1 | 7,7 | 12,2 | 15,4 | 15,4 |
| | 5 | 7,1 | 11,3 | 14,3 | 14,3 |
| | 10 | 6,9 | 11,0 | 13,9 | 13,9 |
| | 25 | 6,6 | 10,5 | 13,3 | 13,3 |
| | 50 | 6,4 | 10,2 | 12,9 | 12,9 |
| 70 | 1 | 6,5 | 10,3 | 12,9 | 12,9 |
| | 5 | 6,0 | 9,5 | 12,0 | 12,0 |
| | 10 | 5,8 | 9,2 | 11,6 | 11,6 |
| | 25 | 5,0 | 8,0 | 10,0 | 10,0 |
| | 50 | 4,2 | 6,7 | 8,5 | 8,5 |
| 80 | 1 | 5,4 | 8,6 | 10,8 | 10,8 |
| | 5 | 4,8 | 7,6 | 9,6 | 9,6 |
| | 10 | 4,0 | 6,4 | 8,1 | 8,1 |
| | 25 | 3,2 | 5,1 | 6,5 | 6,5 |
| 95 | 1 | 3,8 | 6,1 | 7,6 | 7,6 |
| | 5 | 2,6 | 4,1 | 5,2 | 5,2 |

studená voda  teplá voda  studená i teplá voda

Hodnoty uvedené v tabulce jsou stanoveny s ohledem na koeficient bezpečnosti **k = 1,5** dle normy DIN 8077, který je používán pro výpočet vnitřních rozvodů vody. Vyznačená oblast je vhodná pro rozvody teplé vody.

### 1. 5. Ekonomické aspekty použití plastových trubek všeobecně

Použití plastových trubek přináší uživateli četné výhody. Ty počínají vysokou odolností proti tvorbě inkrustací (samočisticí schopnost, stálý průtočný průřez). Pružnost trubek zajišťuje odolnost proti poškození při transportu a instalaci. Nehrozí riziko napadení mikroorganismy, plísněmi ani koroze způsobené bludnými proudy. Dále se vyznačují nízkou hmotností, jež dovoluje rychlejší, přesnější a bezpečnější práci, snižuje náklady na dopravu a skladování.

**malé pořizovací náklady** + **nízké instalační náklady** + **dlouhá životnost** + **bezúdržbový provoz** = **nejnižší provozní náklady na jeden rok**

### 1. 6. Ekologie – odpady

Všechny materiály použité pro balení výrobků Pipelife Czech s.r.o. jsou zařazeny do kategorie „O“ – ostatní odpady. Hranoly, krabice, polyetylénové fólie a rašlové pytle lze nabídnout k využití jako druhotné suroviny, případně bez problémů skládkovat nebo likvidovat ve spalovnách. Ocelové vázací pásky lze využít jako železný šrot.
Firma přijala opatření k zabezpečení zpětného odběru obalů uzavřením Smlouvy o sdruženém plnění se společností Eko-kom a. s. se sídlem na Praha 4, Na Pankráci 1685, přičemž jí bylo přiděleno klientské číslo **EK – F00020655**.

### 1. 7. Certifikace, kontroly

Plastové potrubní systémy dodávané firmou Pipelife Czech s.r.o. jsou certifikovány autorizovanou osobou podle zákona č. 22/1997 Sb. O technických požadavcích na výrobky, v souladu s aktuálním nařízením vlády. Potrubí pro pitnou vodu splňuje požadavky zdravotní nezávadnosti v souladu s platnými vyhláškami MZd.
Společnost Pipelife Czech s.r.o. má zaveden, dokumentován a certifikován systém řízení jakosti podle ČSN EN ISO 9001:2009, vydán certifikačním orgánem ITC Zlín. Dále má Pipelife Czech s.r.o. vybudován, zaveden a certifikován systém environmentálního managementu podle ČSN EN ISO 14 001:2005.
Platné doklady jsou zveřejněny na www.pipelife.cz nebo Vám budou na vyžádání zaslány.
Systém PP-R INSTAPLAST je certifikován v těchto zemích: Česká republika, Rakousko, Rusko, Ukrajina.

## 2. SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE, PODMÍNKY ZÁRUKY

### 2. 1. Skladovací podmínky, manipulace

Prvky systému PP-R INSTAPLAST se skladují v souladu s ČSN 64 0090, z níž některé důležité statě jsou dále citovány společně s upřesňujícími podmínkami firmy Pipelife Czech s.r.o..

- Prvky systému PP-R INSTAPLAST se nesmějí skladovat na volném prostranství.
- Nesmějí být vystaveny trvalému přímému slunečnímu záření a povětrnostním vlivům.
- Musí být umístěny pod přístřeškem v suchém a bezprašném prostředí.
- Nesmějí být skladovány společně s organickými rozpouštědly, výrobky obsahujícími rozpouštědla a další chemikálie, u nichž není zaručena netečnost ke skladovanému materiálu (benzín, nafta, síra atd.).
- Nesmějí být vystaveny tepelnému sálání, vzdálenost od zdroje tepla musí být minimálně 1,0 m.
- Teplota ve skladech nesmí přesáhnout hodnotu + 40 °C. Potrubí pro pitnou vodu nesmí být během skladování kontaminováno.
- Při teplotách pod 0 °C je nutné dbát zvýšené opatrnosti při manipulaci.
- Prvky systému PP-R INSTAPLAST musí být skladovány odděleně podle druhu plastu, tlakové řady, tvaru a dimenze.
- Během skladování a manipulace nesmějí být trvale jednostranně zatěžovány, ohýbány a opírány o ostré hrany.
- Trubky vyrobené v rovných tyčích musí být skladovány ve vodorovné poloze, minimálně 0,10 m nad podlahou a vrstveny do maximální výšky 0,60 m.
- Maximální vzdálenost podpor pro potrubí dimenze 16 – 32 mm je 0,25 m, pro dimenze 40 – 110 mm je to 0,50 m.
- Podpory, na kterých je potrubí uloženo, musí být vyrobeny tak, aby nepoškodily potrubí (plošné podpory). Minimální šířka podkladních trámků je 50 mm.
- Trubky vyrobené v návinech musí být skladovány ve vodorovné poloze, minimálně 0,10 m nad podlahou, maximálně tři náviny na sobě.
- Při manipulaci s prvky systému PP-R INSTAPLAST nesmí dojít k poškození obalu.
- Jednotlivé prvky nesmí být při manipulaci smýkány po zemi a odírány o ostré předměty. Je nutné se vyvarovat prudkých nárazů při jejich manipulaci.

### 2. 2. Podmínky záruky

- Při montáži nesmí dojít ke kombinování s nevhodnými prvky pro systém PP-R INSTAPLAST. **Pro montáž tvarovek s kovovými zástřiky se nesmí používat konopí**, ale teflonová páska, těsnící tmel Siseal nebo těsnící teflonová nit Loctite.
- Skladování materiálu musí odpovídat skladovacím podmínkám výše uvedeným v této stati.
- Projektování, montáž a provoz musí být v souladu s tímto manuálem pro systém PP-R INSTAPLAST. Montáž plastového potrubí smí provádět prokazatelně pouze pracovník vlastnící minimálně platný průkaz svářečského dělníka D – U7 nebo průkaz svářeče plastů Z – U/7, Z – U/V a C – U/V.

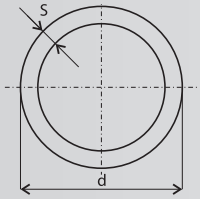
## 3. PRVKY SYSTÉMU PP-R INSTAPLAST

### 3. 1. Plastové trubky PP-R

Plastové trubky PP-R jsou vyráběny pro rozvody vody v těchto dimenzích: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110 mm. Dimenze udává vnější průměr potrubí v mm.

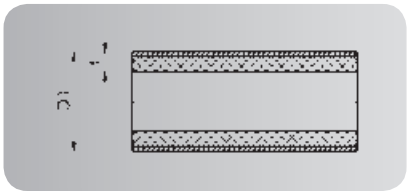
Tloušťku stěny ovlivňuje tlaková řada, která také určuje použití potrubí v rozvodech vody:

| | | |
|---|---|---|
| **S5** | **PN10** | **vnitřní rozvody studené a pitné vody** |
| **S3,2** | **PN16** | **vnitřní rozvody studené a pitné vody** |
| **S2,5** | **PN20** | **vnitřní rozvody teplé vody, rozvody stlačeného vzduchu** |




Dle požadavků normy ČSN EN ISO 15874 se postupně přechází od označení tlakové řady PN k označení S (Serie), viz tabulka výše.

### 3.2. Trubky PP-R STABI BETA s hliníkovou folii (PP-RCT(PP-R BETA)/AL/PP-R) pro vnitřní rozvody teplé vody a rozvody stlačeného vzduchu.



Trubky STABI BETA jsou vícevrstvé trubky s hliníkovou folií, které jsou vyrobeny z materiálu PP-RCT, který nabízí vyšší bezpečnost provozu a umožňuje nový typ aplikací. Pro trubky PP-R STABI BETA je charakteristické, že si dlouhodobě uchovávají zdokonalené vlastnosti a zároveň vykazují dobré parametry z hlediska zpracovatelnosti.

**Výhody:**

- Trubka PP-R STABI BETA umožňuje využívat při řešení instalací větší procentní podíl trubek o menším průměru (v konkrétním případě závisí řešení na podmínkách v objektu a rozvržení rozvodů).
- Je možné využít vyšší hydraulickou kapacitu nebo vyšší tlak.
- Díky výhodnějším rozměrům je trubka PP-R STABI BETA efektivnější z hlediska nákladů.
- Materiály PP-R STABI BETA je možné svařovat s použitím stejných postupů jako pro PP-R materiály.

**Tabulka s rozměry trubek pro rozvody vody dle normy ČSN EN ISO 15874**

| DIMENZE (mm) | Tloušťka stěny trubky (mm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | S5 (PN10) | S3,2 (PN16) | S2,5 (PN20) | PP-R STABI BETA |
| 16 | 1,8 | 2,2 | 2,7 | 2,2 |
| 20 | 1,9 | 2,8 | 3,4 | 2,8 |
| 25 | 2,3 | 3,5 | 4,2 | 2,8 |
| 32 | 2,9 | 4,4 | 5,4 | 3,6 |
| 40 | 3,7 | 5,5 | 6,7 | 4,5 |
| 50 | 4,6 | 6,9 | 8,3 | 5,6 |
| 63 | 5,8 | 8,6 | 10,5 | 7,1 |
| 75 | 6,8 | 10,3 | 12,5 | 8,4 |
| 90 | 8,2 | 12,3 | 15,0 | 10,1 |
| 110 | 10,0 | 15,1 | 18,3 | 12,3 |

**Poznámka:** Vzhledem k tomu, že v teplé vodě při teplotě 30 °C – 50 °C dochází k množení bakterií včetně typu Legionella, doporučujeme krátkodobé přehřívání zásobníků teplé vody na 60 °C až 70 °C, a proto výhradně použití trubek v tlakové řadě S 2,5 (PN20).

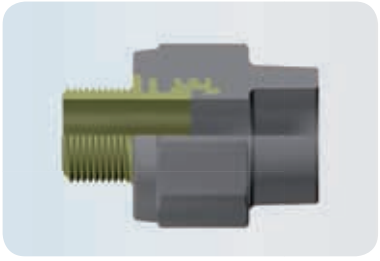
### 3. 3. Tvarovky

Tvarovky odpovídají svou dimenzí rozměrovým řadám potrubí. Jsou vyráběny v nejvyšší tlakové řadě S 2,5 (PN 20) a proto jsou vhodné pro všechna potrubí systému PP-R INSTAPLAST.
Plastové tvarovky se liší svým tvarem podle způsobu použití a funkce v systému. Jednoduše je lze rozdělit na:

- celoplastové tvarovky, které tvoří základ systému (T kusy, kolena, nátrubky, redukce, záslepky, zátky atd.)
- kombinované tvarovky pro napojování závitových částí potrubí, armatur (DG přechody s kovovými zástřiky nebo s kombinovanými závity, nástěnky, lemové nákružky s přírubou atd.)
- plastové uzavírací armatury – přímé ventily a kulové kohouty
- doplňující prvky (příchytky, křížení, dilatační smyčky)

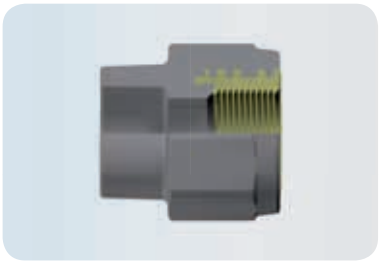
**DG přechodky s kovovými zástřiky:**

**DG přechodka MZV** – přechodka s mosazným vnějším zástřikem; mosazný zástřik je poniklován v celé délce včetně závitů, nově vnitřní průchod obstříknut plastem – použitelná pro rozvody studené a teplé vody – viz obr. 1
Jsou vyráběné i jako koleno a T kus MZV.



*obr. 1*

**DG přechodka MZD** – přechodka s mosazným poniklovaným vnitřním závitem, (viz obr. 2) použitelná pro rozvody studené a teplé vody. Vyráběny i jako koleno a T kus MZD nebo nástěnky.



*obr. 2*

**Poznámka:** Sortiment celoplastových a kombinovaných tvarovek je obsažen v aktuálním ceníku a katalogu fy Pipelife Czech s.r.o..

## 4. MONTÁŽ A OPRAVY SYSTÉMU

### 4. 1. Spojování potrubí

- Plastové potrubí z PP-R se spojuje svařováním, v nutných případech lze použít mechanického spojování přírubovými spoji, v přechodech na kovové potrubí závitovými přechodkami (DG přechody). Potrubí nelze lepit.
- U plastových mechanických spojek, které je možno použít na přechody různých plastových materiálů, je nutné si od výrobce vyžádat prohlášení o vhodnosti použití na studenou nebo teplou vodu a přípustné max. tlaky média.
- Redukování potrubí se provádí zásadně tvarovkami k tomu určenými, v žádném případě se nesmějí stávající tvarovky jakkoliv upravovat a přetvářet.
- Ohyby rozvodu se provádějí pomocí tvarovek, za studena lze trubky ohýbat v rozvodu s min. poloměrem r = 50 x d, trubky se nesmějí ohřívat při ohybu plamenovými hořáky ani horkovzdušnými pistolemi.
- Ohyby trubek v návinech určené pro podlahové topení, které použijeme na rozvody SV, lze ohýbat s menšími poloměry až do poloměru r = 10 x d, dle dispozice projektu.
- Pro spojování a opravy potrubí je možno použít metody svařování elektrotvarovkou, která musí být svařitelná s daným potrubím.
- Použití plastového potrubí na teplou vodu za průtokovými ohřívači vody nebo zásobníkovými ohřívači vody je možné pouze u regulovaných systémů ohřevu, kdy teplota média nepřesáhne dlouhodobě 60 °C při max. provozním tlaku 10,9 bar u trubky S2,5 (PN20) a krátkodobě 70 °C při max. provozním tlaku 8,3 bar u trubky S2,5 (PN20).

**Těsnění závitových přechodek:**
**1)** Konopí je zakázáno používat s ohledem pro nutný vysoký utahovací moment a možnost vytržení kovového zástřiku z plastu, u vnitřních zástřiků je nebezpečí popraskání kovu.
**2)** Je dovoleno používat teflonovou pásku, speciální textilní pásky (+GF ± Paraliq) nebo tmely na bázi teflonu, které se musí aplikovat dle doporučení a návodu výrobců. Použité těsnící materiály musí být odzkoušeny dle platných zákonů a norem ČR.

### 4. 2. Svařitelnost materiálů

Svařitelnost plastových materiálů se posuzuje podle třídy svařitelnosti stanovené indexem toku taveniny příslušného materiálu – IT (MFR).
**1) Zaručená svařitelnost:** Materiály leží ve stejné třídě svařitelnosti a IT se překrývají.
**2) Podmínečná svařitelnost:** Materiály leží ve stejné třídě svařitelnosti a IT se nepřekrývají, přičemž výrobce garantuje jejich vzájemnou svařitelnost.

**Pozor:** Hodnoty indexů toku, které jsou uvedeny v kapitole 1.2., platí pro materiál polypropylen. Jiné kombinace materiálů (např. polypropylen – polyetylen) jsou zásadně nesvařitelné. V takovémto případě je nutno použít jiný způsob spojení.

### 4. 3. Polyfúzní svařování

Podrobný postup přípravy a polyfúzního svařování trubek a tvarovek z plastů je obsažen v osnově odborných svářečských kurzů, prováděných dle platných norem, jednotné metodiky svařování plastů a Technických pravidel České svářečské společnosti ANB.

**Kurz Z - U/7** – základní kurz pro instalatéry na polyfúzní svařování – 4 dny
**Kurz Z - U/V** – základní kurz na svařování vnějších a vnitřních rozvodů z plastů různými metodami včetně lepení – 10 dnů
**Kurz C - U/V** – kurz s certifikační zkouškou

#### 4. 3. 1. Nástroje a pomůcky

Svařovací zařízení pro polyfúzní svařování se volí podle průměru svařovaného potrubí a charakteru svářecích prací:
- do prům. 40 mm (včetně) – příkon 500 W Polys P – 1b
- do prům. 63 mm (včetně) – příkon 650 W Polys P – 1a, Polys P – 4/650 trnové
- do prům. 75 mm (včetně) – příkon 850 W Polys P – 4/850 mečové
- do prům. 110 mm (včetně) – příkon 1200 W Polys P– 4/1200 s plochým tělesem

U jednotlivých polyfúzních svářeček lze volit (podle konstrukce) regulaci teploty plynule analogově, plynule elektronicky nebo skokově přepínáním na dané teploty. Vyrábějí se i svářečky s jednou, pevně nastavenou teplotou.

**Svařovací stroje a přípravky** se používají od průměru 40 mm výše:
- Přípravek MP – 75 od Ø 40 mm do 75 mm (nutno použít svářečku dle použitého průměru potrubí)
- Přípravek MP – 110 od Ø 63 do 110 mm (svářečka 850 W a nástavce v kompletu přípravku)
- Svař. stroj ST – 160 od Ø 40 mm do 90 mm (svářečka 1200 W s nástavci v příslušenství stroje – možnost svařování na tupo do Ø 160 mm)

**Polyfúzní nástavce** se používají čelisťové nebo dělené podle typu svařovacího zařízení, všechny jsou však na činné ploše opatřené vrstvou teflonu (PTFE), která zabraňuje nalepování plastu na ohřáté natavovací plochy.
**Nůžky a řezáky na plastové potrubí** jsou vyráběny v různých velikostech podle průměrů potrubí, nůžky s rozděleným momentem střihu do několikanásobného stisknutí.
**Papír k očištění** ploch na tvarovce a trubce by měl být bezvláknitý a nebarevný (možno použít toaletní papír). Vhodné jsou speciální jednorázové čisticí ubrousky napuštěné izopropylalkoholem, zalisované v nepropustné fólii proti vysušení.
**Čistidlo** na trubky a tvarovky slouží k očištění svarových ploch před svařováním od mechanických nebo chemických nečistot. Vhodné je čistidlo Tangit, případně izopropylalkohol nebo 96 % líh. Není dovoleno používat benzínová čistidla, organická rozpouštědla, případně čistidla obsahující stopy těchto chemikálií.
**Měřítko, popisovač a nožík** doporučujeme použít k rozměření, označení délky zasunutí trubky do tvarovky a začištění otřepů před svařováním.

#### 4. 3. 2. Podstata a postup polyfúzního svařování

Polyfúzní svár vznikne současným nahřátím kónického hrdla tvarovky a konce trubky do vysoce plastického stavu, zatlačením trubky do hrdla tvarovky v plastickém stavu, fixováním a chladnutím spoje, čímž vznikne homogenní spoj o vysoké pevnosti.
Tvarovka za studeného stavu nesmí jít nasunout na trubku stejné dimenze. Čím hůře jde tvarovka nasunout, tím kvalitnější bude výsledný spoj.
Při samotném svařování je nutno dodržet, kromě jiného, základní parametry svařování: **Teplota, Tlak, Čas.**
Dodržení těchto parametrů rozhoduje o kvalitě a dlouhodobé životnosti sváru.

**Teplota:** svařovací teplota pro PP-R (PP typ 3) 260 °C
*Pozn.: Teploty okolí a temperování prvků viz kapitola pracovní podmínky.*
**Tlak:** kónická konstrukce tvarovky a polyfúzních nástavců zabezpečí tlak nahřátých materiálů a dokonalé provázání makromolekulárních řetězců.
**Čas:** doba potřebná k provedení sváru, rozfázovaná v tabulce pro jednotlivé průměry.

**Tabulka svařování pro PP-R (MRS 8)** (s použitím DVS 2207, část 1, pro teplotu 260 °C)

| Průměr (mm) | Doba nahřívání (sec) | Doba přestavění (sec) | Doba tuhnutí sváru (min) |
|---|---|---|---|
| **16** | 5 | 3 | 2 |
| **20** | 5 | 3 | 2 |
| **25** | 7 | 3 | 2 |
| **32** | 8 | 6 | 4 |
| **40** | 12 | 6 | 4 |
| **50** | 18 | 6 | 4 |
| **63** | 24 | 8 | 6 |
| **75** | 30 | 8 | 6 |
| **90** | 40 | 8 | 6 |
| **110** | 50 | 10 | 8 |

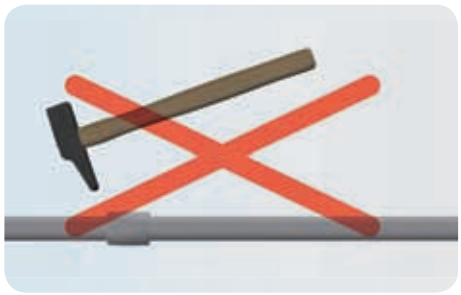
**Postup polyfúzního svařování**

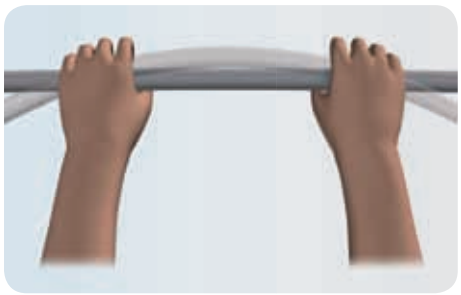
**1) obecně**
Spojování plastových částí se provádí polyfúzním svařováním, svařováním na tupo a svařováním pomocí elektrotvarovek. Je nutno dodržet přesný postup a použít vhodné přístroje.



*obr. 1*

- Pro montáž je možno použít jen prvky, které nejsou poškozeny či znečištěny.
- Svařování prvků PP-R INSTAPLAST se smí provádět při minimální teplotě +5 °C (obr. 1).
- Spojované části je nutno před svařováním alespoň 1 hodinu temperovat na stejnou teplotu, jaká je v pracovním prostoru.
- Po celou dobu dopravy, manipulace a montáže se musí prvky systémy PP-R INSTAPLAST chránit před nárazy a ostatními způsoby mechanického poškození (obr. 2).
- Ohýbání trubek se provádí bez nahřívání při teplotě min. +15 °C (obr. 3).


*obr. 2*

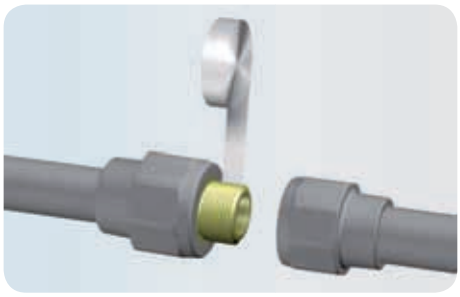

*obr. 3*


*obr. 4*

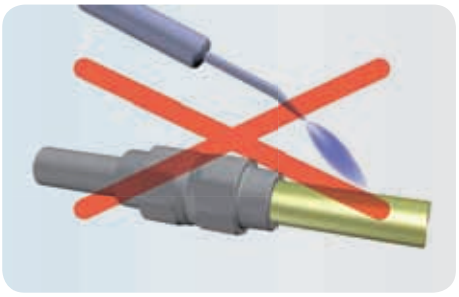
- Je nepřípustné ohýbat trubky za pomoci nahřívání horkým vzduchem nebo otevřeným plamenem!!! (obr. 4).
- Křížení potrubí se provádí pomocí speciálních prvků (obr. 5).


*obr. 5*

- Pro závitové spoje se používají tvarovky se závity. Je nepřípustné řezat závity přímo na trubky!!! Těsnění závitů se provádí teflonovou páskou, těsnící nití na bázi teflonu nebo speciálními těsnícími tmely (obr. 1). **Na těsnění závitů je zakázáno používat konopí!!!**



*obr. 1*



*obr. 2*



*obr. 3*

- Pokud za tvarovkou se závitem následuje kovové potrubí, nelze jej v blízkosti tvarovky s ohledem na možný přenos tepla do tvarovky spojovat pájením nebo svařováním!!! (obr. 2)

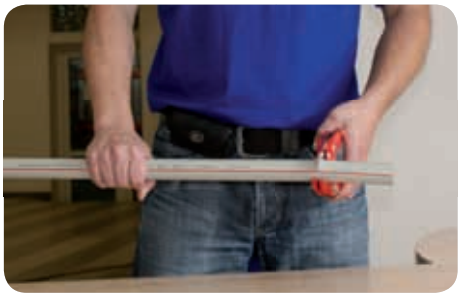
Během provádění tlakové zkoušky doporučujeme použít pro uzavření vývodů (nástěnky, nástěnné komplety) speciální plastové montážní zátky (obr. 3).



*obr. 4*

**2) příprava**

- Na svařovací zařízení upevníme příslušné svařovací nástavce, pomocí regulátoru nastavíme odpovídající teplotu a zapojíme do sítě. V zahřátém stavu očistíme činné plochy od nečistot z předchozího svařování pomocí hadříku z nesyntetického materiálu. Svařování můžeme zahájit až po dostatečném nahřátí svářečky!
- Očistíme a odmastíme činné plochy – hrdla tvarovek a části trubek k zasunutí do hrdla.
- Pokud spojujeme potrubí PP-R STABI BETA, odstraníme nejprve vrchní plastovou a střední hliníkovou vrstvu v délce zasunutí do hrdla tvarovky (obr. 4).
- Naměříme potřebnou délku trubky a trubku odřízneme (obr. 5).
- Změříme hloubku navařovací objímky tvarovky. Poté označíme na trubce délku zasunutí konce trubky do tvarovky. Nesmíme zapomenout, že konec trubky nesmí být zcela dotlačen až k dorazu v objímce tvarovky. Musí zde zůstat volná mezera min. 1 mm pro shrnutý materiál, který by jinak zužoval průřez tvarovky v místě svaru. U Stabi trubek je délka zasunutí do tvarovky nastavena na ořezávači.
- Svařování do průměru 40 mm (včetně) je možno provádět ručně, větší průměry se svařují pomocí svařovacích přípravků, z důvodu dodržení souososti potrubí a zajištění potřebných tlaků.



*obr. 5*

**3) nahřívání**

- Nejprve nasuneme na nahřátý nástavec tvarovku a zkontrolujeme, zda není na nástavci příliš volná. Tvarovku, která nedosedá po celém povrchu na nástavec vyřadíme, protože nerovnoměrné nahřátí vede k nekvalitnímu sváru. Po tvarovce zasuneme do nástavce trubku.
- Pro těsnost zasunutí platí totéž co pro tvarovku (obr. 6, obr. 7).
- Obě části nahříváme po dobu stanovenou v tabulce. Doba prohřívání se měří od okamžiku, kdy jsou tvarovka i trubka nasunuty na svařovacím nástavci v plné délce. Při zasouvání je přípustné mírné pootáčení obou dílů (max. o 10°), než jsou nasunuty v celé požadované délce. Během prohřívání je nepřípustné jakékoliv pootáčení trubky nebo tvarovky, aby nedošlo ke shrnování materiálu.



*obr. 6*



*obr. 7*

**4) přestavení, spojení, chladnutí (tuhnutí)**

- Po uplynutí nahřívací doby vyjmeme z nahřívacího nástavce trubku i tvarovku a spojíme. Trubku pomalým rovnoměrným tlakem zasuneme bez pootočení do hrdla tvarovky až po naměřenou délku zasunutí (obr. 1, 2, 3 a 4). V tabulce je uvedená maximální přípustná doba od sejmutí z nástavce po zasunutí trubky do tvarovky, doba, po kterou je nutno čerstvý spoj fixovat, než dojde k částečnému zchladnutí spoje a doba tuhnutí sváru u jednotlivých průměrů.



*obr. 1*

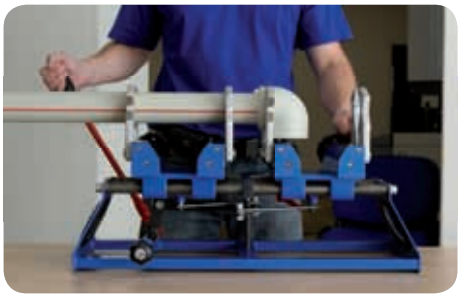
- **POZOR:** po uplynutí fáze chladnutí (tuhnutí) není ve spoji obnoven rovnovážný stav. Spoj musí přirozeně chladnout před prvotním napuštěním studenou vodou (trvalým mechanickým namáháním) v těchto minimálních časech od posledního sváru:
  - průměr 16, 20, 25 a 32 mm - 60 minut
  - průměr 40, 50, 63 a 75 mm - 90 minut
  - průměr 90 a 110 mm - 120 minut



*obr. 2*



*obr. 3*



*obr. 4*

### 4. 3. 3. Prohlášení

**Společnost Pipelife Czech s.r.o. používá k výrobě PP-R trubek a tvarovek materiál dodávaný společnostmi Borealis a Sabic. Při dodržení technologického postupu jsou tyto PP-R trubky a tvarovky zaručeně svařitelné s PP-R trubkami a tvarovkami ostatních tuzemských výrobců, kteří deklarují použití PP-R granulátu od stejných výrobců.**

### 4. 4. Opravy potrubí

Při použití plastových materiálů se nedají vyloučit poruchy způsobené neodbornou montáží, nekvalifikovaným provedením svářečských prací, poruchy způsobené vnějšími vlivy během životnosti rozvodu, např. mechanické poškození (navrtání, proseknutí, propíchnutí apod.), nebo nepředpokládaná změna provozních podmínek (zvýšení teploty případně tlaku média v rozvodech). V těchto případech nastává poškození rozvodu spojené s popraskáním nebo jinou destrukcí části rozvodu. Pro opětovnou funkci je třeba provést odbornou opravu rozvodu.
Náročnost oprav závisí na míře poškození. Ve většině případů dochází k poškození lokální části rozvodu, kterou je vzhledem k nerozebíratelnosti svarového spoje třeba vystřihnout a vyměnit. Opravy pomocí lepení musíme vzhledem k omezené lepitelnosti a složitosti technologie u většiny polyolefinů vyloučit.
V praxi se oprava provádí pomocí nejjednoduššího způsobu, tzn. vystřižením a navařením nové části pomocí odpovídajících tvarovek. Tento způsob je nejpoužívanější, ale zároveň také zdlouhavý a vyžaduje i při malých poškozeních rozsáhlé stavební práce.
V současné době se pro opravy tohoto druhu používají elektrotvarovky. Jedná se v podstatě o plastové tvarovky, v nichž je navinut odporový drát, který je ukončen dvěma kontakty určenými pro připojení svářečky.
Vlastní svár je realizován uvnitř spoje trubka – tvarovka. Toto spojení má několik výhod:

- Pro vytvoření spoje stačí malý prostor, což omezuje stavební práce na minimum.
- Spoj je možné realizovat u polypropylenu až do teploty -10 °C (neudává-li výrobce tvarovky jinak).
- Technologie snižuje pravděpodobnost chyby lidského faktoru.

Pro vlastní použití elektrotvarovky je nutné mít na zřeteli odlišnosti oproti polyfúznímu svařování. Každý pracovník by měl být proškolen minimálně zaškolovacím kurzem DU/8 nebo absolvovat kurzy ZU/V, CU/V. Pro bližší vysvětlení uvádíme rámcový postup svařování, který v žádném případě nenahrazuje odborné proškolení.

### 4. 5. Svařování elektrotvarovkou

**1) Příprava materiálu**
- Upravíme délku trubky pomocí nůžek nebo kolečkového řezáku.
- Konce trubek určené pro zasunutí do tvarovky je nutno oškrábat tak, aby se odstranila zoxidovaná vrstva (cca 0,1 mm). Dále tvarovku i trubky očistíme čistidlem.
- Zvolíme elektrotvarovku vhodného průměru a ze shodného materiálu jako trubka. Trubka by měla jít volně zasunout do tvarovky (v opačném případě je třeba trubku více oškrábat).

**2) Postup svařování**
- Sesadíme obě spojované části a fixujeme (pomocí speciálního třmenu nebo jinak), aby nedošlo k vytlačení trubky z tvarovky vlivem vnitřního pnutí během svařování.
- Pro vlastní proces svařování použijeme vhodného svařovacího zařízení (např. svářečku DYTRON), které zapneme do sítě a počkáme, než se nastaví požadovaný pracovní režim. Po nastavení požadovaných parametrů připojíme adaptéry ke konektorům tvarovky a spustíme svařovací proces. Ukončení svařování nám signalizuje kontrolka na svařovacím zařízení.
- Při správně provedeném svaru se vytlačí kontrolní body na tvarovce.
- Spoj nesmí být mechanicky namáhán po dobu 60 – 120 min (dle použité tvarovky) od doby ukončení svařování.

### 4. 6. Pracovní podmínky

Pracoviště a pracovní prostory musí odpovídat bezpečnostním předpisům. Pracovní prostory musí být dostatečně osvětleny, chráněny proti větru, nejlépe zastřešeny proti dešti a slunečnímu záření, s takovými manipulačními a skladovacími podmínkami, které zabrání mechanickému poškození plastů. V zimním období je nutné zateplit stavbu tam, kde se bude provádět svařování tras potrubí nebo příprava prefabrikátů. Svařování prvků systému PP-R INSTAPLAST, (s výjimkou elektrotvarovek), se smí provádět od teploty okolí + 5 °C, pro přípravu prefabrikátů se doporučuje zateplit pracovní prostor na min. + 10 °C. Spojované části je nutné před svařováním alespoň 1 hodinu temperovat na stejnou teplotu v zatepleném pracovním prostoru.

Složení pracovní skupiny:
- Instalatér – svářeč
- Instalatér – pomocník

## 5. ROZVODY PITNÉ VODY, STUDENÉ A TEPLÉ VODY

### 5. 1. Vedení potrubí

- Montáž se provádí na základě projektové dokumentace, jež vychází z platných norem (ČSN EN 806-1 až 3, ČSN 73 66 60).
- Způsob vedení potrubí a jeho ochrana musí být navrhnuty tak, aby nedocházelo k přenášení tlaku stavebních konstrukcí na potrubí.
- Rozvod musí být co nejkratší a nejpřímější.
- V neprůlezných kanálech nelze vést rozvod pitné vody společně s potrubím ústředního vytápění.
- Vodovodní potrubí uložené do stavebních konstrukcí musí být zajištěné trvale před zamrznutím a jeho instalací v objektu nesmí být zhoršeny tepelně technické vlastnosti obvodového pláště. Při poruše potrubí nesmí dojít k ohrožení objektu.
- Vodovodní potrubí nesmí procházet komínovými průduchy.
- Potrubí pitné vody nesmí procházet prostory se zvýšenou koncentrací výparů ropných produktů (sklady PHM, topného oleje apod.).
- Potrubí vnitřního vodovodu se smí ukládat do země pod podlahu stavebního objektu jen tehdy, je-li vedeno v ochranné konstrukci s možností kontroly (v ochranné trubce, v instalačním kanálu apod.).

**Připojovací potrubí**
- Připojovací potrubí je nutné orientovat do míst, kde se nepředpokládá mechanické poškození navrtáním nebo proseknutím při uchycování podpěr, konzol, zrcadel, madel apod..
- Každá výtoková armatura musí být pevně uchycena buď pomocí nástěnky v klasické zděné zástavbě nebo pomocí upevňovacích dílů ke stěnám bytových jader.
- Uchycování trubek lze provádět obdobně jako u kabelů pomocí speciálních příchytek. Mezi trubky a příchytky je nutné vkládat separační vložku z plsti, molitanu, pryže, polyetylenu apod., zabraňující prodření trubek při dilatačních pohybech a chránící trubku před mechanickým poškozením v místě upevnění nebo je možno použít speciální kovové příchytky s pryžovou vložkou. Separační vložku není nutné použít v případě plastových příchytek.
- Při uchycování trubek se nedoporučuje používat kovové háky, aby nedocházelo k poškozování trubek při zarážení háků do zdiva.

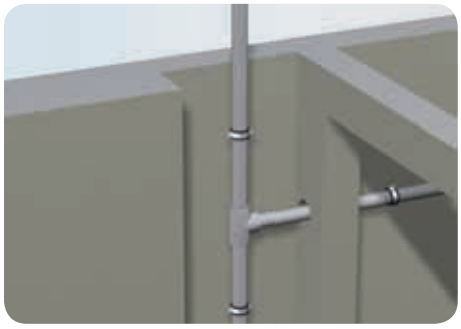
- V drážkách ve zdivu se doporučuje používat trubek vyrobených ve formě rovných tyčí, neboť trubka z kotouče si zachovává tvarovou paměť. Přichycení trubek v drážkách se provádí přisádrováním přes tepelnou izolaci nebo chráničku.
- Vytyčení míst pro uložení potrubí se provádí podle výkresové dokumentace při dodržení předepsaných spádů potrubí. Pokud není spád v dokumentaci předepsán, potrubí se montuje se spádem minimálně 0,3 % k výtokovým nebo vypouštěcím armaturám.

**Stoupací potrubí**

- Odbočka ze stoupacího potrubí na potrubí připojovací se provádí nepřímo kolenem tak, aby mezi stoupacím a připojovacím potrubím vzniklo pružné ohybové rameno. Touto úpravou se dosáhne účinného vykompenzování dilatací plastového rozvodu (viz obr. 3). Na obr. 1 a 2 jsou další možné alternativy, tj. dlouhé rameno nebo volný průchod stěnou.
- Stoupací potrubí musí být opatřeno kompenzačními prvky.
- Stoupací potrubí musí být opatřeno systémem pevných a kluzných uložení, umístěných v závislosti na použitých kompenzátorech (viz projektová dokumentace a kapitola 6 tohoto technického manuálu).
- Uchycení stoupacího potrubí lze provést stávajícími třmeny opatřenými plastovou chráničkou nebo pomocí instalatérských objímek s pryžovou vložkou.



*obr. 1*

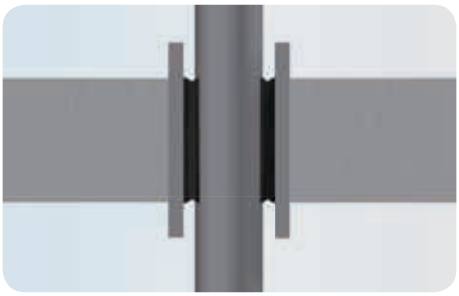


*obr. 2*



*obr. 3*

- Každý průchod stavební konstrukcí (stropní prostupy) je nutné opatřit vhodnou plastovou průchodkou (trubka z polyetylenu, PVC atd.) tak, aby plastové potrubí nepřišlo do přímého styku se stavební konstrukcí (obr. 4).
- Prostor mezi stoupacím potrubím a průchodkou je nutné z požárního hlediska vyplnit nehořlavým tmelem (zabránění vzniku komínového efektu).
- Stoupací potrubí musí být opatřeno samostatnou uzavírací armaturou.
- Stoupací potrubí se musí připojit na ležatý rozvod tak, aby byly vyloučeny vlivy způsobené vlastní hmotností stoupacího potrubí a vlivy způsobené tepelnými změnami.



*obr. 4*

**Ležatý rozvod**

- Ležatý rozvod lze ukládat na lávky pod strop, do drážek ve zdivu, do kanálů v podlaze, do rýh v zemi nebo do plastových či plechových žlabů. Fixování plastových trubek k původnímu ocelovému rozvodu není doporučeno.
- Ležatý rozvod, stejně jako stoupací potrubí, musí být opatřen kompenzačními prvky systému pevných a kluzných uložení, které zabezpečí správnou funkci kompenzátorů.
- Uzavírací armatury pro jednotlivé stoupačky (sekce) je nutné orientovat do přístupných míst pro případ rychlého uzavření.

**Sklon potrubí**

- Ležatá potrubí se musí vést ve sklonu nejméně 0,3 % k nejnižšímu místu možného odvodnění a do nejvyššího místa odvzdušnění.
- Doporučuje se, aby ležaté rozvody studené vody byly ve sklonu k vodovodní přípojce (k vodoměrné soupravě s vypouštěcí armaturou). U ležatých rozvodů teplé vody a cirkulace se doporučuje sklon k zásobníku teplé vody.
- Části ležatého potrubí, které nelze odvzdušnit do stoupacího potrubí, se musí opatřit v nejvyšším místě samostatným odvzdušňovacím ventilem. Části potrubí, které nelze odvodnit výtoky, se musí opatřit samostatnou vypouštěcí armaturou.

## 5. 2. Vzdálenosti podpor

V případě vedení potrubí po povrchu stěn nebo jejich podložení pod stropem je nutné dodržet správné rozteče podpor či uchycení.

**Tabulka - rozteče vzdálenosti podpor pro vodorovné potrubí PP-R S 2,5 (PN 20) a PP-R STABI BETA**
Rozteče podpor L v cm při teplotě °C (viz tabulka)

| Trubky S2,5 (PN20) průměr potrubí | 20 °C | 30 °C | 40 °C | 50 °C | 60 °C | 70 °C | 80 °C | Trubka PP-R STABI BETA* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **16** | 90 | 85 | 85 | 80 | 80 | 70 | 65 | 110 |
| **20** | 95 | 90 | 85 | 85 | 80 | 70 | 70 | 120 |
| **25** | 100 | 100 | 100 | 95 | 90 | 90 | 85 | 140 |
| **32** | 120 | 115 | 115 | 110 | 100 | 95 | 90 | 145 |
| **40** | 130 | 130 | 125 | 120 | 115 | 110 | 100 | 150 |
| **50** | 150 | 180 | 140 | 130 | 125 | 120 | 110 | 155 |
| **63** | 170 | 160 | 155 | 150 | 145 | 140 | 120 | 165 |
| **75** | 185 | 180 | 175 | 160 | 155 | 150 | 140 | 170 |
| **90** | 200 | 200 | 185 | 180 | 175 | 160 | 150 | 190 |
| **110** | 220 | 215 | 210 | 195 | 190 | 175 | 165 | 205 |

*PP-R STABI BETA - vzdálenost podpor nezávisle na teplotě vody

**Rozteče vzdálenosti podpor pro vodorovné potrubí PP-R S 3,2 (PN16)**
hodnoty v tab. násobíme koeficientem K = 0,9
**Příklad: vzdálenost podpor pro potrubí PN 16, průměr 63, teplota 30 °C**
**L = 160 x 0,9 = 144**
**zaokrouhleno 145 cm**

**Rozteče vzdálenosti podpor pro vodorovné potrubí PP-R S 5 (PN 10)**
hodnoty v tabulce násobíme koeficientem K = 0,85
**Příklad: vzdálenost podpor pro potrubí PN 10, průměr 20, teplota 30 °C**
**L = 90 x 0,85 = 76,5**
**zaokrouhleno 75 cm**

**Rozteče podpor pro svislé potrubí**
Rozteče podpor pro svislé potrubí mohou být násobeny koeficientem až 1,3, t.j. rozteče větší než u vodorovného potrubí. Zde je však nutné vycházet z dispozice dle skutečnosti a možnosti umístění pevných a kluzných uložení, jakož i konzultace s projektantem.

## 5. 3. Použití pro jiné rozvody

Pro průmyslové rozvody jiných kapalných médií nebo sypkých a plynných látek je nutno použití konzultovat s výrobcem, neboť se musí přihlédnout k chemickým odolnostem materiálu, fyzikálním vlastnostem a dalším okolnostem technologie montáže.

## 6. KOMPENZACE PLASTOVÉHO POTRUBÍ

Vlivem rozdílností teplot při montáži potrubí a vlastním provozem dochází u potrubí k jeho prodloužení (smrštění). Velikost této délkové změny je závislá na délce potrubí, koeficientu lineární roztažnosti a teplotnímu rozdílu.

**Tabulka porovnání koeficientů lineární délkové roztažnosti**

| materiál | α (mm/mK) | E (MPa) |
|---|---|---|
| **PE** | 0,20 | 600 |
| **PP-R** | 0,15 | 800 |
| **PB** | 0,13 | 400 |
| **PVC** | 0,08 | 3 500 |
| **Ocel** | 0,012 | 210 000 |

**Příklad:**

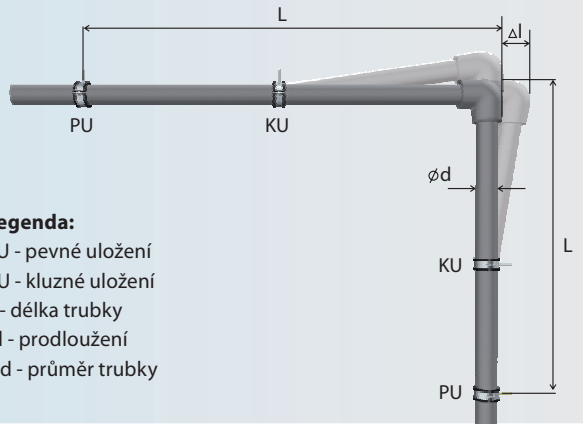
$t_m$ teplota při montáži 15 °C
$t_p$ teplota při provozu (teplá voda) 65 °C
L délka potrubí 6 m
α PP-R (PP typ 3) 0,15 mm/mK

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

přičemž $\Delta t = t_p - t_m$
$\Delta l = 0{,}15 \cdot 6 \cdot 50 = 45$ mm

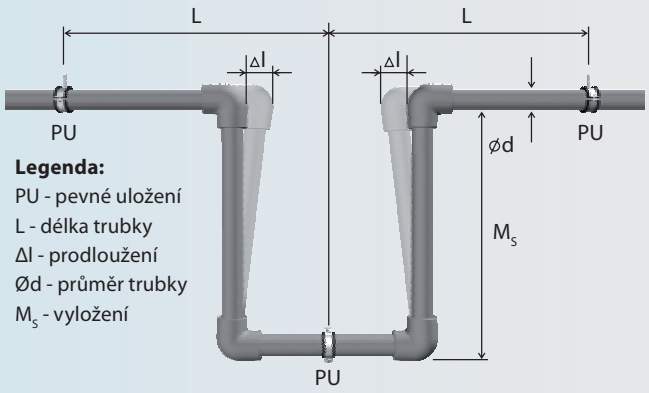
**Vypočtenou délkovou roztažnost lze zkompenzovat použitím vhodného typu kompenzátoru.**

**a) L – kompenzátor**




**Legenda:**
PU - pevné uložení
KU - kluzné uložení
L - délka trubky
Δl - prodloužení
Ød - průměr trubky

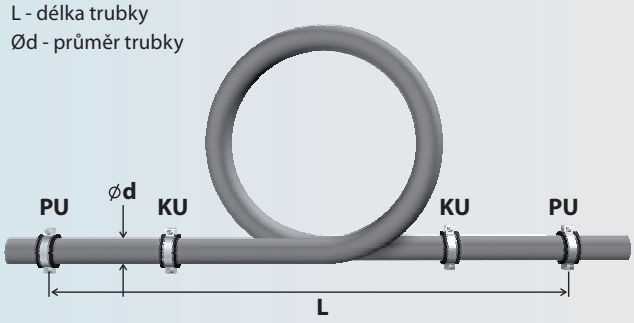
**b) U – kompenzátor**




**Legenda:**
PU - pevné uložení
L - délka trubky
Δl - prodloužení
Ød - průměr trubky
$M_s$ - vyložení

**c) Dilatační smyčka**

**Legenda:**
PU - pevné uložení
KU - kluzné uložení
L - délka trubky
Ød - průměr trubky



**Tabulka prodloužení přenesených dilatační smyčkou:**

| d (mm) | max. Δ l (mm) |
|---|---|
| **16** | 90 |
| **20** | 80 |
| **25** | 70 |
| **32** | 55 |
| **40** | 45 |

Délka pružného ramene $M_s$ (vyložení kompenzátoru) je závislá na prodloužení a průměru potrubí.

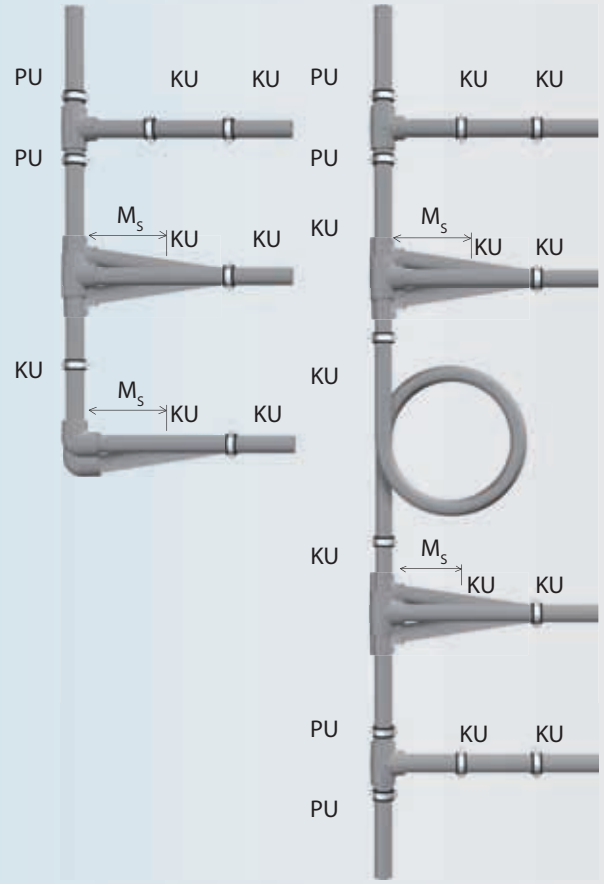
$$M_s = k \cdot \sqrt{\Delta l \cdot d}$$

kde:
k materiálová konstanta (pro PP-R, k = 30)
Δ l prodloužení (mm)
d průměr potrubí (mm)

$$M_s = 30 \cdot \sqrt{45 \cdot 32} = 1138 \text{ mm}$$

Závěr:
Při ohřevu potrubí PP-R v dimenzi 32 mm o délce 6 metrů dojde k prodloužení potrubí o 45 mm. Ke zkompenzování tohoto prodloužení musí být použito pružné rameno o minimální délce 1138 mm. Správná funkce kompenzátoru závisí na vhodném umístění pevných a kluzných uložení.

**Vedení stoupacího potrubí**




**Pevné uložení** – uchycení, kde potrubí nemá možnost dilatovat. Může být proveden např. v ohybu potrubí (obr. 1), v místě odbočky (obr. 2) nebo v místě osazení potrubní armatury či vodoměru (obr. 3).


v ohybu potrubí

*obr. 1*


v místě odbočky

*obr. 2*


v místě osazení potrubní armatury

*obr. 3*

**Kluzné uložení** – způsob uchycení, kde je potrubí zabráněno vybočit z osy vedení, avšak není mu bráněno v osovém dilatačním pohybu volnou objímkou (obr. 4), uložením potrubí do žlabu (obr. 5) a vedením potrubí pod omítkou za použití izolace (obr. 6).


volnou objímkou

*obr. 4*


uložením potrubí do žlabu

*obr. 5*


vedením potrubí pod omítkou

*obr. 6*

Výše uvedených kompenzátorů lze použít pro ležatá i stoupací potrubí. V případě instalace plastových trubek pod omítku nelze však těchto kompenzátorů použít. Délková roztažnost je v těchto případech zkompenzována zvlněním potrubí.
S dilatací potrubí je nutné počítat i u připojovacích rozvodů. Ve stoupacích šachtách se u odboček připojovacího potrubí musí dbát na to, aby toto potrubí při délkových změnách stoupačky mohlo dostatečně dilatovat (viz obrázek v kapitole stoupací potrubí). Kompenzace délkových roztažností potrubí je důležitým faktorem pro zabezpečení správné funkce plastového vodovodu. Pokud není umožněno potrubí prodlužovat se a smršťovat, koncentrují se ve stěnách trubek přídavná tahová nebo tlaková napětí, která výrazně zkracují životnost potrubí.

## 7. IZOLACE POTRUBÍ

- Vnitřní vodovodní potrubí se nesmí vést prostory, kde za běžného provozu klesá teplota pod 5 °C, pokud rozvod není zabezpečen proti vlivům poklesu teploty (např. izolací).
- Potrubí studené vody (vedené volně, uložené v drážkách v instalačních kanálech apod.) musí být zabezpečeno proti orosování.
- Volně vedené potrubí studené vody v teplém nebo vytápěném prostředí a vedené souběžně s otopným rozvodem nebo s rozvodem teplé a cirkulační vody se musí zabezpečit proti oteplování a množení nežádoucích bakterií.
- Potrubí teplé vody a cirkulační potrubí s nucenou cirkulací vody se musí tepelně izolovat z důvodu tepelných ztrát a lineární roztažnosti v souladu s požadavky platných norem.
- Jako izolaci lze použít různých materiálů jako např. molitan, pěnový polystyrén, minerální vlnu, popř. izolace na bázi pěnového PE, PP či PUR. Minimální tloušťky vrstvy izolací jsou 5 mm pro studenou vodu a 10 – 15 mm pro teplou vodu.
- Izolační trubice je třeba montovat s předpětím dle návodu výrobce, protože je nutno počítat u pěněných materiálů s přirozenou smrštitelností v podélném směru.

**Tabulka tloušťky izolace**

| vedení potrubí | tloušťka izolace při λ = 0,040 W/mK |
|---|---|
| Volně vedené potrubí v nevytápěných místnostech (např. sklepy) | 4 mm |
| Volně vedené potrubí ve vytápěných místnostech | 9 mm |
| Potrubí v instalačním kanálu bez souběžného vedení teplého potrubí | 4 mm |
| Potrubí v instalačním kanálu vedené souběžně s teplým potrubím | 13 mm |
| Potrubí v drážce pod omítkou samostatně vedené | 4 mm |
| Potrubí v drážce pod omítkou vedené souběžně s teplým potrubím | 13 mm |
| Potrubí zalité betonem | 4 mm |

## 8. OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ

V koupelnách a sprchách musí být kromě základního stupně ochrany před dotykem provedeno ještě ochranné pospojování všech vodivých předmětů, jichž se lze dotknout (viz ČSN 34 1010). Nepřipojují se předměty, které jsou izolovaně uloženy, popř. dostatečně vzdáleny. Za dostatečnou vzdálenost se považuje umístění vodivých částí a předmětů, kdy je jejich spodní hrana nejméně 3 m od podlahy (popř. dna vany nebo dna sprchové mísy).
Navzájem se spojí vodivý odpad, vodivá vana (sprchová mísa), kovové přívodní potrubí studené i teplé vody, případné plynovodní potrubí, potrubí ústředního vytápění, potrubí ventilační a všechny vodivé předměty, jichž se lze dotknout. Ochranné pospojování mezi přívodním potrubím teplé a studené vody je zajištěno, jsou-li k těmto potrubím připojeny alespoň 2 celokovové mísící baterie v uvedeném prostoru. Je-li v uvedeném prostoru zásuvka nebo pevně připojené elektrické zařízení, spojí se ochranné pospojování s ochranným vodičem elektrického zařízení alespoň v jednom místě (viz ČSN 33 2135, část 1).
Při použití plastového potrubí se neprovádí ochranné pospojování jednotlivých plastových trubek. Výtoková mísicí armatura připojená k plastovému potrubí je samostatný předmět, a proto se připojuje na ochranné pospojování jedním vodičem. Pospojování není nutno provádět při použití nekovových baterií. Vodivé předměty připojené na plastové potrubí se nemusí pospojovat za podmínky, že mají větší izolační odpor než 100 kΩ při naplnění potrubí vodou.

## 9. POŽÁRNÍ VODOVODY

Polypropylénové potrubí lze užít pouze k rozvodu zavodněného požárního vodovodu za splnění dalších podmínek:

- volně lze vést potrubí v prostorech, ve kterých nejsou při požáru vystaveny účinkům vyšších teplot než 70 °C,
- v ostatních případech (v prostorech, ve kterých se vyskytuje požární zatížení) musí být potrubí umístěno v instalační šachtě nebo kanálu s požární odolností dvojnásobnou, než jaká se požaduje pro instalační šachty.

Při postupu požárně dělicí konstrukcí musí být prostup potrubí dotěsněn hmotou stupně hořlavosti nejvýše C1 (ČSN 73 0823); těsnicí konstrukce musí vykazovat požární odolnost shodnou s požární odolností konstrukce, kterou rozvody prostupují, nepožaduje se však vyšší odolnost než 60 minut. Při prostupu potrubí světlého průřezu do 400 $cm^2$ se nevyžadují další opatření.

## 10. NÁVRH A DIMENZOVÁNÍ PLASTOVÉHO POTRUBÍ

Výpočet plastového potrubí se provádí podle ČSN 73 6655. Pro výpočet jsou v této ČSN uvedeny odlišné maximální hodnoty rychlostí proudění vody v potrubí oproti kovu a koeficient drsnosti stěn pro výpočet součinitele tlakové ztráty třením.
U výpočtu, navrhování a instalace plastového rozvodu vody pro systém PP-R INSTAPLAST se vyskytuje mnoho odlišností oproti dříve užívanému rozvodu vody v ocelových trubkách. Doporučujeme proto před vlastním navrhováním důkladné seznámení s problematikou plastových rozvodů.

## 11. TLAKOVÁ ZKOUŠKA

Po dokončení montáže se musí vnitřní vodovod ještě před napojením na veřejný vodovod nebo vlastní zdroj vody prohlédnout a tlakově odzkoušet (viz ČSN 73 6660). O prohlídce a tlakové zkoušce se zpracuje zápis v souladu s příslušnými předpisy. Zkouškou potrubí se prověřuje jeho kompletnost, odolnost proti vnitřnímu přetlaku a těsnost.
Před tlakovou zkouškou je třeba všechny úseky vnitřního vodovodu propláchnout vodou a současně na nejnižším místě odkalit. Tlaková zkouška se provádí po montáži příslušenství, zařizovacích předmětů, přístrojů a zařízení (výtokových a pojistných armatur, čerpadel, ohřívačů apod.). Vnitřní vodovod se zkouší 1,5 násobkem provozního přetlaku, nejméně však přetlakem 1,5 MPa. Po napuštění vodou se vnitřní vodovod stabilizuje provozním přetlakem po dobu nejméně 12 hodin. Po této době se tlak zvýší na hodnotu zkušebního přetlaku. Po uplynutí jedné hodiny od dosáhnutí zkušebního přetlaku nesmí tlak poklesnout o více než 0,02 MPa. Při větším poklesu je tlaková zkouška nevyhovující.

## PŘÍKLAD ZÁPISU O PROHLÍDCE A TLAKOVÉ ZKOUŠCE VNITŘNÍHO VODOVODU DLE ČSN 73 6660

**Protokol o tlakové zkoušce dne:** .....

**1.** Název stavebního objektu: .....

**2.** Místo stavby – adresa: .....

**3.** Zdroj vody: .....

**4.** Projekt: .....

Změny projektu: .....

**5.** Nainstalované dimenze a délky potrubí: .....

.....

.....

**6.** Nainstalované armatury: .....

.....

.....

**7.** Průběh tlakové zkoušky – tlakovací zařízení:

- začátek: ..... konec: .....
- zkušební tlak: ..... tlak po 1 hodině: .....
- pokles tlaku: .....
- výsledek zkoušky: .....
- výsledky případných dílčích tlakových zkoušek: .....

**8.** Investor: .....

.....

Razítko a podpis:

**9.** Dodavatel: .....

.....

Razítko a podpis:

## 12. TABULKY TLAKOVÝCH ZTRÁT

| PN 10 | teplota vody = 10 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k = 0,01 | 20 x 1,9 mm | | 25 x 2,3 mm | | 32 x 2,9 mm | | 40 x 3,7 mm | | 50 x 4,6 mm | | 63 x 5,8 mm | | 75 x 6,8 mm | | 90 x 8,2 mm | | 110 x 10 mm | |
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 1/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s |
| 0,01 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,020 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,041 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,067 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,099 | 0,3 | 0,029 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,137 | 0,3 | 0,039 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,180 | 0,4 | 0,052 | 0,2 | 0,015 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,227 | 0,4 | 0,065 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,280 | 0,5 | 0,080 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,10 | 0,337 | 0,5 | 0,097 | 0,3 | 0,028 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,12 | 0,465 | 0,6 | 0,133 | 0,4 | 0,038 | 0,2 | 0,013 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,14 | 0,611 | 0,8 | 0,175 | 0,4 | 0,050 | 0,3 | 0,017 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,16 | 0,774 | 0,9 | 0,222 | 0,5 | 0,063 | 0,3 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,18 | 0,954 | 1,0 | 0,273 | 0,6 | 0,078 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,20 | 1,150 | 1,1 | 0,329 | 0,6 | 0,094 | 0,4 | 0,032 | 0,2 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,30 | 2,370 | 1,6 | 0,674 | 1,0 | 0,192 | 0,6 | 0,065 | 0,4 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,40 | 3,971 | 2,1 | 1,124 | 1,3 | 0,319 | 0,8 | 0,108 | 0,5 | 0,037 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,50 | 5,939 | 2,7 | 1,675 | 1,6 | 0,474 | 0,9 | 0,160 | 0,6 | 0,055 | 0,4 | 0,018 | 0,2 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,60 | 8,266 | 3,2 | 2,322 | 1,9 | 0,655 | 1,1 | 0,221 | 0,7 | 0,076 | 0,5 | 0,025 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 |
| 0,70 | | | 3,064 | 2,2 | 0,863 | 1,3 | 0,291 | 0,8 | 0,099 | 0,5 | 0,033 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 0,80 | | | 3,900 | 2,5 | 1,095 | 1,5 | 0,369 | 1,0 | 0,126 | 0,6 | 0,042 | 0,4 | 0,018 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 0,90 | | | 4,826 | 2,9 | 1,352 | 1,7 | 0,455 | 1,1 | 0,155 | 0,7 | 0,051 | 0,4 | 0,022 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,004 | 0,1 |
| 1,00 | | | 5,844 | 3,2 | 1,634 | 1,9 | 0,549 | 1,2 | 0,187 | 0,8 | 0,062 | 0,5 | 0,027 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | 2,269 | 2,3 | 0,760 | 1,4 | 0,258 | 0,9 | 0,085 | 0,6 | 0,037 | 0,4 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | 2,998 | 2,6 | 1,001 | 1,7 | 0,340 | 1,1 | 0,112 | 0,7 | 0,049 | 0,5 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 |
| 1,60 | | | | | 3,819 | 3,0 | 1,273 | 1,9 | 0,431 | 1,2 | 0,142 | 0,8 | 0,062 | 0,5 | 0,026 | 0,4 | 0,010 | 0,3 |
| 1,80 | | | | | 4,732 | 3,4 | 1,574 | 2,2 | 0,532 | 1,4 | 0,175 | 0,9 | 0,076 | 0,6 | 0,031 | 0,4 | 0,012 | 0,3 |
| 2,00 | | | | | | | 1,903 | 2,4 | 0,642 | 1,5 | 0,211 | 1,0 | 0,092 | 0,7 | 0,038 | 0,5 | 0,014 | 0,3 |
| 2,20 | | | | | | | 2,262 | 2,6 | 0,762 | 1,7 | 0,250 | 1,1 | 0,108 | 0,7 | 0,045 | 0,5 | 0,017 | 0,3 |
| 2,40 | | | | | | | 2,649 | 2,9 | 0,891 | 1,8 | 0,292 | 1,2 | 0,126 | 0,8 | 0,052 | 0,6 | 0,020 | 0,4 |
| 2,60 | | | | | | | 3,064 | 3,1 | 1,029 | 2,0 | 0,337 | 1,3 | 0,146 | 0,9 | 0,060 | 0,6 | 0,023 | 0,4 |
| 2,80 | | | | | | | 3,507 | 3,4 | 1,176 | 2,1 | 0,385 | 1,3 | 0,166 | 1,0 | 0,069 | 0,7 | 0,026 | 0,4 |
| 3,00 | | | | | | | | | 1,332 | 2,3 | 0,436 | 1,4 | 0,188 | 1,0 | 0,078 | 0,7 | 0,030 | 0,5 |
| 3,20 | | | | | | | | | 1,497 | 2,4 | 0,489 | 1,5 | 0,211 | 1,1 | 0,087 | 0,8 | 0,033 | 0,5 |
| 3,40 | | | | | | | | | 1,671 | 2,6 | 0,545 | 1,6 | 0,235 | 1,2 | 0,097 | 0,8 | 0,037 | 0,5 |
| 3,60 | | | | | | | | | 1,854 | 2,8 | 0,604 | 1,7 | 0,260 | 1,2 | 0,107 | 0,8 | 0,041 | 0,6 |
| 3,80 | | | | | | | | | 2,045 | 2,9 | 0,666 | 1,8 | 0,287 | 1,3 | 0,118 | 0,9 | 0,045 | 0,6 |
| 4,00 | | | | | | | | | 2,246 | 3,1 | 0,731 | 1,9 | 0,314 | 1,4 | 0,129 | 0,9 | 0,049 | 0,6 |
| 4,20 | | | | | | | | | 2,454 | 3,2 | 0,798 | 2,0 | 0,343 | 1,4 | 0,141 | 1,0 | 0,054 | 0,7 |
| 4,40 | | | | | | | | | 2,672 | 3,4 | 0,868 | 2,1 | 0,373 | 1,5 | 0,153 | 1,0 | 0,058 | 0,7 |
| 4,60 | | | | | | | | | 2,898 | 3,5 | 0,940 | 2,2 | 0,404 | 1,6 | 0,166 | 1,1 | 0,063 | 0,7 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | 1,016 | 2,3 | 0,436 | 1,6 | 0,179 | 1,1 | 0,068 | 0,8 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | 1,093 | 2,4 | 0,469 | 1,7 | 0,193 | 1,2 | 0,073 | 0,8 |

| **PN 10** | **teplota vody = 50 °C** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k = 0,01 | 20 x 1,9 mm | | 25 x 2,3 mm | | 32 x 2,9 mm | | 40 x 3,7 mm | | 50 x 4,6 mm | | 63 x 5,8 mm | | 75 x 6,8 mm | | 90 x 8,2 mm | | 110 x 10 mm | |
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 1/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s |
| 0,01 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,016 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,033 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,055 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,081 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,112 | 0,3 | 0,032 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,147 | 0,4 | 0,042 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,186 | 0,4 | 0,053 | 0,3 | 0,015 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,229 | 0,5 | 0,065 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,10 | 0,277 | 0,5 | 0,079 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,12 | 0,383 | 0,6 | 0,109 | 0,4 | 0,031 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,14 | 0,505 | 0,8 | 0,143 | 0,4 | 0,041 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,16 | 0,642 | 0,9 | 0,182 | 0,5 | 0,052 | 0,3 | 0,018 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,18 | 0,793 | 1,0 | 0,224 | 0,6 | 0,064 | 0,3 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,20 | 0,959 | 1,1 | 0,271 | 0,6 | 0,077 | 0,4 | 0,026 | 0,2 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,30 | 2,003 | 1,6 | 0,561 | 1,0 | 0,158 | 0,6 | 0,053 | 0,4 | 0,018 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,40 | 3,396 | 2,1 | 0,943 | 1,3 | 0,264 | 0,8 | 0,089 | 0,5 | 0,030 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,50 | 5,132 | 2,7 | 1,417 | 1,6 | 0,394 | 0,9 | 0,132 | 0,6 | 0,045 | 0,4 | 0,015 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,60 | 7,206 | 3,2 | 1,978 | 1,9 | 0,548 | 1,1 | 0,183 | 0,7 | 0,062 | 0,5 | 0,021 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,70 | | | 2,628 | 2,2 | 0,726 | 1,3 | 0,242 | 0,8 | 0,082 | 0,5 | 0,027 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 0,80 | | | 3,365 | 2,5 | 0,926 | 1,5 | 0,307 | 1,0 | 0,104 | 0,6 | 0,034 | 0,4 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 0,90 | | | 4,188 | 2,9 | 1,148 | 1,7 | 0,380 | 1,1 | 0,128 | 0,7 | 0,042 | 0,4 | 0,018 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 1,00 | | | 5,097 | 3,2 | 1,393 | 1,9 | 0,460 | 1,2 | 0,155 | 0,8 | 0,051 | 0,5 | 0,022 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | 1,950 | 2,3 | 0,642 | 1,4 | 0,215 | 0,9 | 0,070 | 0,6 | 0,030 | 0,4 | 0,013 | 0,3 | 0,005 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | 2,594 | 2,6 | 0,851 | 1,7 | 0,284 | 1,1 | 0,093 | 0,7 | 0,040 | 0,5 | 0,017 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 1,60 | | | | | 3,327 | 3,0 | 1,087 | 1,9 | 0,362 | 1,2 | 0,118 | 0,8 | 0,051 | 0,5 | 0,021 | 0,4 | 0,008 | 0,3 |
| 1,80 | | | | | 4,147 | 3,4 | 1,351 | 2,2 | 0,449 | 1,4 | 0,146 | 0,9 | 0,063 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,010 | 0,3 |
| 2,00 | | | | | | | 1,642 | 2,4 | 0,545 | 1,5 | 0,177 | 1,0 | 0,076 | 0,7 | 0,031 | 0,5 | 0,012 | 0,3 |
| 2,20 | | | | | | | 1,961 | 2,6 | 0,649 | 1,7 | 0,210 | 1,1 | 0,090 | 0,7 | 0,037 | 0,5 | 0,014 | 0,3 |
| 2,40 | | | | | | | 2,306 | 2,9 | 0,761 | 1,8 | 0,246 | 1,2 | 0,105 | 0,8 | 0,043 | 0,6 | 0,016 | 0,4 |
| 2,60 | | | | | | | 2,677 | 3,1 | 0,882 | 2,0 | 0,284 | 1,3 | 0,122 | 0,9 | 0,050 | 0,6 | 0,019 | 0,4 |
| 2,80 | | | | | | | 3,076 | 3,4 | 1,011 | 2,1 | 0,325 | 1,3 | 0,139 | 1,0 | 0,057 | 0,7 | 0,022 | 0,4 |
| 3,00 | | | | | | | | | 1,149 | 2,3 | 0,369 | 1,4 | 0,158 | 1,0 | 0,064 | 0,7 | 0,024 | 0,5 |
| 3,20 | | | | | | | | | 1,296 | 2,4 | 0,416 | 1,5 | 0,177 | 1,1 | 0,072 | 0,8 | 0,027 | 0,5 |
| 3,40 | | | | | | | | | 1,450 | 2,6 | 0,464 | 1,6 | 0,198 | 1,2 | 0,081 | 0,8 | 0,031 | 0,5 |
| 3,60 | | | | | | | | | 1,613 | 2,8 | 0,516 | 1,7 | 0,220 | 1,2 | 0,089 | 0,8 | 0,034 | 0,6 |
| 3,80 | | | | | | | | | 1,785 | 2,9 | 0,570 | 1,8 | 0,242 | 1,3 | 0,099 | 0,9 | 0,037 | 0,6 |
| 4,00 | | | | | | | | | 1,964 | 3,1 | 0,626 | 1,9 | 0,266 | 1,4 | 0,108 | 0,9 | 0,041 | 0,6 |
| 4,20 | | | | | | | | | 2,152 | 3,2 | 0,686 | 2,0 | 0,291 | 1,4 | 0,118 | 1,0 | 0,045 | 0,7 |
| 4,40 | | | | | | | | | 2,349 | 3,4 | 0,747 | 2,1 | 0,317 | 1,5 | 0,129 | 1,0 | 0,048 | 0,7 |
| 4,60 | | | | | | | | | 2,553 | 3,5 | 0,811 | 2,2 | 0,344 | 1,6 | 0,139 | 1,1 | 0,053 | 0,7 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | 0,878 | 2,3 | 0,372 | 1,6 | 0,151 | 1,1 | 0,057 | 0,8 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | 0,947 | 2,4 | 0,401 | 1,7 | 0,162 | 1,2 | 0,061 | 0,8 |

| PN 16 | teplota vody = 10 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,4 mm | | 40 x 5,5 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 10,3 mm | | 90 x 12,3 mm | | 110 x 15,1 mm | |
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 1/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s |
| 0,01 | 0,025 | 0,1 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,083 | 0,2 | 0,027 | 0,1 | 0,009 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,170 | 0,3 | 0,056 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,282 | 0,4 | 0,093 | 0,2 | 0,032 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,418 | 0,5 | 0,137 | 0,3 | 0,047 | 0,2 | 0,015 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,576 | 0,6 | 0,189 | 0,4 | 0,065 | 0,2 | 0,020 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,756 | 0,7 | 0,248 | 0,4 | 0,085 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,958 | 0,8 | 0,313 | 0,5 | 0,108 | 0,3 | 0,034 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,09 | 1,180 | 0,9 | 0,386 | 0,6 | 0,133 | 0,4 | 0,041 | 0,2 | 0,014 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,10 | 1,422 | 1,0 | 0,465 | 0,6 | 0,160 | 0,4 | 0,050 | 0,2 | 0,017 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,12 | 1,967 | 1,2 | 0,641 | 0,7 | 0,221 | 0,5 | 0,069 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,14 | 2,588 | 1,4 | 0,843 | 0,9 | 0,290 | 0,6 | 0,090 | 0,3 | 0,031 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,16 | 3,285 | 1,6 | 1,068 | 1,0 | 0,367 | 0,6 | 0,114 | 0,4 | 0,039 | 0,2 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,18 | 4,056 | 1,8 | 1,316 | 1,1 | 0,452 | 0,7 | 0,140 | 0,4 | 0,048 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,20 | 4,900 | 2,0 | 1,588 | 1,2 | 0,544 | 0,8 | 0,168 | 0,5 | 0,058 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,30 | 10,182 | 2,9 | 3,277 | 1,8 | 1,118 | 1,2 | 0,345 | 0,7 | 0,118 | 0,5 | 0,040 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,40 | | | 5,499 | 2,5 | 1,868 | 1,6 | 0,574 | 1,0 | 0,196 | 0,6 | 0,066 | 0,4 | 0,022 | 0,2 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 |
| 0,50 | | | 8,236 | 3,1 | 2,786 | 2,0 | 0,854 | 1,2 | 0,290 | 0,8 | 0,097 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 0,60 | | | | | 3,869 | 2,4 | 1,183 | 1,4 | 0,401 | 0,9 | 0,134 | 0,6 | 0,045 | 0,4 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 0,70 | | | | | 5,112 | 2,8 | 1,558 | 1,7 | 0,528 | 1,1 | 0,176 | 0,7 | 0,058 | 0,4 | 0,026 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 |
| 0,80 | | | | | 6,513 | 3,1 | 1,980 | 1,9 | 0,669 | 1,2 | 0,223 | 0,8 | 0,074 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,005 | 0,2 |
| 0,90 | | | | | 8,071 | 3,5 | 2,448 | 2,2 | 0,826 | 1,4 | 0,275 | 0,9 | 0,091 | 0,6 | 0,040 | 0,4 | 0,017 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 1,00 | | | | | | | 2,960 | 2,4 | 0,997 | 1,5 | 0,332 | 1,0 | 0,110 | 0,6 | 0,048 | 0,4 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | | | 4,117 | 2,9 | 1,382 | 1,8 | 0,459 | 1,2 | 0,152 | 0,7 | 0,066 | 0,5 | 0,028 | 0,4 | 0,011 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | 5,449 | 3,4 | 1,824 | 2,1 | 0,604 | 1,4 | 0,199 | 0,9 | 0,087 | 0,6 | 0,037 | 0,4 | 0,014 | 0,3 |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,322 | 2,5 | 0,767 | 1,6 | 0,253 | 1,0 | 0,110 | 0,7 | 0,046 | 0,5 | 0,018 | 0,3 |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,874 | 2,8 | 0,948 | 1,7 | 0,311 | 1,1 | 0,136 | 0,8 | 0,057 | 0,5 | 0,022 | 0,4 |
| 2,00 | | | | | | | | | 3,480 | 3,1 | 1,145 | 1,9 | 0,376 | 1,2 | 0,164 | 0,9 | 0,069 | 0,6 | 0,026 | 0,4 |
| 2,20 | | | | | | | | | 4,139 | 3,4 | 1,360 | 2,1 | 0,446 | 1,3 | 0,194 | 1,0 | 0,081 | 0,7 | 0,031 | 0,4 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 1,591 | 2,3 | 0,521 | 1,5 | 0,227 | 1,0 | 0,095 | 0,7 | 0,036 | 0,5 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,839 | 2,5 | 0,601 | 1,6 | 0,261 | 1,1 | 0,109 | 0,8 | 0,041 | 0,5 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 2,104 | 2,7 | 0,686 | 1,7 | 0,298 | 1,2 | 0,125 | 0,8 | 0,047 | 0,6 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 2,385 | 2,9 | 0,777 | 1,8 | 0,337 | 1,3 | 0,141 | 0,9 | 0,053 | 0,6 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 2,682 | 3,1 | 0,873 | 2,0 | 0,379 | 1,4 | 0,158 | 1,0 | 0,060 | 0,6 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,995 | 3,3 | 0,974 | 2,1 | 0,422 | 1,5 | 0,176 | 1,0 | 0,067 | 0,7 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | 3,324 | 3,5 | 1,080 | 2,2 | 0,468 | 1,6 | 0,195 | 1,1 | 0,074 | 0,7 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,190 | 2,3 | 0,515 | 1,6 | 0,215 | 1,1 | 0,081 | 0,8 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,306 | 2,4 | 0,565 | 1,7 | 0,235 | 1,2 | 0,089 | 0,8 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,427 | 2,6 | 0,617 | 1,8 | 0,257 | 1,3 | 0,097 | 0,8 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,553 | 2,7 | 0,671 | 1,9 | 0,279 | 1,3 | 0,105 | 0,9 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,683 | 2,8 | 0,727 | 2,0 | 0,302 | 1,4 | 0,114 | 0,9 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,819 | 2,9 | 0,785 | 2,1 | 0,326 | 1,4 | 0,123 | 1,0 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,959 | 3,1 | 0,845 | 2,2 | 0,361 | 1,5 | 0,132 | 1,0 |

| **PN 16** | **teplota vody = 50 °C** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,4 mm | | 40 x 5,5 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 10,3 mm | | 90 x 12,3 mm | | 110 x 15,1 mm | |
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 1/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s |
| 0,01 | 0,020 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,068 | 0,2 | 0,022 | 0,1 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,138 | 0,3 | 0,045 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,230 | 0,4 | 0,075 | 0,2 | 0,026 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,342 | 0,5 | 0,112 | 0,3 | 0,038 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,473 | 0,6 | 0,154 | 0,4 | 0,053 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,623 | 0,7 | 0,203 | 0,4 | 0,070 | 0,3 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,792 | 0,8 | 0,257 | 0,5 | 0,088 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,978 | 0,9 | 0,317 | 0,6 | 0,108 | 0,4 | 0,034 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,10 | 1,183 | 1,0 | 0,382 | 0,6 | 0,131 | 0,4 | 0,040 | 0,2 | 0,014 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,12 | 1,644 | 1,2 | 0,530 | 0,7 | 0,181 | 0,5 | 0,056 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,14 | 2,175 | 1,4 | 0,698 | 0,9 | 0,238 | 0,6 | 0,073 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,16 | 2,773 | 1,6 | 0,888 | 1,0 | 0,302 | 0,6 | 0,093 | 0,4 | 0,032 | 0,2 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,18 | 3,439 | 1,8 | 1,099 | 1,1 | 0,373 | 0,7 | 0,115 | 0,4 | 0,039 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,20 | 4,172 | 2,0 | 1,330 | 1,2 | 0,450 | 0,8 | 0,138 | 0,5 | 0,047 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,30 | 8,828 | 2,9 | 2,785 | 1,8 | 0,935 | 1,2 | 0,285 | 0,7 | 0,096 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,40 | | | 4,731 | 2,5 | 1,578 | 1,6 | 0,478 | 1,0 | 0,161 | 0,6 | 0,054 | 0,4 | 0,018 | 0,2 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,50 | | | 7,161 | 3,1 | 2,376 | 2,0 | 0,716 | 1,2 | 0,240 | 0,8 | 0,080 | 0,5 | 0,026 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 0,60 | | | | | 3,325 | 2,4 | 0,997 | 1,4 | 0,334 | 0,9 | 0,110 | 0,6 | 0,036 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 0,70 | | | | | 4,425 | 2,8 | 1,322 | 1,7 | 0,441 | 1,1 | 0,146 | 0,7 | 0,048 | 0,4 | 0,021 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 0,80 | | | | | 5,675 | 3,1 | 1,689 | 1,9 | 0,562 | 1,2 | 0,185 | 0,8 | 0,061 | 0,5 | 0,026 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 0,90 | | | | | 7,073 | 3,5 | 2,098 | 2,2 | 0,696 | 1,4 | 0,229 | 0,9 | 0,075 | 0,6 | 0,033 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 |
| 1,00 | | | | | | | 2,549 | 2,4 | 0,843 | 1,5 | 0,277 | 1,0 | 0,091 | 0,6 | 0,039 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | | | 3,577 | 2,9 | 1,178 | 1,8 | 0,385 | 1,2 | 0,126 | 0,7 | 0,055 | 0,5 | 0,023 | 0,4 | 0,009 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | 4,770 | 3,4 | 1,565 | 2,1 | 0,510 | 1,4 | 0,166 | 0,9 | 0,072 | 0,6 | 0,030 | 0,4 | 0,011 | 0,3 |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,004 | 2,5 | 0,650 | 1,6 | 0,211 | 1,0 | 0,091 | 0,7 | 0,038 | 0,5 | 0,014 | 0,3 |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,494 | 2,8 | 0,807 | 1,7 | 0,261 | 1,1 | 0,113 | 0,8 | 0,047 | 0,5 | 0,018 | 0,4 |
| 2,00 | | | | | | | | | 3,036 | 3,1 | 0,980 | 1,9 | 0,316 | 1,2 | 0,136 | 0,9 | 0,057 | 0,6 | 0,021 | 0,4 |
| 2,20 | | | | | | | | | 3,629 | 3,4 | 1,168 | 2,1 | 0,376 | 1,3 | 0,162 | 1,0 | 0,067 | 0,7 | 0,025 | 0,4 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 1,372 | 2,3 | 0,441 | 1,5 | 0,190 | 1,0 | 0,079 | 0,7 | 0,030 | 0,5 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,592 | 2,5 | 0,511 | 1,6 | 0,220 | 1,1 | 0,091 | 0,8 | 0,034 | 0,5 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,828 | 2,7 | 0,585 | 1,7 | 0,251 | 1,2 | 0,104 | 0,8 | 0,039 | 0,6 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 2,079 | 2,9 | 0,664 | 1,8 | 0,285 | 1,3 | 0,118 | 0,9 | 0,044 | 0,6 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 2,345 | 3,1 | 0,748 | 2,0 | 0,320 | 1,4 | 0,132 | 1,0 | 0,050 | 0,6 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,627 | 3,3 | 0,837 | 2,1 | 0,358 | 1,5 | 0,148 | 1,0 | 0,055 | 0,7 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | 2,925 | 3,5 | 0,930 | 2,2 | 0,398 | 1,6 | 0,164 | 1,1 | 0,061 | 0,7 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,028 | 2,3 | 0,439 | 1,6 | 0,181 | 1,1 | 0,067 | 0,8 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,131 | 2,4 | 0,483 | 1,7 | 0,198 | 1,2 | 0,074 | 0,8 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,239 | 2,6 | 0,528 | 1,8 | 0,217 | 1,3 | 0,081 | 0,8 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,351 | 2,7 | 0,575 | 1,9 | 0,236 | 1,3 | 0,088 | 0,9 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,468 | 2,8 | 0,624 | 2,0 | 0,256 | 1,4 | 0,095 | 0,9 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,589 | 2,9 | 0,676 | 2,1 | 0,277 | 1,4 | 0,103 | 1,0 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,716 | 3,1 | 0,729 | 2,2 | 0,298 | 1,5 | 0,111 | 1,0 |

| PN 20 | teplota vody = 10 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k = 0,01 | 16 x 2,7 mm | | 20 x 3,4 mm | | 25 x 4,2 mm | | 32 x 5,4 mm | | 40 x 6,7 mm | | 50 x 8,3 mm | | 63 x 10,5 mm | | 75 x 12,5 mm | | 90 x 15,0 mm | | 110 x 18,3 mm | |
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 1/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s |
| 0,01 | 0,035 | 0,1 | 0,012 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,118 | 0,2 | 0,041 | 0,1 | 0,014 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,240 | 0,3 | 0,084 | 0,2 | 0,028 | 0,1 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,399 | 0,5 | 0,140 | 0,3 | 0,047 | 0,2 | 0,015 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,591 | 0,6 | 0,207 | 0,4 | 0,070 | 0,2 | 0,022 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,816 | 0,7 | 0,286 | 0,4 | 0,096 | 0,3 | 0,030 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,07 | 1,071 | 0,8 | 0,375 | 0,5 | 0,126 | 0,3 | 0,039 | 0,2 | 0,013 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,08 | 1,357 | 0,9 | 0,475 | 0,6 | 0,159 | 0,4 | 0,050 | 0,2 | 0,017 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,09 | 1,673 | 1,0 | 0,585 | 0,7 | 0,196 | 0,4 | 0,061 | 0,3 | 0,021 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,10 | 2,017 | 1,1 | 0,704 | 0,7 | 0,236 | 0,5 | 0,073 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,12 | 2,791 | 1,4 | 0,973 | 0,9 | 0,325 | 0,6 | 0,101 | 0,3 | 0,034 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,14 | 3,676 | 1,6 | 1,279 | 1,0 | 0,427 | 0,6 | 0,133 | 0,4 | 0,045 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,16 | 4,669 | 1,8 | 1,622 | 1,2 | 0,540 | 0,7 | 0,168 | 0,5 | 0,057 | 0,3 | 0,020 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,18 | 5,768 | 2,0 | 2,000 | 1,3 | 0,665 | 0,8 | 0,206 | 0,5 | 0,070 | 0,3 | 0,024 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,20 | 6,971 | 2,3 | 2,414 | 1,5 | 0,802 | 0,9 | 0,249 | 0,6 | 0,084 | 0,4 | 0,029 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | |
| 0,30 | 14,522 | 3,4 | 4,994 | 2,2 | 1,650 | 1,4 | 0,510 | 0,8 | 0,172 | 0,5 | 0,060 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,40 | | | 8,397 | 2,9 | 2,761 | 1,8 | 0,849 | 1,1 | 0,286 | 0,7 | 0,099 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 |
| 0,50 | | | | | 4,125 | 2,3 | 1,264 | 1,4 | 0,425 | 0,9 | 0,147 | 0,6 | 0,048 | 0,4 | 0,021 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 0,60 | | | | | 5,735 | 2,8 | 1,752 | 1,7 | 0,587 | 1,1 | 0,203 | 0,7 | 0,066 | 0,4 | 0,029 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,1 |
| 0,70 | | | | | 7,585 | 3,2 | 2,311 | 2,0 | 0,773 | 1,3 | 0,267 | 0,8 | 0,087 | 0,5 | 0,038 | 0,4 | 0,016 | 0,2 | 0,006 | 0,2 |
| 0,80 | | | | | | | 2,939 | 2,3 | 0,981 | 1,4 | 0,338 | 0,9 | 0,110 | 0,6 | 0,048 | 0,4 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 |
| 0,90 | | | | | | | 3,635 | 2,5 | 1,211 | 1,6 | 0,417 | 1,0 | 0,135 | 0,6 | 0,059 | 0,5 | 0,025 | 0,3 | 0,010 | 0,2 |
| 1,00 | | | | | | | 4,399 | 2,8 | 1,463 | 1,8 | 0,503 | 1,2 | 0,163 | 0,7 | 0,071 | 0,5 | 0,030 | 0,4 | 0,011 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | | | 6,127 | 3,4 | 2,031 | 2,2 | 0,696 | 1,4 | 0,225 | 0,9 | 0,097 | 0,6 | 0,041 | 0,4 | 0,016 | 0,3 |
| 1,40 | | | | | | | | | 2,683 | 2,5 | 0,917 | 1,6 | 0,296 | 1,0 | 0,128 | 0,7 | 0,054 | 0,5 | 0,021 | 0,3 |
| 1,60 | | | | | | | | | 3,417 | 2,9 | 1,165 | 1,8 | 0,375 | 1,2 | 0,162 | 0,8 | 0,068 | 0,6 | 0,026 | 0,4 |
| 1,80 | | | | | | | | | 4,233 | 3,2 | 1,441 | 2,1 | 0,463 | 1,3 | 0,200 | 0,9 | 0,083 | 0,6 | 0,032 | 0,4 |
| 2,00 | | | | | | | | | | | 1,742 | 2,3 | 0,559 | 1,4 | 0,241 | 1,0 | 0,101 | 0,7 | 0,039 | 0,5 |
| 2,20 | | | | | | | | | | | 2,070 | 2,5 | 0,663 | 1,6 | 0,286 | 1,1 | 0,119 | 0,8 | 0,046 | 0,5 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 2,423 | 2,8 | 0,775 | 1,7 | 0,334 | 1,2 | 0,139 | 0,8 | 0,054 | 0,6 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 2,803 | 3,0 | 0,894 | 1,9 | 0,385 | 1,3 | 0,160 | 0,9 | 0,062 | 0,6 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 3,208 | 3,2 | 1,022 | 2,0 | 0,440 | 1,4 | 0,183 | 1,0 | 0,070 | 0,7 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 3,638 | 3,5 | 1,158 | 2,2 | 0,498 | 1,5 | 0,207 | 1,1 | 0,080 | 0,7 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | | | 1,301 | 2,3 | 0,559 | 1,6 | 0,232 | 1,1 | 0,089 | 0,8 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | | | 1,452 | 2,5 | 0,623 | 1,7 | 0,259 | 1,2 | 0,099 | 0,8 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 1,610 | 2,6 | 0,691 | 1,8 | 0,286 | 1,3 | 0,110 | 0,9 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,776 | 2,7 | 0,761 | 1,9 | 0,316 | 1,3 | 0,121 | 0,9 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,949 | 2,9 | 0,835 | 2,0 | 0,346 | 1,4 | 0,133 | 1,0 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 2,131 | 3,0 | 0,912 | 2,1 | 0,377 | 1,5 | 0,145 | 1,0 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 2,319 | 3,2 | 0,992 | 2,2 | 0,410 | 1,6 | 0,157 | 1,0 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 2,515 | 3,3 | 1,075 | 2,3 | 0,444 | 1,6 | 0,170 | 1,1 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 2,718 | 3,5 | 1,161 | 2,4 | 0,480 | 1,7 | 0,184 | 1,1 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,251 | 2,5 | 0,516 | 1,8 | 0,198 | 1,2 |

| **PN 20** | **teplota vody = 50 °C** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k = 0,01 | 16 x 2,7 mm | | 20 x 3,4 mm | | 25 x 4,2 mm | | 32 x 5,4 mm | | 40 x 6,7 mm | | 50 x 8,3 mm | | 63 x 10,5 mm | | 75 x 12,5 mm | | 90 x 15,0 mm | | 110 x 18,3 mm | |
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 1/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s |
| 0,01 | 0,028 | 0,1 | 0,010 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,096 | 0,2 | 0,034 | 0,1 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,196 | 0,3 | 0,069 | 0,2 | 0,023 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,326 | 0,5 | 0,114 | 0,3 | 0,038 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,485 | 0,6 | 0,169 | 0,4 | 0,057 | 0,2 | 0,018 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,672 | 0,7 | 0,234 | 0,4 | 0,078 | 0,3 | 0,024 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,886 | 0,8 | 0,308 | 0,5 | 0,102 | 0,3 | 0,032 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,08 | 1,126 | 0,9 | 0,390 | 0,6 | 0,130 | 0,4 | 0,040 | 0,2 | 0,014 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,09 | 1,392 | 1,0 | 0,482 | 0,7 | 0,160 | 0,4 | 0,050 | 0,3 | 0,017 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,10 | 1,684 | 1,1 | 0,582 | 0,7 | 0,193 | 0,5 | 0,060 | 0,3 | 0,020 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,12 | 2,344 | 1,4 | 0,807 | 0,9 | 0,267 | 0,6 | 0,082 | 0,3 | 0,028 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,14 | 3,104 | 1,6 | 1,065 | 1,0 | 0,351 | 0,6 | 0,108 | 0,4 | 0,037 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,16 | 3,962 | 1,8 | 1,356 | 1,2 | 0,446 | 0,7 | 0,137 | 0,5 | 0,046 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,18 | 4,918 | 2,0 | 1,679 | 1,3 | 0,551 | 0,8 | 0,169 | 0,5 | 0,057 | 0,3 | 0,020 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,20 | 5,972 | 2,3 | 2,033 | 1,5 | 0,666 | 0,9 | 0,204 | 0,6 | 0,069 | 0,4 | 0,024 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,30 | 12,680 | 3,4 | 4,273 | 2,2 | 1,388 | 1,4 | 0,423 | 0,8 | 0,141 | 0,5 | 0,049 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,40 | | | 7,281 | 2,9 | 2,348 | 1,8 | 0,710 | 1,1 | 0,236 | 0,7 | 0,081 | 0,5 | 0,026 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 |
| 0,50 | | | | | 3,541 | 2,3 | 1,065 | 1,4 | 0,353 | 0,9 | 0,121 | 0,6 | 0,039 | 0,4 | 0,017 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 0,60 | | | | | 4,964 | 2,8 | 1,486 | 1,7 | 0,491 | 1,1 | 0,168 | 0,7 | 0,054 | 0,4 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 |
| 0,70 | | | | | 6,616 | 3,2 | 1,972 | 2,0 | 0,649 | 1,3 | 0,221 | 0,8 | 0,071 | 0,5 | 0,031 | 0,4 | 0,013 | 0,2 | 0,005 | 0,2 |
| 0,80 | | | | | | | 2,523 | 2,3 | 0,828 | 1,4 | 0,281 | 0,9 | 0,090 | 0,6 | 0,039 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 0,90 | | | | | | | 3,138 | 2,5 | 1,027 | 1,6 | 0,348 | 1,0 | 0,111 | 0,6 | 0,048 | 0,5 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 |
| 1,00 | | | | | | | 3,816 | 2,8 | 1,245 | 1,8 | 0,421 | 1,2 | 0,135 | 0,7 | 0,058 | 0,5 | 0,024 | 0,4 | 0,009 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | | | 5,364 | 3,4 | 1,742 | 2,2 | 0,587 | 1,4 | 0,187 | 0,9 | 0,080 | 0,6 | 0,033 | 0,4 | 0,013 | 0,3 |
| 1,40 | | | | | | | | | 2,317 | 2,5 | 0,778 | 1,6 | 0,247 | 1,0 | 0,106 | 0,7 | 0,044 | 0,5 | 0,017 | 0,3 |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,971 | 2,9 | 0,994 | 1,8 | 0,315 | 1,2 | 0,135 | 0,8 | 0,056 | 0,6 | 0,021 | 0,4 |
| 1,80 | | | | | | | | | 3,702 | 3,2 | 1,235 | 2,1 | 0,390 | 1,3 | 0,167 | 0,9 | 0,069 | 0,6 | 0,026 | 0,4 |
| 2,00 | | | | | | | | | | | 1,501 | 2,3 | 0,473 | 1,4 | 0,202 | 1,0 | 0,083 | 0,7 | 0,032 | 0,5 |
| 2,20 | | | | | | | | | | | 1,791 | 2,5 | 0,563 | 1,6 | 0,240 | 1,1 | 0,099 | 0,8 | 0,038 | 0,5 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 2,106 | 2,8 | 0,660 | 1,7 | 0,281 | 1,2 | 0,116 | 0,8 | 0,044 | 0,6 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 2,445 | 3,0 | 0,765 | 1,9 | 0,325 | 1,3 | 0,134 | 0,9 | 0,051 | 0,6 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 2,809 | 3,2 | 0,877 | 2,0 | 0,373 | 1,4 | 0,153 | 1,0 | 0,058 | 0,7 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 3,197 | 3,5 | 0,996 | 2,2 | 0,423 | 1,5 | 0,174 | 1,1 | 0,066 | 0,7 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | | | 1,123 | 2,3 | 0,476 | 1,6 | 0,195 | 1,1 | 0,074 | 0,8 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | | | 1,256 | 2,5 | 0,532 | 1,7 | 0,218 | 1,2 | 0,083 | 0,8 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 1,397 | 2,6 | 0,591 | 1,8 | 0,242 | 1,3 | 0,092 | 0,9 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,545 | 2,7 | 0,653 | 1,9 | 0,267 | 1,3 | 0,101 | 0,9 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,701 | 2,9 | 0,718 | 2,0 | 0,293 | 1,4 | 0,111 | 1,0 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,863 | 3,0 | 0,786 | 2,1 | 0,321 | 1,5 | 0,121 | 1,0 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 2,033 | 3,2 | 0,856 | 2,2 | 0,349 | 1,6 | 0,132 | 1,0 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 2,210 | 3,3 | 0,930 | 2,3 | 0,379 | 1,6 | 0,143 | 1,1 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 2,394 | 3,5 | 1,006 | 2,4 | 0,410 | 1,7 | 0,155 | 1,1 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,086 | 2,5 | 0,442 | 1,8 | 0,167 | 1,2 |

| PN 20 | teplota vody = 80 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k = 0,01 | 16 x 2,7 mm | | 20 x 3,4 mm | | 25 x 4,2 mm | | 32 x 5,4 mm | | 40 x 6,7 mm | | 50 x 8,3 mm | | 63 x 10,5 mm | | 75 x 12,5 mm | | 90 x 15,0 mm | | 110 x 18,3 mm | |
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 1/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s |
| 0,01 | 0,026 | 0,1 | 0,009 | 1,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,087 | 0,2 | 0,030 | 1,1 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,179 | 0,3 | 0,062 | 0,2 | 0,021 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,299 | 0,5 | 0,104 | 0,3 | 0,035 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,446 | 0,6 | 0,155 | 0,4 | 0,051 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,619 | 0,7 | 0,214 | 0,4 | 0,071 | 0,3 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,818 | 0,8 | 0,282 | 0,5 | 0,094 | 0,3 | 0,029 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,08 | 1,042 | 0,9 | 0,359 | 0,6 | 0,119 | 0,4 | 0,037 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,09 | 1,291 | 1,0 | 0,443 | 0,7 | 0,146 | 0,4 | 0,045 | 0,3 | 0,015 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,10 | 1,565 | 1,1 | 0,536 | 0,7 | 0,177 | 0,5 | 0,054 | 0,3 | 0,018 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,12 | 2,186 | 1,4 | 0,746 | 0,9 | 0,245 | 0,6 | 0,075 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,14 | 2,905 | 1,6 | 0,988 | 1,0 | 0,323 | 0,6 | 0,099 | 0,4 | 0,033 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,16 | 3,719 | 1,8 | 1,261 | 1,2 | 0,412 | 0,7 | 0,126 | 0,5 | 0,042 | 0,3 | 0,015 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,18 | 4,630 | 2,0 | 1,565 | 1,3 | 0,510 | 0,8 | 0,155 | 0,5 | 0,052 | 0,3 | 0,018 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,20 | 5,636 | 2,3 | 1,900 | 1,5 | 0,617 | 0,9 | 0,188 | 0,6 | 0,063 | 0,4 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,30 | 12,090 | 3,4 | 4,031 | 2,2 | 1,296 | 1,4 | 0,391 | 0,8 | 0,130 | 0,5 | 0,045 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,40 | | | 6,918 | 2,9 | 2,206 | 1,8 | 0,661 | 1,1 | 0,218 | 0,7 | 0,075 | 0,5 | 0,024 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 |
| 0,50 | | | | | 3,346 | 2,3 | 0,995 | 1,4 | 0,327 | 0,9 | 0,111 | 0,6 | 0,036 | 0,4 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 0,60 | | | | | 4,712 | 2,8 | 1,395 | 1,7 | 0,456 | 1,1 | 0,155 | 0,7 | 0,050 | 0,4 | 0,021 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 0,70 | | | | | 6,304 | 3,2 | 1,858 | 2,0 | 0,605 | 1,3 | 0,205 | 0,8 | 0,065 | 0,5 | 0,028 | 0,4 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 |
| 0,80 | | | | | | | 2,384 | 2,3 | 0,774 | 1,4 | 0,261 | 0,9 | 0,083 | 0,6 | 0,036 | 0,4 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 0,90 | | | | | | | 2,974 | 2,5 | 0,963 | 1,6 | 0,324 | 1,0 | 0,103 | 0,6 | 0,044 | 0,5 | 0,018 | 0,3 | 0,007 | 0,2 |
| 1,00 | | | | | | | 3,626 | 2,8 | 1,171 | 1,8 | 0,392 | 1,2 | 0,124 | 0,7 | 0,053 | 0,5 | 0,022 | 0,4 | 0,009 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | | | 5,121 | 3,4 | 1,645 | 2,2 | 0,549 | 1,4 | 0,173 | 0,9 | 0,074 | 0,6 | 0,031 | 0,4 | 0,012 | 0,3 |
| 1,40 | | | | | | | | | 2,197 | 2,5 | 0,730 | 1,6 | 0,230 | 1,0 | 0,098 | 0,7 | 0,040 | 0,5 | 0,016 | 0,3 |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,826 | 2,9 | 0,936 | 1,8 | 0,293 | 1,2 | 0,125 | 0,8 | 0,051 | 0,6 | 0,020 | 0,4 |
| 1,80 | | | | | | | | | 3,532 | 3,2 | 1,166 | 2,1 | 0,364 | 1,3 | 0,155 | 0,9 | 0,064 | 0,6 | 0,024 | 0,4 |
| 2,00 | | | | | | | | | | | 1,421 | 2,3 | 0,443 | 1,4 | 0,188 | 1,0 | 0,077 | 0,7 | 0,029 | 0,5 |
| 2,20 | | | | | | | | | | | 1,700 | 2,5 | 0,528 | 1,6 | 0,224 | 1,1 | 0,092 | 0,8 | 0,035 | 0,5 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 2,003 | 2,8 | 0,621 | 1,7 | 0,263 | 1,2 | 0,107 | 0,8 | 0,041 | 0,6 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 2,331 | 3,0 | 0,721 | 1,9 | 0,304 | 1,3 | 0,124 | 0,9 | 0,047 | 0,6 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 2,682 | 3,2 | 0,828 | 2,0 | 0,349 | 1,4 | 0,142 | 1,0 | 0,054 | 0,7 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 3,058 | 3,5 | 0,942 | 2,2 | 0,397 | 1,5 | 0,162 | 1,1 | 0,061 | 0,7 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | | | 1,064 | 2,3 | 0,447 | 1,6 | 0,182 | 1,1 | 0,069 | 0,8 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | | | 1,192 | 2,5 | 0,501 | 1,7 | 0,204 | 1,2 | 0,077 | 0,8 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 1,328 | 2,6 | 0,557 | 1,8 | 0,226 | 1,3 | 0,085 | 0,9 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,471 | 2,7 | 0,616 | 1,9 | 0,250 | 1,3 | 0,094 | 0,9 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,621 | 2,9 | 0,679 | 2,0 | 0,275 | 1,4 | 0,103 | 1,0 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,778 | 3,0 | 0,744 | 2,1 | 0,301 | 1,5 | 0,113 | 1,0 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,942 | 3,2 | 0,812 | 2,2 | 0,328 | 1,6 | 0,123 | 1,0 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 2,113 | 3,3 | 0,882 | 2,3 | 0,356 | 1,6 | 0,134 | 1,1 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 2,292 | 3,5 | 0,956 | 2,4 | 0,386 | 1,7 | 0,145 | 1,1 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,033 | 2,5 | 0,416 | 1,8 | 0,156 | 1,2 |

| | teplota vody = 80 °C PP-R STABI BETA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 2,8 mm | | 32 x 3,6 mm | | 40 x 4,5 mm | | 50 x 5,6 mm | | 63 x 7,1 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | |
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 1/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s | kPa/m | m/s |
| 0,01 | 0,015 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,061 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,117 | 0,3 | 0,038 | 0,2 | 0,014 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,198 | 0,4 | 0,067 | 0,2 | 0,023 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,297 | 0,5 | 0,098 | 0,3 | 0,034 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,414 | 0,6 | 0,134 | 0,4 | 0,047 | 0,2 | 0,013 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,550 | 0,7 | 0,175 | 0,4 | 0,062 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,686 | 0,8 | 0,221 | 0,5 | 0,074 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,855 | 0,9 | 0,272 | 0,6 | 0,092 | 0,4 | 0,030 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,10 | 1,040 | 1,0 | 0,328 | 0,6 | 0,111 | 0,4 | 0,034 | 0,2 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,12 | 1,462 | 1,2 | 0,465 | 0,7 | 0,155 | 0,5 | 0,048 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,14 | 1,926 | 1,4 | 0,612 | 0,9 | 0,206 | 0,6 | 0,064 | 0,3 | 0,021 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,16 | 2,479 | 1,6 | 0,777 | 1,0 | 0,263 | 0,6 | 0,082 | 0,4 | 0,028 | 0,2 | 0,010 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,18 | 3,067 | 1,8 | 0,976 | 1,1 | 0,327 | 0,7 | 0,097 | 0,4 | 0,034 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,20 | 3,496 | 2,0 | 1,180 | 1,2 | 0,397 | 0,8 | 0,119 | 0,5 | 0,041 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,30 | 8,047 | 2,9 | 2,492 | 1,8 | 0,828 | 1,2 | 0,247 | 0,7 | 0,083 | 0,5 | 0,027 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,40 | | | 4,299 | 2,5 | 1,406 | 1,6 | 0,419 | 1,0 | 0,139 | 0,6 | 0,047 | 0,4 | 0,015 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| 0,50 | | | 6,539 | 3,1 | 2,129 | 2,0 | 0,631 | 1,2 | 0,212 | 0,8 | 0,070 | 0,5 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 0,60 | | | | | 3,018 | 2,4 | 0,885 | 1,4 | 0,293 | 0,9 | 0,095 | 0,6 | 0,032 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 0,70 | | | | | 4,030 | 2,8 | 1,180 | 1,7 | 0,388 | 1,1 | 0,127 | 0,7 | 0,042 | 0,4 | 0,018 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 0,80 | | | | | 5,183 | 3,1 | 1,530 | 1,9 | 0,501 | 1,2 | 0,164 | 0,8 | 0,053 | 0,5 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 0,90 | | | | | 6,513 | 3,5 | 1,907 | 2,2 | 0,621 | 1,4 | 0,200 | 0,9 | 0,065 | 0,6 | 0,028 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | 0,004 | 0,2 |
| 1,00 | | | | | | | 2,323 | 2,4 | 0,761 | 1,5 | 0,244 | 1,0 | 0,079 | 0,6 | 0,034 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | | | 3,277 | 2,9 | 1,062 | 1,8 | 0,346 | 1,2 | 0,109 | 0,7 | 0,048 | 0,5 | 0,020 | 0,4 | 0,007 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | 4,389 | 3,4 | 1,423 | 2,1 | 0,457 | 1,4 | 0,148 | 0,9 | 0,064 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,010 | 0,3 |
| 1,60 | | | | | | | | | 1,835 | 2,5 | 0,583 | 1,6 | 0,188 | 1,0 | 0,080 | 0,7 | 0,033 | 0,5 | 0,012 | 0,3 |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,281 | 2,8 | 0,731 | 1,7 | 0,233 | 1,1 | 0,100 | 0,8 | 0,041 | 0,5 | 0,015 | 0,4 |
| 2,00 | | | | | | | | | 2,792 | 3,1 | 0,888 | 1,9 | 0,282 | 1,2 | 0,122 | 0,9 | 0,050 | 0,6 | 0,019 | 0,4 |
| 2,20 | | | | | | | | | 3,354 | 3,4 | 1,067 | 2,1 | 0,340 | 1,3 | 0,144 | 1,0 | 0,059 | 0,7 | 0,022 | 0,4 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 1,253 | 2,3 | 0,399 | 1,5 | 0,170 | 1,0 | 0,069 | 0,7 | 0,026 | 0,5 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,465 | 2,5 | 0,462 | 1,6 | 0,198 | 1,1 | 0,080 | 0,8 | 0,030 | 0,5 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,680 | 2,7 | 0,529 | 1,7 | 0,225 | 1,2 | 0,092 | 0,8 | 0,034 | 0,6 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 1,910 | 2,9 | 0,607 | 1,8 | 0,257 | 1,3 | 0,104 | 0,9 | 0,039 | 0,6 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 2,167 | 3,1 | 0,684 | 2,0 | 0,291 | 1,4 | 0,118 | 1,0 | 0,044 | 0,6 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,426 | 3,3 | 0,765 | 2,1 | 0,324 | 1,5 | 0,132 | 1,0 | 0,049 | 0,7 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | 2,715 | 3,5 | 0,850 | 2,2 | 0,362 | 1,6 | 0,146 | 1,1 | 0,054 | 0,7 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 0,947 | 2,3 | 0,402 | 1,6 | 0,164 | 1,1 | 0,060 | 0,8 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,042 | 2,4 | 0,439 | 1,7 | 0,181 | 1,2 | 0,066 | 0,8 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,140 | 2,6 | 0,483 | 1,8 | 0,198 | 1,3 | 0,072 | 0,8 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,244 | 2,7 | 0,528 | 1,9 | 0,216 | 1,3 | 0,078 | 0,9 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,360 | 2,8 | 0,571 | 2,0 | 0,234 | 1,4 | 0,085 | 0,9 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,472 | 2,9 | 0,621 | 2,1 | 0,253 | 1,4 | 0,092 | 1,0 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,589 | 3,1 | 0,672 | 2,2 | 0,273 | 1,5 | 0,099 | 1,0 |

Naše technické poradenství spočívá na zkušenostech a výpočtech. Vzhledem k tomu, že neznáme a nemáme možnost ovlivnit podmínky použití námi nabízených výrobků, platí veškeré údaje jako nezávazné pokyny. V případě škody se naše ručení vztahuje pouze na hodnotu námi dodaného zboží. Záruky se vztahují na kvalitativní parametry našich výrobků. Prospekty trvale zdokonalujeme podle posledního stavu techniky a vyhražujeme si právo změny údajů,

Aktuálnost konkrétního prospektu si proto ověřte na www.pipelife.cz.

*Vydáno 04/2010*



# In-house systém

# TECHNICKÝ MANUÁL

## SYSTÉM PP-R INSTAPLAST

ISO 9001

Člen
Asociace dodavatelů
plastových potrubí


**Pipelife Czech s.r.o.**
**Centrála – Závod Otrokovice:**
Kučovaniny 1778, 765 02 Otrokovice
tel.: 577 111 211, fax : 577 111 227
e-mail: pipelife@pipelife.cz
www.pipelife.cz

**Závod Zápy:**
Zápy 151, 250 01 Brandýs nad Labem
tel.: 326 906 830, fax : 326 906 831
e-mail: zapy@pipelife.cz

**Pipelife Slovakia s.r.o.**
Kuzmányho 13, 921 01 Piešťany
tel./fax: +421 337 627 173
www.pipelife.sk