

# Tryckrörssystem PVC

A low-angle, upward-looking photograph of a tall, historic brick church tower. The tower features a prominent green copper roof with a tall, slender spire topped by a weather vane. The building is constructed of red brick with intricate architectural details, including arched windows and decorative moldings. The tower is framed by the sides of modern, multi-story buildings on either side, creating a narrow street perspective. The sky is a clear, vibrant blue.

## 7.2 Inledning

Uponor tryckrörssystem PVC används till tryckvatten, tryckavloppsledningar och diverse processledningar.

Tryckrörssystemet är framställt av oplasticerad polyvinylklorid, PVC, vilket betyder att inga plasticider (mjukgörare/ftalater) har tillsatts till materialet. Rören är tillverkade med integrerade muffar med tätningsringar.



Uponors grå tryckrörssystem PVC används till markrörssystem för transport av dricksvatten. Till kommunalt och industriellt bruk är systemet mycket lämpligt till t.ex. råvattens- och tillförselledningar och till huvud- och serviceledningar.

PVC-tryckrören fungerar i flexibel samverkan med den omgivande marken och används därför huvudsakligen till nedgrävda ledningar. Systemet med dragfasta fogar kan också användas till invändig installation.

Systemet omfattar ett komplett sortiment av rör och delar, så att det går att sätta samman systemlösningar från borrhål till förbrukare och vidare via reningsanläggningar till recipienten.

Tryckrören levereras i 6 m längd med muffar och isatta tätningsringar och prop-par i vardera änden.

Tryckrörssystemet är tillverkat och dimensionerat för ett nominellt tryck (PN) vid temperaturen +20 °C. Det tillåtna innertrycket vid andra temperaturer beräknas ur tabell 7.2.15.

PVC är ett termoplastiskt, lukt- och smakfritt material med lång livslängd. PVC-röret är korrosionsbeständigt och har god motståndskraft mot de flesta syror, baser och oljor. I kapitlet "Material och livslängder" finns en tabell över kemikaliebeständighet. Vid frågor, kontakta Uponors tekniska support.

På grund av en slät insida har PVC-röret låg friktion. Röret har därtill en stor slitstyrka och är därför motståndskraftigt mot partiklar i det medium som transporteras. Beträffande hydraulisk dimensionering, se trykfallsnomogram 7.2.14.

PVC-tryckrörssystemet har låg vikt i jämförelse med andra material, och det gör transport, hantering och installation lätt.

När PVC-röret kopplas ihop till ett ledningssystem, kan fogarna ta upp expansion.

PVC-materialet har god tryckstyrka, medan slagstyrkan avtar med sjunkande temperatur, men samtidigt ökas tryckstyrkan mot inre övertryck.

Med Uponor tryckrörssystem i PVC uppnår man:

- Stor flexibilitet
- Enkel hantering
- Låg kopplingskraft
- Täthet i fogarna
- Stor beständighet mot de flesta kemiska föreningar
- Stor motståndsförmåga mot invändigt slitage
- Lång livslängd.

PVC-rör har med framgång använts till vattenförsörjning sedan 1950-talet och har löpande utvecklats genom materialutveckling, driftserfarenheter och tillståndsundersökningar. Det är alltså inte bara teoretiska beräkningar som ligger till grund för bedömningen av PVC-rörs långa livslängd.

PVC-rör används i dag till dricksvattenförsörjning under alla klimatförhållanden.

PVC-rören tillverkas i dimensionsområdet från Ø110 till Ø400 mm i tryckklassen PN 10.

### Dimensionsöversikt

Dimension Ytterdiameter	Tryckklasser
mm	PN 10
110	X
160	X
225	X
280	X
315	X
400	X

Tabell 7.2.1

# System- och materialdata

Egenskaper	PVC	Enhet	Standard/Testmetod
Densitet	1410	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183
Långtidskrympmodul E <sub>50</sub>	1200	MPa	ISO 6259
Korttidskrympmodul E <sub>0</sub>	3000	MPa	ISO 6259
Längdutvidgningskoefficient	0,07	mm/m · °C	
Värmeledningstal	0,16	W/m · °K	DIN 52 612 (20 °C)
Specifik värmemängd	1,0	J/g · °K	
Brottförlängning	50 - 100	%	
Tillåten dragspänning, kort tid	25	MPa	
MRS-värde	25	MPa	
Designspänning (ø ≥ 110)	12,5	MPa	SS-EN 1452 - SS-EN 1456
Designfaktor C (ø ≥ 110)	2		SS-EN 1452 - SS-EN 1456

Tabell 7.2.2

## Krökningsradie för PVC-tryckrör

Från 5 °C till 20 °C: 300 x dy.

Dy = Rörets ytterdiameter.

# Godkännanden

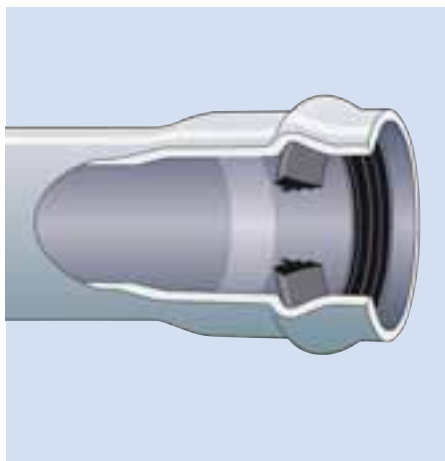
De grå PVC-tryckrören är godkända enligt Nordic Poly Mark. Vattenrören är FI-godkända för dricksvattenkvalitet och tillverkas enligt SS-EN 1452 och Uponor fabriksstandard.

På [uponor.se/infra](http://uponor.se/infra) finns de senaste godkännandena av Uponors produkter.

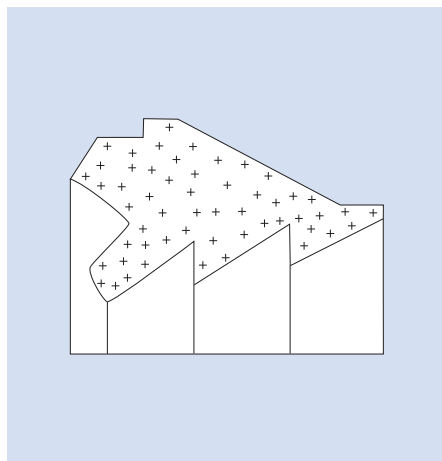
## Tätningsringar

Uponors tätningssring till tryckrör är tillverkad av SBR-gummi.

Muffkonstruktion

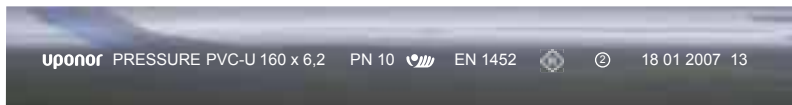




Snitt genom tätningssring



# Märkning

## Dricksvatten



uponor	PRESSURE	PVC-U	160 x 6,2	PN 10	
Tillverkare	Användning: tryck	Material: polyvinylklorid (oplasticerad)	Dimension och minsta godstjocklek	Tryck- klass	Nordic Poly Mark
EN 1452			②	18 01 2007 13	
Produktstandard	Dricksvattensgodkännande	Tillverkningsenhet ② = Nastola	Tillverkningspunkt dag/månad/år/timme		

Tabell 7.2.4

## Standard Dimension Ratio (SDR-värde)

SDR-värdet anger förhållandet mellan rörets ytterdiameter och godstjockleken.

Genom att använda SDR-värdet tillsammans med materialtypen får man ett mer entydigt värde för beskrivning av trycknivå utan att behöva känna till designfaktorer.

Exempel för  $\varnothing 160$  PVC PN 10-rör:

$$\text{SDR} = \frac{D_y}{e} = \frac{160}{6,2} \Rightarrow \text{SDR26}$$

## Översikt över SDR och tryckklasser

Tryckklasserna gäller för dricksvattens- och tryckavloppsrör.

Material Beteckning	$\sigma$ MPa	SDR 26
PVC C = 2,0	12,5	PN10
Nominell styvhet kN/m <sup>2</sup>		14

Tabell 7.2.5

Sigma [ $\sigma$ ] är den dimensionerande spänningen för det aktuella materialet.

PN-värdet anger det nominella trycket. Högsta tillåtna arbetstryck i bar vid 20 °C medeltemperatur dimensionerat utgående från 50 års kontinuerligt tryck.

# Installation

För att säkra ett hygieniskt, funktionellt tryckrörssystem med lång livslängd är det viktigt att följa Uponors läggningsanvisning för tryckrörssystem PVC.

## Fogning

Uponor tryckrörssystem PVC och tillhörande delar levereras med isatta tättningsringar.

För att rören ska förbli rena invändigt – ända ut till rörgraven – är båda rörändarna förseglade med speciella, tättslutande plastproppar.



1. Ta bort plastpropparna, torka noga av eventuella föroreningar (jord m.m.) muffända, spetsända och tättningsring.



2. På rörets spetsända läggs ett tunt lager smörjmedel för att underlätta hopfogningen. Smörj aldrig muff och tättningsring.





3. Montering av tätningssring efter eventuell rengöring: Tätningssringen formas till ett "hjärta" och placeras i muffens spår med ringens tjocka vulst pekande in i röret. Låpparna ska peka in i röret. Det är viktigt att tätningssringen sluter tätt till spåret.



4. Allt är nu klart för sammanfogning av de båda rörändarna. Spetsändan trycks ända in i botten av muffen.

## Kapning och fasning av tryckrörssystem PVC



Ca 15° avfasning



PVC-rör kortas med en fintandad såg genom att man sågar vinkelrätt mot sågröret; såglåda rekommenderas. Vid låga temperaturer ska PVC-rör bearbetas med försiktighet.

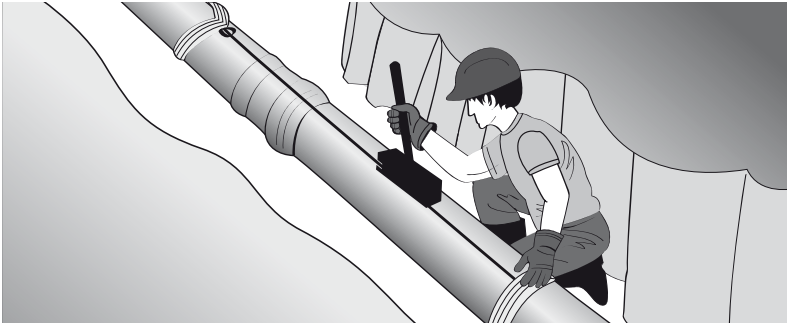
halva godstjockleken. Det kan löna sig att fasa rörändarna ordentligt, eftersom kopplingen därmed blir avsevärt lättare. Avskärning och fasning kan också utföras med specialverktyg.

Efter kortning och rensning ska rörändarna avfasas med lämpligt verktyg. Avfasningen ska vara ca 15°, och bör fاسas ner till ca

## Hjälperktyg till fogning av Uponor tryckrörssystem PVC



Skjut in spetsändan i muffen till anslag eller insticksmärke. Detta ska göras med handkraft. Eventuellt kan man använda ett spett. Skydda i så fall änden av röret med en tråkloss.



Om det inte är möjligt att uppnå tillräckligt stöd för ett spett i rörgravens botten kan man använda stroppar och dragtalja ...



... eller domkraft, där en skopa används som mothåll.

OBS! Grävmaskiner får inte användas direkt till att skjuta ihop rören.

## Riktning­s­ändringar

Riktning­s­ändringar bör alltid göras genom användning av rör. Små riktning­s­ändringar kan göras genom att långa rör böjs i själva rö­rkroppen. Det är viktigt att muffarna inte belastas. Muffarna ska därför hållas fast genom kringgjutning, särskilt

grundlig komprimering eller genom annan uppstyvning.

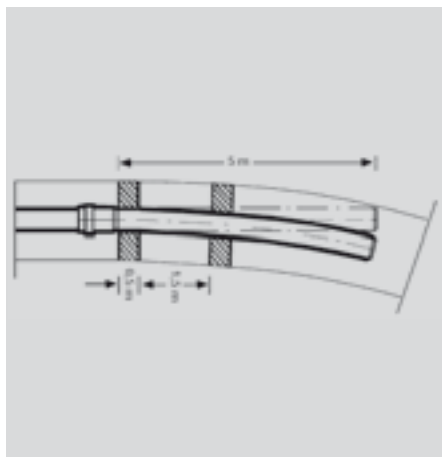
Böjningsradien ska alltid vara större än 300 gånger den yttre ledningsdiametern (se tabell 7.2.6).

## Tabell för avvinkling

Per 6 meter rörlängd			
Dimension Ytterdiameter	Avvinkling	Förutsättning	Radie
	$\alpha$ grader	a cm	R m
110	10,4	54	33,0
160	7,2	37	48,0
225	5,1	27	67,5
280	4,1	21	84,0
315	3,6	19	94,5
400	2,9	15	120,0

Tabell 7.2.6

## Avvinkling av PVC-trykrör



## Lägningsregler och materialanvändning

Vid projektering och utförande ska hänsyn tas till lägningsförhållandena. Avgörande för rörens förmåga att motstå den påverkan de utsätts för är att såväl grävarbetet som rörläggningen och fyllningen görs omsorgsfullt. Det är dock byggherren som beslutar vilka lägningsregler som ska följas.

Uponors lägningsregler för tryckrörssystem PVC beskrivs i kapitel 5.0, installation av markförlagda plaströr.

## Förankring

Förankring används där det kan uppstå tryckkrafter. Sådana tryckkrafter upptas i förankringar med hjälp av bakgjutningar eller dragfasta fogar.

Icke-dragfasta fogar ska förankras, eftersom de på grund av inre vattentryck utsätts för stora krafter, t.ex. vid krökar och T-grenar och ofta också ändmuffar, reduktioner och ventiler. Ledningen ska också förankras på ställen där det kan förekomma stora krafter under tryck.

Vid dimensionering av en förankring beräknas först axialkraften, som är

beroende av ledningens diameter och arbetstrycket/provtrycket:

$$N = \frac{\pi \cdot d_y^2 \cdot p}{4 \cdot 10^4}$$

där

$N$  = axialkraft (kN)

$d_y$  = rörets ytterdiameter (mm)

$p$  = max. förekommande tryck i ledningen  
eventuellt provtryck (bar)

Axialkraften kan också beräknas ur följande formel, där tabell 6.3.9 anger axialkraften vid ett tryck på 1 bar ( $N_1$ ).

$$N = p \cdot N_1$$

där

$N_1$  = axialkraft vid 1 bar (kN)

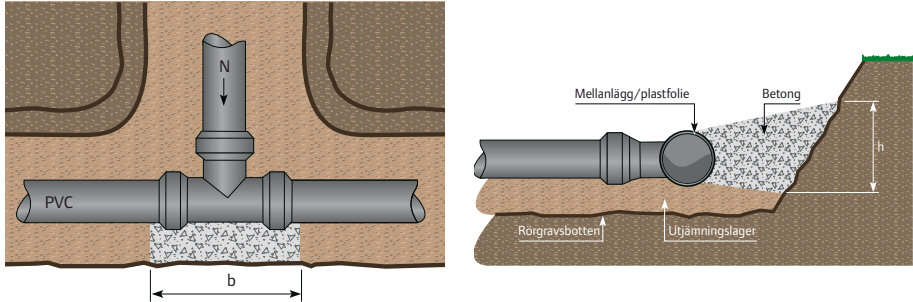
$p$  = max. förekommande tryck i ledningen  
eventuellt provtryck (bar)

## Axialkraften $N_1$ vid ett tryck på 1 bar

Ytterdiameter	mm	50	63	75	90	110	160	225	280	315	400
Axialkraft vid 1 bar	kN	0,20	0,31	0,44	0,64	0,95	2,01	3,98	6,16	7,79	12,57

Tabell 7.2.7

Principskiss för förankring av T-formdel sedd från sidan och ovanifrån



Figur 7.2.8

### Formel

Vid böjningar kan den uppkommande kraften beräknas enligt följande formel:

$$R = 2 \cdot N_1 \cdot p \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

där

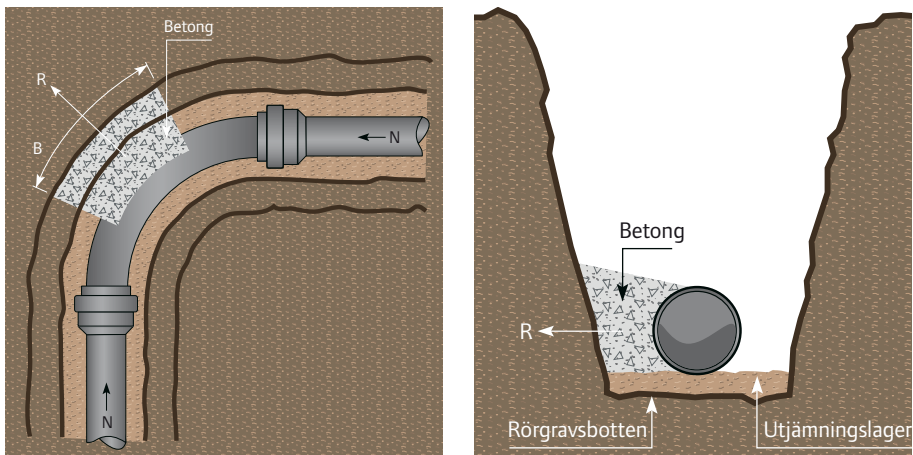
$N_1$  = axialkraft vid 1 bar (kN)

$p$  = max. förekommande tryck i ledningen (bar) eventuellt provtryck

$\alpha$  = böjningsvinkel (grader)

$R$  = resulterande kraft (kN)

Principskiss för förankring av krök sedd uppfifrån och från sidan i ledningsgraven



Figur 7.2.9

Den kraft som uppkommer kan också beräknas ur följande formel, där tabell 7.2.7 anger axialkraften vid ett tryck på 1 bar, ( $N_1$ ), och tabell 7.2.10 anger konstanten k.

$$R = k \cdot p \cdot N_1$$

där

k = konstanten enligt tabell 7.2.10.

p = max. förekommande tryck i ledningen (bar) eventuellt provtryck

$N_1$  = axialkraft vid 1 bar (kN)

R = resulterande kraft (kN)

Vid beräkningen av den yta som krävs för att bestämma själva förankringsklossens storlek, ska hänsyn tas till det tillåtna marktrycket. Detta tryck ska i varje enskilt fall baseras på geotekniska undersökningar av det aktuella projektet. I många fall räcker det med att räkna med

$$\sigma_{\text{jord}} = 200 \text{ kN/m}^2.$$

Bredden av förankringen kan beräknas som:

$$b = \frac{R}{h \cdot \sigma_{\text{jord}}}$$

där

b = förankringens bredd (m)

h = förankringens höjd (m)

R = resulterande kraft (kN)

$\sigma_{\text{jord}}$  = tillåtet marktryck

För att förankringen ska bli stark ska betongen gjutas mot en fast sida i utgrävningen. Förhållandena kan emellertid kräva att man måste gjuta uppför en väl packad fyllning. I så fall måste man i beräkningen ta hänsyn till fyllningens sämre styrka.

## Vinkelkonstanter

Vinkel $\alpha$	11 °	45 °	90 °
k	0,19	0,77	1,41

Tabell 7.2.10

Före gjutningen läggs ett mellanlager av geotextil eller kraftigt plastfolie för att förhindra att betongen skadar delen. OBS! Mellanlagret får inte innehålla mjukgörare, eftersom dessa kan diffundera in i PVC-materialet.

## Exempel

Förankringen till en 45° krök i  $\varnothing 225$  mm, där det maximala trycket är 9 bar, kan beräknas som:

$$R = k \cdot p \cdot N_1$$

där

$$k = 0,77$$

$$p = 9 \text{ bar}$$

$$N_1 = 4,00$$

Den uppkomna kraften blir då:

$$R = 0,77 \cdot 9 \cdot 4,00 = 27,72 \text{ kN}$$

Därefter kan förankringens bredd beräknas som:

$$b = \frac{R}{h \cdot \sigma_{\text{jord}}}$$

$\sigma_{\text{jord}}$  sätts till 200 [kN/m<sup>2</sup>]

Höjden sätts till rörets höjd: h = 0,2 m

Bredden ska då vara minst:

$$b = \frac{27,72}{0,2 \cdot 200} = 0,70 \text{ m}$$



Ytan av betongförankringar av ändmuff, T-gren och krökar vid provtryck på 15 bar och  $\sigma_{\text{jord}} = 200 \text{ kN/m}^2$

Yttre rördiameter	Tryckkraft R	Slutmuff	T-gren	Krökar		
				11 °	45 °	90 °
Yta						
mm	kN	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
110	14,25	713	713	137	546	1008
160	30,16	1508	1508	289	1154	2133
225	59,64	2982	2982	572	2282	4217
280	92,36	4618	4618	885	3535	6531
315	116,90	5845	5845	1120	4473	8266
400	188,50	9425	9425	1807	7213	13329

Tabell 7.2.11

Vid en reduktionsdel kan axialkraften beräknas som

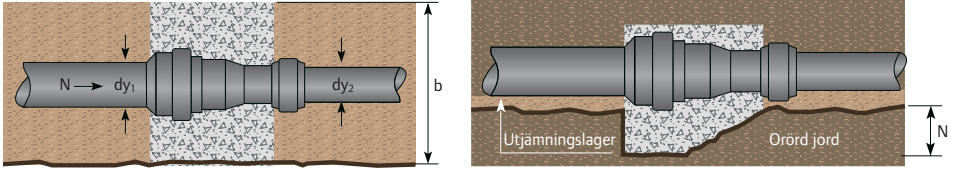
$$N = \frac{\pi \cdot (dy_1^2 - dy_2^2) \cdot p}{4 \cdot 10^4}$$

där

$dy_1$  = det största rörets ytterdiameter  
(mm)

$dy_2$  = det minsta rörets ytterdiameter  
(mm)

## Principskisser för förankring av reduktionsdel sedd uppifrån och från sidan



Figur 7.2.12

### Exempel

Förankringen av en  $\varnothing 225/160$  mm reduktion, där det maximala trycket är 9 bar men som provtrycks med 13 bar, kan beräknas som:

$$N = \frac{\pi \cdot (225^2 - 160^2) \cdot 13}{4 \cdot 10^4} = 17,69 \text{ kN}$$

Därefter kan förankringens bredd beräknas, varvid  $h$  sätts = 0,2 m och  $\sigma_{\text{jord}} = 200 \text{ kN/m}^2$ :

$$b = \frac{R}{h \cdot \sigma_{\text{jord}}}$$

$$b = \frac{17,69}{0,2 \cdot 200} = 0,45 \text{ m}$$

# Dimensionering

## Statisk dimensionering

I det inledande avsnittet 7.0 om tryckrörssystem finns under installation av markförlagda plaströr en rad villkor. Om dessa villkor är uppfyllda, finns det inte något behov av ytterligare beräkning av rörstabiliteten.

Uponors tekniska support står också gärna till tjänst med råd vid beräkning av specifika projekt.

## Hydraulisk dimensionering

Tryckfallsnomogrammet 7.2.14 kan användas till att dimensionera den rörstorlek som ska användas under de aktuella förhållandena. I det inledande avsnittet om tryckrör finns ett exempel på hur tryckrör kan dimensioneras.

För att kunna använda tryckfallsnomogrammet måste man känna till det aktuella vattenflödet. Man drar en rak linje från en vald dimension genom det aktuella vattenflödesvärdet och läser av tryckfallet till höger i diagrammet som tryckfall i pascal per meter rör.

## Tabell för enhetsomvandling

	Pa	bar	mvp
1 Pa	1	$10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$
1 bar	$10^5$	1	10,2
1 mvp	$0,981 \cdot 10^4$	0,0981	1

Pa = Pascal

mvp = meter vattenpelare

Tabell 7.2.13

I en optimal driftteknisk och mest ekonomisk synvinkel är den rekommenderade vattenhastigheten för vattenrör mellan 0,6 och 1,5 m/s.

# Tryckfallsnomogram

Dricksvatten

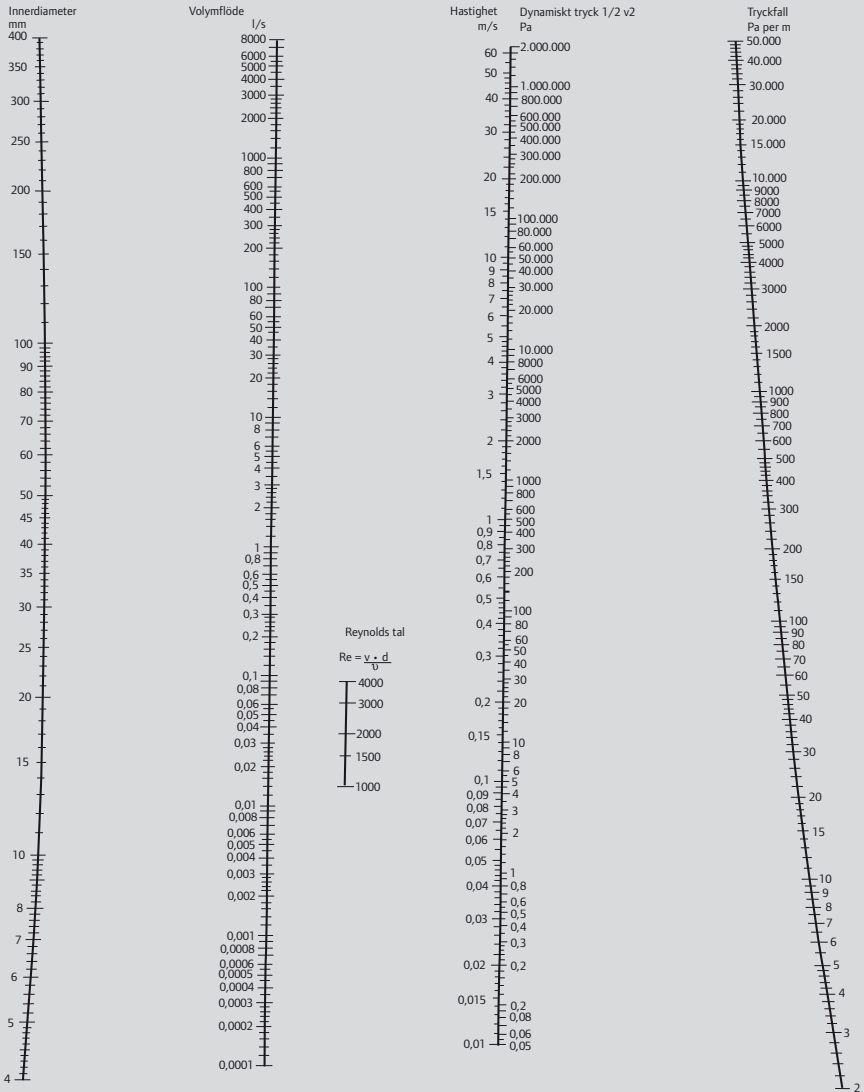


Diagram 7.2.14

## Hållfasthetsberäkning

Det inre trycket i röret skapar en spänning i rörväggen, som kan beräknas med formeln:

$$\sigma = p \frac{d_m}{2 \cdot e}$$

Formel med enheter:

$$\sigma [\text{MPa}] = \frac{p [\text{bar}] \cdot d_m [\text{mm}]}{20 \cdot e [\text{mm}]}$$

(1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10 bar)

där

p = inre statiskt övertryck [Bar]

d<sub>m</sub> = rörets medeldiameter [mm]

e = rörets godstjocklek [mm]

MRS (Minimum Required Strength) anger den ringspänning som rörmaterialet ska kunna ta upp utan brott i 50 år vid 20 °C för att klassificeras i den aktuella klassen.

$$\sigma (\text{dimensionerande spänning}) = \frac{\text{MRS}}{C}$$

C är en designfaktor, vars storlek beror på plastmaterialet och produkternas användning. Se schema 7.2.2 med system- och materialdata för Uponor tryckrörssystem PVC.

PVC klassificeras efter sitt MRS-värde, bestämt enligt SS-EN ISO 9080. Denna standard beskriver hur långtidshållfasthet av termoplastiska material bestäms genom extrapolation. Se diagram 7.2.20.

## Temperatur

Uponor tryckrör i PVC dimensioneras utgående från en driftstemperatur på 20 °C. Om röret används vid högre temperaturer än 20 °C, ska driftstrycket reduceras enligt följande diagram 7.2.15 för att rörets livslängd inte ska reduceras. Vid temperaturer som faller utanför diagrammet, kontakta Uponors tekniska support.

## Temperaturreduktionskurva

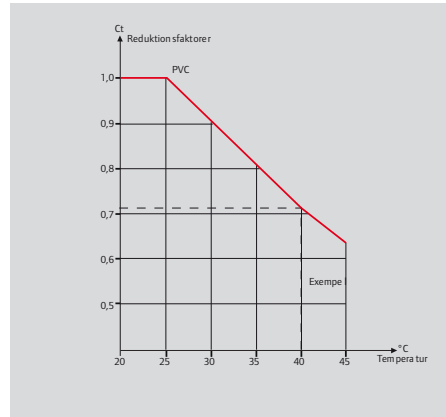


Diagram 7.2.15

Formel för reducerat driftstryck:

$$PN_t = PN \times C_t$$

## Exempel

Om ett PVC PN 10 tryckrör ska användas vid en driftstemperatur på 40 °C, blir det maximala driftstrycket:

$$PN_{40} = 10 \cdot 0,71 = 7,1 \text{ bar}$$

Om driftstrycket på 7,1 bar vid en temperatur på 40 °C inte överskrider, nedsätts inte livslängden för röret.

Röret kan användas under tryck vid en maximal temperatur på 45 °C.

Om PVC-röret används som trycklöst avloppsrör kan det användas vid en temperatur på 60 °C kontinuerligt och kortvarigt upp till 95 °C.

## Tryckstötär

Tryckstötär uppstår i synnerhet när pumpar startar och stoppar, och när ventiler

öppnas och stängs. Detta är ofta den största belastningen på en tryckledning. Verkan av tryckstöten går som en tryckvåg genom ledningen. Vågen reflekteras fram och tillbaka med en tryckvågshastighet som är mycket högre än strömningshastigheten. Tryckvågshastigheten  $C$  (m/s) är beroende av rörmaterialet, rörets godstjocklek och diameter, vattnet och ledningens möjligheter att röra sig fritt.

Tryckvågens maximala tillåtna utbredningshastighet i rörledningar [C]

Material	$\sigma$	
Beteckning	MPa	SDR 26
PVC C = 2,0	12,5	PN 10
C	m/s	327

Tabell 7.2.15

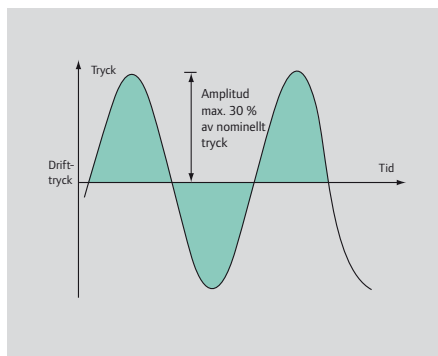
Tryckvågen får stora vattenmängder att röra sig och accelerera i ledningen. En hög tryckvågshastighet ger därför stora tryckstötär.

Tryckvågens dynamiska påverkan på ledningen utmattar rörmaterialet gradvist, om tryckvågens varaktighet är lång, om tryckvågor förekommer ofta, och om trycksvängningarnas storlek (amplitud) är stor i förhållande till det vanliga driftstrycket i ledningen se figur 7.2.16.

För PVC-rör behöver man normalt inte göra någon särskild tryckstötsberäkning, om det maximala förekommande trycket vid tryckstötär är mindre än 1,25 x rörets tryckklass (det tillåtna nominella trycket), och antalet tryckstötär under en period på 100 år är mindre än  $2 \times 10^6$ . Vid ofta förekommande tryckstegringar tex. vid

tryckprovning, strömförändringar m.m., kan det maximala trycket tillåtas överstiga det nominella (rörets tryckklass) med 50 %. Trycksvängningarna får dock inte ge upphov till större tryckamplitud (tryckutsvängning) än 30 % i förhållande till nominellt tryck.

Trycksvängningsgraf



Figur 7.2.16

## Vakuum

Vakuum i rör med tätningsringsfogar bör generellt undvikas. Det är därför rekommendabelt att alltid använda vakuumbentiler där det finns risk för att vakuum uppstår i ledningarna. Mindre vakuumbentiler kan dock accepteras, eftersom tätningsringarna för dessa rörtyper bara testas med vakuum på 0,3 bar. Det förutsätts att rören installeras och hanteras enligt Uponors installationsanvisning. Där det kan förekomma vakuum rekommenderas tryckklass PN10 som minimum. För vakuum- och installationsberäkningar hänvisas i övrigt till specifik beräkning.

## Råheter enligt P83

Ekvivalent sandråhet i ny ledning, rent vatten/ plaströr huvudledning:	0,1 mm
Distributionsledning	0,2 mm

## Längdutvidgning

Längdutvidgning och sammandragning av PVC-rör kräver under normala förhållanden ingen större uppmärksamhet. Muffogarna tar upp utvidgningen, och bara när det gäller hoplimmade rörsystem kommer PVC-rörs relativt stora utvidgningskoefficient att göra det nödvändigt att ta hänsyn till utvidgning och sammandragning.

Formel för längdutvidgning:

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

där

$\Delta L$  = Längdutvidgning eller sammandragning [m]

$$\Delta t = T_2 - T_1$$

$T_1$  = Temperatur vid läggning

$T_2$  = Temperatur efter installation

$L$  = Rörets längd [m]

$\alpha$ . = Längdutvidgningskoefficient enligt tabell 7.2.2 med system- och materialdata.

## Upphångningsavstånd

Vid upphångning av PVC-rör måste man vara uppmårkad på att avståndet mellan stöden inte blir för stort. Det skulle medföra en oavsiktlig nedböjning av röret mellan rörbåarna. I diagrammet 7.2.17 och 7.2.18 kan man avläsa det maximala avståndet mellan rörbåarna, förutsatt att röret är vattenfyllt, och att det förväntas en nedböjning på 10 mm på 50 år:

$$e = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E_{50}(t) \cdot I}$$

där

$e$  = nedböjning

$q$  = vikten av vattenfyllda rör

$L$  = avstånd mellan stöd

$E_{50}(T)$  = Materialets långtidskrympmodul som funktion av temperaturen

$I$  = rörets tröghetsmoment.

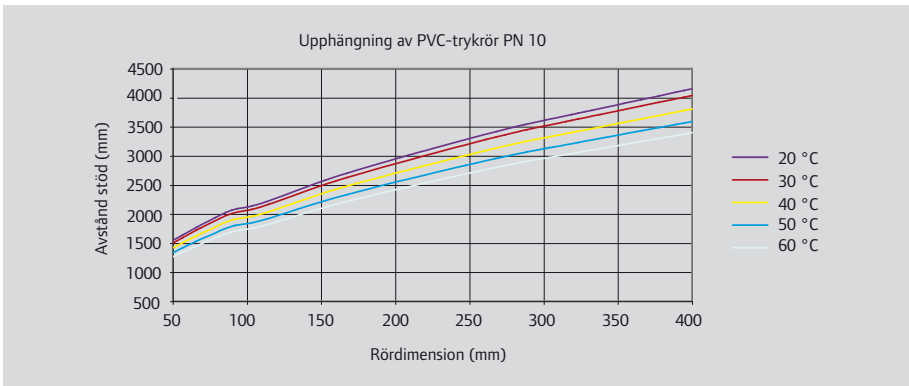


Diagram 7.2.17



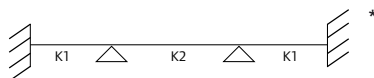
## Multiplikationsfaktor k för upphängningsavstånd för olika upphängningsmodeller

1 fack	2 fack	3 fack	4 fack
N - N	N - N - N	N - N - N - N	N - N - N - N - N
k = 0,2	k = 0,377	1 - 2 - 1 k1 = 0,377 k2 = 0,48	1 - 2 - 2 - 1 k1 = 0,4 k2 = 0,84
F - N	F - N - N	F - N - N - N	F - N - N - N - N
k = 0,48	1 - 2 k1 = 1 k2 = 0,48	1 - 2 - 2 k1 = 1 k2 = 0,48	1 - 2 - 2 - 2 k1 = 1 k2 = 0,48
F - F	F - N - F	F - N - N - F	F - N - N - N - F
k = 1	k = 1	1 - 2 - 1 k1 = 1 k2 = 0,84	1 - 2 - 2 - 1 k1 = 1 k2 = 0,84

F = fast inspänt

N = enkelt stöd

Figur 7.2.18



### Tryckprovning

#### Provnings genomförande

Tryckprovning utförs enligt Publikation VAV P79, juni 98. Provnings genomförande och bedömning av provningsutfall enligt följande. För fullständig information hänvisas till P79. Täthetsprovningen inleds, efter konditioneringen, med att trycket i ledningen höjs till provtrycket genom att vatten pumpas in i ledningen med handpump eller annan därför avsedd pump. Det inpumpade vattnet skall ha samma temperatur som det vatten som redan lagrats i ledningen ( $\pm 3^\circ \text{C}$  tolerans).

Provningsen skall ha en varaktighet om 5 timmar, varunder trycket inte någon gång får understiga referenstrycket. Om trycket under provningen tenderar att falla under referenstrycket skall det höjas till provtrycket, varvid den inpumpade vattenmängden skall mätas och noteras. Vid provningstidens slut efter 5 timmar skall trycket höjas till provtrycket och

den härför erforderliga vattenmängden mätas och noteras. Vatten som pumpas in i ledningen under provningstiden och vid provningstidens slut skall ha samma temperatur som det vatten som redan lagras i ledningen ( $\pm 3^\circ \text{C}$  tolerans). Tryck skall mätas med en noggrannhet om  $\pm 1 \text{ kPa}$  (0,01 bar).

Vattenvolymer skall mätas med en lägsta noggrannhet om  $\pm 0,01 D$ , där  $D$  är kontrollvattenmängden.

De under provningstiden och vid provningstidens slut inpumpade vattenmängderna summeras till en referensvattenmängd  $R$ .

Om trycket under temperaturinverkan stiger över provtrycket skall vatten tappas av så att trycket sjunker till provtrycket. Mängden avtappat vatten skall mätas och får minskas från inpumpad vattenmängd vid bestämning av referensvattenmängden  $R$ .

## Bedömning av provningsutfall

### Förutsättningar

Ledningar med innerdimension  $d$ , större än 50 mm.

För ledning av de material som avses i dessa anvisningar bestäms en kontrollvattenmängd för provtiden 5 timmar ur

$D = (0,4 d_i - 20) \times L / 4800$  uttryckt i liter

$L$  är provad ledningssträckas längd i m  
 $d_i$  är ledningens innerdiameter i mm

Om den provade ledningssträckan  $L$  sammansätts av längder  $I_1, I_2, I_3, \dots$  med diametrarna  $d_1, d_2, d_3, \dots$ , används medeldiametern

$d_i = (I_1 d_1 + I_2 d_2 + I_3 d_3 + \dots)$

Vid bestämning av kontrollvattenmängden  $D$ .

Ledningar med innerdiameter  $d_i$ , lika med eller mindre än 50 mm  
En kontrollvattenmängd,  $D$ , för provtiden 5 timmar bestäms ur

$D = 0,002 L$  uttryckt i liter

$L$  = provad ledningssträckas längd i m

## Provningsutfall

G: Om  $R \leq D$  är täthetsprovningen godkänd

U: Om  $R > D$  är täthetsprovningen inte godkänd

### Anmärkning 1

För ledningar med innerdimension,  $d_i$ , 50 mm eller mindre får täthetsprovningen alternativt utföras förenklat på så sätt att ledningen sätts under tryck, motsvarande provningstrycket, utan tryckhöjning under 30 min. Om trycket under provtiden 30 min inte sjunker under referenstrycket är täthetsprovningen godkänd.

### Anmärkning 2

Förekommer synligt läckage bedöms ledningen som ej godkänd, även om täthetsprovningen är godkänd.

## Exempel på provningsrapport från täthetsprovning av tryckledning

Provning i fält enligt VAV P79 av tryckledningar,

### PROVNINGSPROTOKOLL

Beställare: \_\_\_\_\_

Arbetsplats: \_\_\_\_\_

Ledningssträcka: \_\_\_\_\_

Arbetet utfört av: \_\_\_\_\_

Längd L, m	
Innerdiameter d, mm <sup>1)</sup>	
Rörmaterial	

Referenstryck, bar <sup>2)</sup>	
Provtryck, bar <sup>3)</sup>	
Kontrollvattenmängd D, liter <sup>4)</sup>	

Vid provtryckningen var ledningen

helt blottad

överfylld utom vid fogarna

helt överfylld

nedsänkt under vatten

#### Avläsningar

Nr	Klockan	Avläst tryck, bar	Inpumpad vattenmängd i liter för höjning av trycket till provtrycket	Kommentar
0		Provtryck		Provtryck
1				
2				
3				
4				
5				
Totalt inpumpad vattenmängd under provningstiden 5 timmar = referensvattenmängd R5), för att hålla trycket vid provtrycket				

Provutfall<sup>6)</sup>

G

U

Godkänd ledning<sup>7)</sup>

Ja

Nej

Anmärkning<sup>8)</sup> \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Kontrollant: \_\_\_\_\_

Arbetsledare: \_\_\_\_\_

1) Se 6.1 i anvisningarna  
2) se 3 i anvisningarna  
3) Se 3 i anvisningarna  
4. Se 6.1 i anvisningarna

5) Se 5 i anvisningarna  
6) Se 6.2 i anvisningarna  
7) Se Anmärkning 2 under 6.2 i anvisningarna

8) Utöver andra relevanta anmärkningar till provningen kan här noteras om provningen, för ledning med inre dimension, di, lika med eller mindre än 50 mm, utförts enligt det förenklade alternativet. Se Anmärkning 1 under 6.2 i anvisningarna.

Denna sida kan kopieras för att användas som protokoll i samband med täthetsprovning.

Schema 7.2.19

## Livslängd

Som tidigare nämnts är rören enligt standarden dimensionerade utgående från en livslängd på 50 år. Med de både externa och interna krav som ställs på material och processer, och om de föreskrivna installations- och driftförhållanden upprätthålls, uppnås en livslängd på över 100 år.

Att rörprodukterna håller hög kvalitet räcker inte ensamt till för att uppnå 100 års livslängd för en ledningsanläggning. Livslängden för Uponors PVC-rör beror i viss utsträckning på vilka påfrestningar röret utsätts för under installation och drift, bland annat påverkan på grund av temperatur och ringspänning.

I det följande anges förutsättningarna för 100 års livslängd för PVC-rör.

## Fogar

Det förutsätts att Uponors läggings- och kopplingsanvisning följs.

Det företag som utför arbetet ska ha ett dokumenterat kvalitetsstyrningssystem.

Om mekaniska kopplingar används, ska dessa installeras enligt tillverkarens vägledning.

## Materialstyrka/livslängd Uponor PVC-rör ( $\varnothing \geq 110$ )

Maximal ringspänning: 12,5 MPa motsvarande 101 mvp i en PN 10-ledning

Maximal drifttemperatur: +20 °C

Den förväntade livslängden för PVC-rör är enl. diagram 7.2.20 över 100 år.

## Materialiets brottstyrka som funktion av temperatur och tid

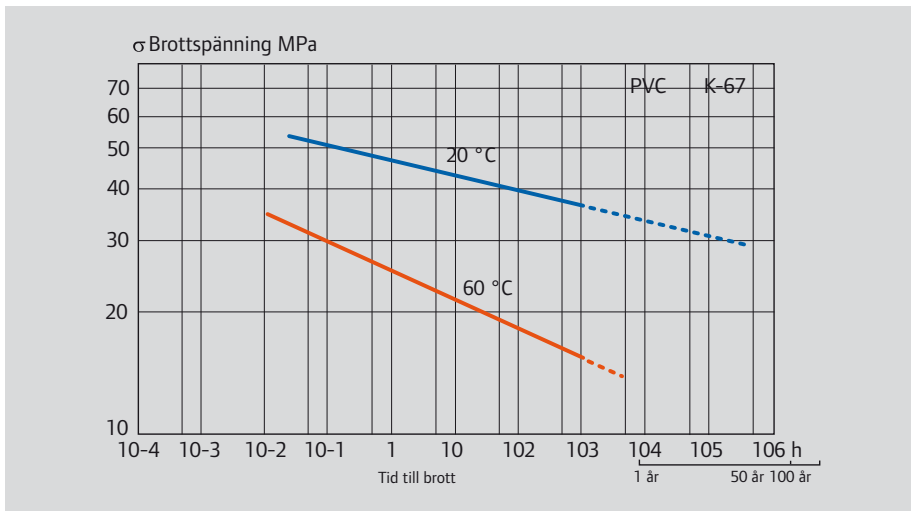


Diagram 7.2.20

## Krav på transporterat ämne

Det transporterade mediet får inte innehålla ämnen som direkt bryter ner rörmaterialet. I detta sammanhang ska man vara särskilt uppmärksam på följande ämnen:

- Etyleter
- Fluor
- Rykande svavelsyra
- Kungsvatten
- Metylklorid
- Koltetraklorid Nitrobensen
- Oleum.

I övrigt hänvisas till ISO/TR 10358 Plastic Pipe and fittings - Combined Chemical resistance classification tabel och för Tätningsringar hänvisas till ISO/TR 7620:2005 Rubber Material – Chemical resistance” och kemisk beständighets-tabell i kapitlet Material och livslängd.