

Uponor Tryckrörssystem  
Profuse Vatten /  
Spillvatten / Gas



## 7.1 Uponor tryckrörssystem Profuse tryckvatten/spillvatten/gas

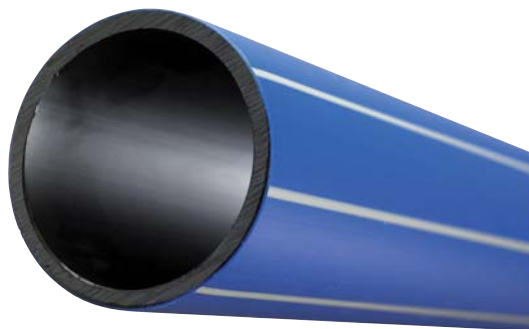
**Objektsbeskrivning: PP-mantlat PE rör, typ Profuse.**

Profuse är ett tryckrörssystem som används till dricksvatten, spillvatten, gas och diverse processmedier.

Profuse tryckrörssystem utvecklades åt Britisk Gas, som ville ha ett rörsystem med bättre och säkrare svetsegenskaper än dittills vanliga rör. Tillsammans med de förbättrade svetsegenskaperna fick medieröret också ett extra skydd i form av manteln. Efter utvecklingsarbetet introducerade Uponor år 1998 Profuse för Britisk Gas och den övriga engelska marknaden, och senare på den nordiska och den tyska marknaden

Profuse tillverkas av svart polyetylen PE100, som under tillverkningen täcks med en skyddsmantel av PP. Manteln läggs på i tre färger, som anger vad röret används till.

Blå mantel till dricksvatten, rödbrun till spillvatten och gul färg till gas. På samtliga rör finns grå ränder som anger att röret är ett mantelrör.



PP-skyddsmanteln ger flera fördelar:

- Den säkerställer att PE100-röret inte skadas och får repor under transport, hantering och installation. Därmed minimeras risken för repor i rörväggen, vilket förhindrar brott på lång sikt.
- Röret är särskilt lämpligt för schaktfri-installation
- Vid elektrosvetsning avlägsnas PP-manteln. Röret har nu en oxidfri yta, som kan svetsas direkt utan att rören behöver skrapas. Medieröret är alltså alltid oxidfritt under den skyddande manteln. Manteln skall tas bort omedelbart innan elektrosvetsrördelen monteras.
- Kan stumsvetsas utan att manteln tas av.

Profuse-rör fogas i första hand med elektrosvetsning och stumsvetsning men också med mekaniska fogar. När Profuse-rör svetsas ihop i ett ledningssystem, blir fogarna draghållfasta. Profuse kan också installeras med ett minimum av rörböjar, eftersom röret lätt kan böjas i mjuka kurvor.

Profuse tryckrörssystem har stor brottstyrka och kan motstå stora mekaniska påfrestningar. Systemet är motståndskraftigt mot tryckstötter och trycksvängningar, och det kan ta upp stora sättningar.

PE-materialet har stor temperaturbeständighet och stor slaghållfasthet även vid låga temperaturer. Vid högre temperaturer än 20 °C ska driftstrycket sänkas för att den önskade livslängden ska uppnås.

Profuse-rörsystemet är mycket korrosionsbeständigt och har god motståndsförmåga mot de flesta lösningsmedel, syror, baser och oljor. I kapitlet "Material och livslängder" finns en tabell över kemikaliebeständighet. Vid frågor, kontakta Uponors tekniska support.

Profuse-rörets släta insida ger mycket låg friktion. Röret har därtill en stor slitstyrka och är motståndskraftigt mot partiklar i det medium som transporteras. Vid hydraulisk dimensionering hänvisar vi till tryckfallsnomogram längre fram i detta avsnitt.

Profuse-rör kan fås i dimensionsområdet från Ø63 till Ø400 mm och i tryckklasserna PN 6,3 till PN 16. PN 6,3 dock först från Ø160 mm och uppåt.

#### Dimensionsöversikt

Dimension	SDR 26	SDR 17	SDR 11
mm	PN 6,3	PN 10	PN 16
63		x	x
75		x	x
90		x	x
110		x	x
125		x	x
140		x	x
160	x	x	x
180	x	x	x
200	x	x	x
225	x	x	x
250	x	x	x
280	x	x	x
315	x	x	x
355	x	x	x
400	x	x	x

Tabell 7.1.1

#### Materialdata

Egenskaper	PE100	Enhet	Standard/Testmetod
Densitet	950	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183
Smältindex	0,3	g/10 min	ISO 1133 Metod 18
Långtidskrympmodul E <sub>50</sub>	275	MPa	ISO 6259
Korttidskrympmodul E <sub>0</sub>	1100	MPa	ISO 6259
Längdutvidgningskoefficient	0,13	mm/m · °K	
Värmeledningstal	0,4	W/m · °C	DIN 52 612 (20 °C)
Specifik värmemängd	1,9	J/g · °K	
Flytspänning	23	MPa	
Tillåten dragspänning, kort tid	10	MPa	
MRS-värde	10	MPa	ISO/DIS 4427 – CEN/TC 155 SS20
Designspänning	8	MPa	DS/EN 12201 – DS/EN 13243
Designfaktor (vatten- och tryckavlopp)	1,25		DS/EN 12201 – DS/EN 13243
Designfaktor (gas)	Min. 2		DS/EN 1555

Tabell 7.1.2

#### Böjningsradie för Profuse

Från -20 °C till -6 °C: 28 x Dy

från -5 °C till 10 °C: 25 x Dy

Från 11 °C till 35 °C: 22 x Dy

Dy = Rörets ytterdiameter

Vid en fast installation rekommenderas inte mindre böjradie än 50 x Dy

# Kravspecifikation – Uponor krav och godkännanden

## Kravspecifikation – Uponor krav

I följande översikt visas en jämförelse mellan krav på uppfyllande av SS-EN 12201, SS-EN 13244\*, SS-EN 1555 och

Nordic Poly Mark och Uponors egna interna produktkrav, som används i den löpande tillverkningskontrollen.

### Kravspecifikation - Uponor krav

Egenskap	Referens till SS-EN 12201:2003	SS-EN 12201:2003	Uponor tilläggskrav
Inverkan på vattenkvalitet	Del 1; 5 Del 2; 5.5 och 8.2 tabell 5 Del 3; 5.6 och 8.2 tabell 6		

Egenskap	Referens till SS-EN 12201 SS-EN 13244* SS-EN 1555	Nordic Poly Mark	Uponor tilläggskrav
Dimensionsstabilitet (längdled)		Eget krav – SS-EN ISO 2505 $\leq 3\%$ : 110 °C	
Hydrostatisk styrka	165 h, 80 °C, 5,4 MPa		215 h, 80 °C, 5,4 MPa
Mantelvidhäftning			Avdragstest

Tabell 7.1.3

## Godkännanden

De blå Profuse-rören är godkända enligt Nordic Poly Mark. Vattenrören är också godkända för dricksvatten enligt DS och SFS och i övrigt tillverkade enligt SS-EN 12201 och Uponor fabriksstandard 800-1.

De rödbruna rören för spillvatten är godkända enligt Nordic Poly Mark och

Uponor fabriksstandard 800-2, som är baserad på SS-EN 13244\*.

De gula gasrören tillverkas enligt SS-EN 1555 och Nordic Poly Mark och Uponor Fabriksstandard 731.

På Uponors hemsida finns de senaste godkännandena av Uponors produkter.

\*SS-EN 13244 har upphört och inkluderas i SS-EN 12201. Godkännanden och märkning kommer att ändras under 2013.

# Märkning

Märkning av Uponor tryckrörssystem tryckvatten, spillvatten och gas illustreras nedan.

## Märkning av Uponor tryckrörssystem Profuse tryckvatten



uponor	PRESSURE WATER	Profuse		EN 12201	PE100	160 x 9,5	PN10
Tillverkare	Användning: tryck dricksvatten	Produkt	Nordic Poly Mark	Produktstandard	Material: Polyeten	Dimension och minsta godstjocklek	Tryckklass

SDR17				14 11 2005 13	1234 m	...COATED PIPE...	SKIN MUST BE REMOVED FROM CONNECTION AREA
Rörserie	Drickvatten-godkännande	Tillverknings-enhet = Fristad	Tilverknings-tidpunkt dag/månad/år/timme	Metermärkning	Anger att det är ett mantlat rör		PP-manteln måste avlägsnas på yta som skall svetsas

Tabell 7.1.4

## Märkning av Uponor tryckrörssystem Profuse spillvatten



uponor	PRESSURE SEWER	Profuse		EN 12201	PE100	160 x 9,5	PN10
Tillverkare	Användning: tryck spillvatten	Produkt	Nordic Poly Mark	Produktstandard	Material: Polyeten	Dimension och minsta godstjocklek	Tryckklass

SDR17		14 11 2005 13	1234 m	...COATED PIPE...	SKIN MUST BE REMOVED FROM CONNECTION AREA
Rörserie	Tillverknings-enhet = Fristad	Tilverknings-tidpunkt dag/månad/år/timme	Metermärkning	Anger att det är ett mantlat rör	PP-manteln måste avlägsnas på yta som skall svetsas

Tabell 7.1.5



## Märkning av Uponor tryckrörssystem Profuse gas



uponor	GAS	Profuse	PE100	90 x 5,4	SDR 17	UPONORM 731	
Tillverkare	Användning: gas	Produkt	Material: polyeten	Dimension och minsta godstjocklek	Rörserie	Fabriksstandard	Nordic Poly Mark

EN 1555	PE/a	①	13 2007	1234 m.	...COATED PIPE...	NATURGAS	SKIN MUST BE REMOVED FROM CONNECTION AREA
Produktstandard	Material: polyeten/kod	Tillverkningsenhet ① = Nastola	Tillverknings-tidpunkt vecka/år	Metermärkning	Mantlat rör	Användning	PP-manteln måste avlägsnas på yta som skall svetsas

Tabell 7.1.6

### Standard Dimension Ratio (SDR-värde)

SDR-värdet anger förhållandet mellan rörets ytterdiameter och godstjockleken.

Genom att använda SDR tillsammans med materialtyp får man ett mer entydigt värde för beskrivning av tryckklass utan att behöva känna till säkerhetsfaktorer.

$$\text{SDR} = \frac{\text{Nominell diameter}}{\text{Minsta godstjocklek}}$$

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

PN-värdet anger det nominella trycket. Högsta tillåtna arbetstryck i bar vid temperaturen 20 °C och ur 50 års kontinuerligt tryck.

Exempel för Ø 160 PE100 PN 10-rör:

$$\text{SDR} = \frac{D_y}{e} = \frac{160}{9,5} \Rightarrow \text{SDR 17}$$

### Översikt över SDR och tryckklasser

Tryckklasserna gäller för tryckvatten- och spillvatten.

Material	$\sigma$	SDR		
Beteckning	MPa	26	17	11
PE100	8	PN 6,3	PN 10	PN 16
Nominell styvhet kN/m <sup>2</sup>		5	20	80

Tabell 7.1.7

# Installation

Alla vanliga skarvningsmetoder kan användas till Profuse-rör.

Eftersom Uponor Profuse-rör inte behöver skrapas vid elektrosvetsning uppnår man en säkrare svetsning, eftersom ytan är 100 % oxidfri när manteln avlägsnas.

Stumsvetsning kan utföras på traditionellt sätt utan att skyddsmanteln avlägsnas.

Dessutom kan Profuse fogas mekaniskt.

OBS! Manteln ska avlägsnas så att det mekaniska tätningselementet får direkt kontakt med mediaröret.

Alla vanliga metoder för installation, utbyggnad och underhåll av PE-rör kan alltså användas.

Svetsytorna ska rengöras med godkänd rengöringsvätska, t.ex. Isopropanol eller diverse PE-rengörare.

---

## El-svetsning av anbringningsadel



1. Markera det område där PP-skyddsmanteln ska avlägsnas.



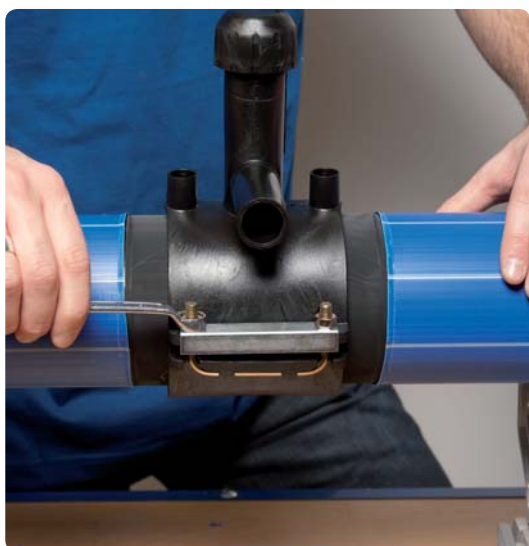
2. Använd Profuse-specialverktyg eller specialkniv till att skära fritt det markerade området. Om anbringningsbygel med underdel används, avlägsnas manteln hela vägen runt röret.



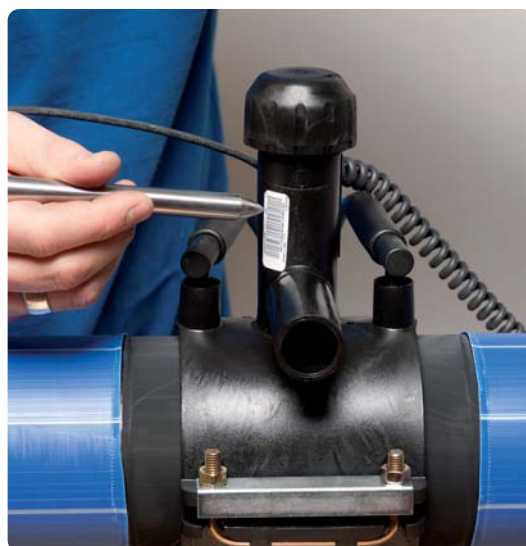
3. Avlägsna det markerade PP-mantelstycket omedelbart före svetsning.



4. Använd godkänd rengöringsvätska och torka av röret före svetsning.

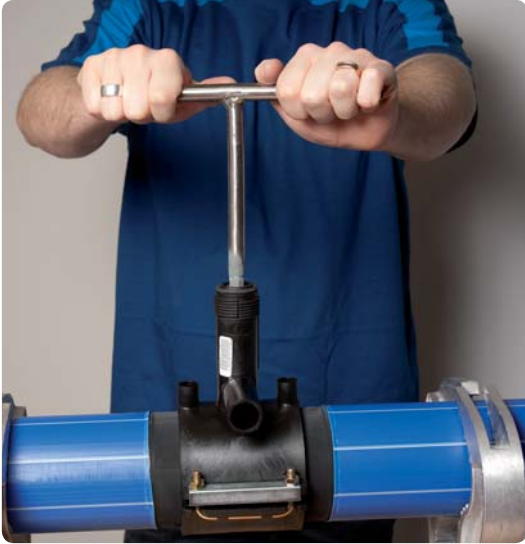


5. Fäst rördelen på Profuse-röret med hållverkyget.



6. Därefter utförs elektrosvetsning.





*7. Efter avslutad svetsning och avsvälning kan man anborra med anborrningsverktyget men kyltiden bör vara minst 1 timma innan anborringen görs. Det går att anborra med tryck i röret.*

OBS! Svetsning utförs i övrigt enligt anvisningar från leverantören av elektrodelar.

## El-svetsning av muff.



1. Markera det område där PP-skyddsmanteln ska avlägsnas.



2. Använd Profuse-specialverktyg eller specialkniv till att skära fritt det markerade området.



3. Avlägsna den markerade PP-manteln alldeles före svetsning.





4. Mät upp och markera rörändan med det korrekta insticksdjupet + 5 mm. Torka rent svetsområdet med godkänd rengöringsvätska. Skjut in muffen över röret till anslag. Kontrollera de uppmätta markeringarna.

5. Montera spännverkyget. Upprepa punkt 1 - 5 med den andra röränden.



6. Montera svetskablarna, och muffen är klar för svetsning.



7. Avläs svetsdata med hjälp av streckkodssystemet.

8. Därefter utförs elektrosvetsning.

OBS! Svetsning utförs i övrigt enligt anvisningar från leverantören av elektrodelar.

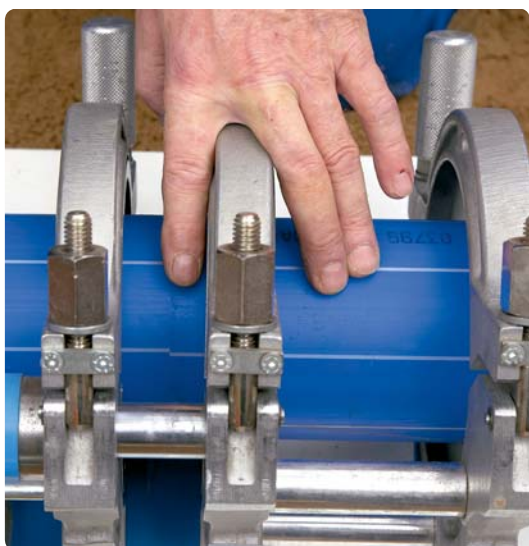
## Stumsvetsning – steg för steg

Med hjälp av stumsvetsning är det möjligt att svetsa ihop ett Profuse-rör med ett annat Profuse-rör eller ett Profuse-rör med ett PE100 eller PE80-rör – förutsatt att rören har samma dimension och godstjocklek.

Alla godkända stumsvetsmaskiner kan användas med de befintliga backarna. Se till att maskinen är underhållen och kalibrerad, och det är också viktigt att förvissa sig om att hyvel och värmespegel är rena.

Generellt svetsar man inte om materialtemperaturen är lägre än  $-15\text{ °C}$ .

Vid svetsning i blåst och fuktigt väder ska man använda tält eller vindskydd, som skyddar svetsområdet mot fukt och blåst. De fria rörändarna ska vara igenprop-pade för att det inte ska uppstå drag genom röret, som kan bidra till att kyla svetszonen.



1. Rören spänns upp i stumsvetsmaskinen så att de centreras.



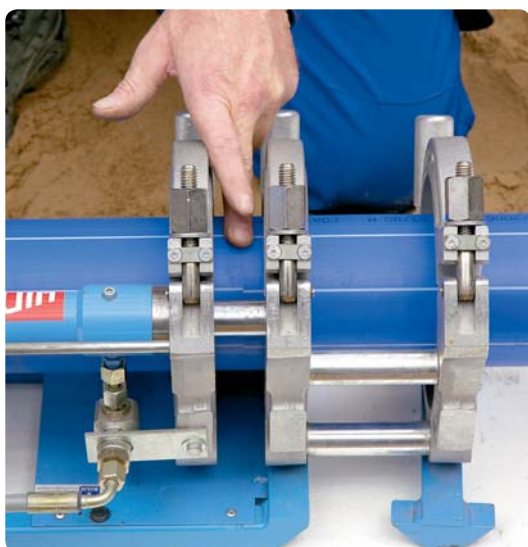


2. Hyvla av rörändarna genom att stänga maskinen så att rörändarna pressas mot den roterande hyveln, tills det kommer ett obrutet spån på båda sidor av hyveln.



3. Stumsvetsmaskinen öppnas och hyveln tas bort. Spånor avlägsnas från rörändarna.

(Var noga med att få bort alla spånor under svetsmaskinen, eftersom de annars kan följa med värmespegeln upp i svetsen när spegeln avlägsnas).



4. Lås svetsmaskinen och kontrollera att rörändarna sluter tätt mot varandra hela vägen runt och att rören centrerar. Det får inte synas något gap eller någon förskjutning mellan rören. Om man ändrar på röret måste man hyvla igen.



5. Rörändarna torkas av med godkänd rengöringsvätska. Detta bidrar också till att avlägsna statisk elektricitet.



6. Svetstemperaturen kontrolleras på värmespegeln.  
Temperaturen ska vara  $240\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



7. Spegeln ska vara ren och fri från orenheter. Den rengörs lätt med icke-luddande papper. Kontrollera att värmespegelns ytbeläggning är oskadad.



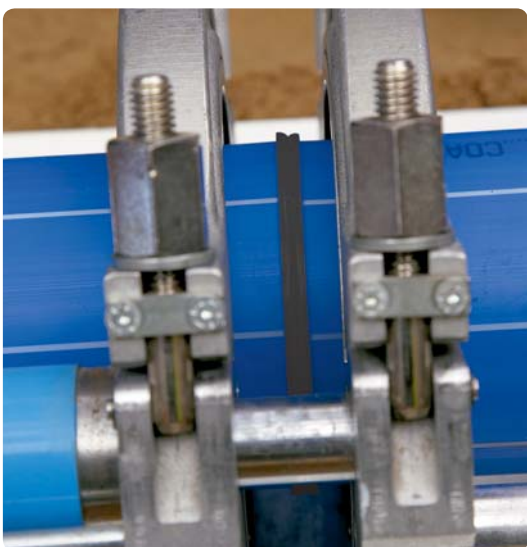
8. Sätt i värmespegeln mellan rören. Stäng svetsmaskinen runt värmespegeln med det aktuella svetstrycket plus släptrycket tills PP - manteln släpper spegeln och det har blivit en förvulst på 0,2-0,4 mm hela vägen runt röret. Tiden här blir kortare jämfört med svetsning av omantlade rör för vulsten på 1-2 mm bör inte byggas upp. Tiden tills PP-manteln släpper beror på rörets temperatur. Släptrycket är det tryck som krävs för att få svetsmaskinens släde att röra sig vid den aktuella belastningen.

Svetstrycket finner man genom att avläsa svetskraft i Uponors svetsparametrar och konvertera den till tryck med hjälp av tryckkaraktistiken för den använda stumsvetsmaskinen..

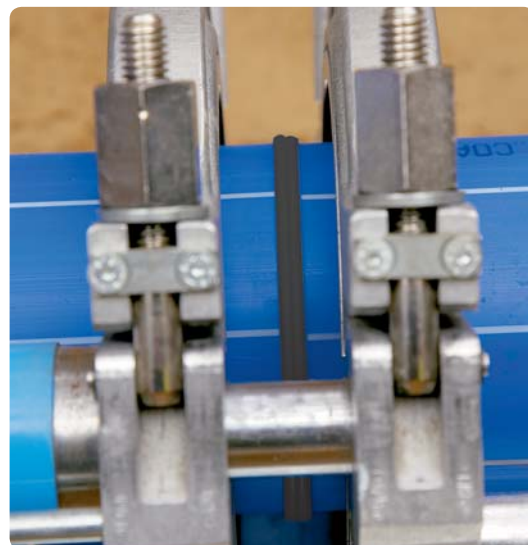




9. När PP-manteln har släppts och förvulsten är som man vill ha den – släpps trycket, och uppvärmningstiden börjar. Rörändarna ska ha full kontakt med värmespeglarna under uppvärmningstiden. (Uppvärmningstiden är den tid som behövs för att leda värmen ut i röränden utan tryck).



10. När uppvärmningstiden har uppnåtts, öppnas svetsmaskinen och spegeln avlägsnas (omställningstiden görs så kort som möjligt). Svetsmaskinen stängs med det aktuella svetstrycket.



11. Svetsmaskinen hålls stängd hela svets- och avsvälningstiden. Under avsvälningstiden förändras färgen på vulsten.



12. Efter avslutad svets- och avsvälningstid släpps trycket och backarna lossas och öppnas. Röret kan nu lyftas ut ur svetsmaskinen.

13. Sedan kontrolleras att svetsvulsten är korrekt formad. Visuellt kontroll av vulsten utförs enligt "Kriterier för visuell bedömning av svetsade PE-rör".



## Kriterier för visuell bedömning av hopsvetsade PE-rör

### Kriterier för vulstbredd – rör mot rör

Min. godstjocklek (mm)	Vulstbredd B (mm)
2	3 - 5
3	4 - 6
4	4 - 7
5	5 - 8
6	6 - 9
8	7 - 10
9	8 - 11
11	9 - 12
13	10 - 14
16	11 - 15
18	12 - 16
19	12 - 18
22	13 - 18
24	14 - 19
27	15 - 20
30	16 - 21
34	17 - 22
40	18 - 23
45	20 - 25
50	22 - 27
55	24 - 30
60	26 - 32
65	28 - 36

Tabell 7.1.8

### Kontroll av svetsning

Vulstbredden B ska uppfylla måtten i ovanstående schema (B inkl. mantel). Gäller för rör mot rör. För rör mot rördel och rördel mot rördel utvidgas toleransen med +/- 1 mm.

### Accepterad avvikelse

En ojämn vulst mellan kl. 11 och kl 13 med en total utbredning på max. 10 - 20 mm accepteras. Det ska dock finnas en synlig rand av PE mellan mantel-materialet.

### Exempel

Bestämning av vulstbredden enl. tabell 7.1.8.

Nominell godstjocklek: 8,2 mm.

Följ pilens riktning till närmaste hela tal (8 mm). Avläs vulstbredden. Den ska vara mellan 7 och 10 mm.

### Svetstemperatur

240 °C ± 5 °C

### Svetstryck

0,15 N/mm<sup>2</sup>

## Svetsparametrar

### PE100 SDR 26

dim. mm	Godstjocklek min. mm	Svetskraft N	Uppvärmningstid sek.	Omställnings- tid*) max. sek.	Svets-/avsval- ningstid min.
90 <sup>***)</sup>	3,5	150	40	4	12
125 <sup>***)</sup>	4,8	286	50	4	12,5
160	6,2	472	70	5	13
180	6,9	592	77	5	13,5
200	7,7	733	85	5	14
225	8,6	922	94	5	14,5
250	9,6	1143	104	6	15
280	10,7	1427	115	6	15,5
315	12,1	1816	129	6	16
355	13,6	2300	144	7	17
400	15,3	2915	161	7	17,5

Värmeledningstiden = 10 sek. multiplicerat med den totala godstjockleken "e" inkl. skyddsmantel.

\*) Omställningstiden är en vägledande maximal tid, men den ska alltid göras så kort som möjligt.

\*\*\*) Tillverkas endast som skyddsror för gas.

Tabell 7.1.9

### PE100 SDR 17

dim. mm	Godstjocklek min. mm	Svetskraft N	Uppvärmningstid sek.	Omställnings- tid*) max. sek.	Svets-/avsval- ningstid min.
63 <sup>**)</sup>	3,8	111	40	4	12
75	4,5	157	53	4	12
90	5,4	226	62	4	12,5
110	6,6	338	74	4	13,5
125	7,4	431	82	4	14
140	8,3	541	91	4	14
160	9,5	707	103	5	15
180	10,7	896	115	5	15,5
200	11,9	1108	127	5	16
225	13,4	1403	142	5	16,5
250	14,8	1722	156	6	17,5
280	16,6	2164	174	6	18,5
315	18,7	2742	195	6	19,5
355	21,1	3486	219	7	20,5
400	23,7	4413	245	7	22

Uppvärmningstiden = 10 sek. multiplicerat med den totala godstjockleken "e" inkl. skyddsmantel.

\*) Omställningstiden är en vägledande maximal tid, men den ska alltid göras så kort som möjligt.

\*\*\*) Vid stumsvetsning av ø63 SDR 17 ska manteln avlägsnas.

Tabell 7.1.10

**PE100 SDR 11**

<b>dim.</b>	<b>Godstjocklek</b>	<b>Svetskraft</b>	<b>Uppvärmningstid</b>	<b>Omställnings-</b>	<b>Svets-/avsval-</b>
<b>mm</b>	<b>min. mm</b>	<b>N</b>	<b>sek.</b>	<b>tid*) max. sek.</b>	<b>ningstid min.</b>
63	5,8	164	66	4	13
75	6,8	229	76	4	13,5
90	8,2	331	90	4	14
110	10	494	108	4	15
125	11,4	640	122	4	15,5
140	12,7	799	135	4	16,5
160	14,6	1049	154	5	17,5
180	16,4	1325	172	5	18
200	18,2	1634	190	5	19
225	20,5	2071	213	5	20
250	22,7	2549	235	6	21,5
280	25,4	3194	262	6	22,5
315	28,6	4046	294	6	24,5
355	32,2	5149	330	7	26
400	36,3	6538	371	7	28

Uppvärmningstiden = 10 sek. multiplicerat med den totala godstjockleken "e" inkl. skyddsmantel.

\*) Omställningstiden är en vägledande maximal tid, men den ska alltid göras så kort som möjligt.

Tabell 7.1.11

### Mekaniska kopplingar

Före hopfogning ska skyddsmanteln avlägsnas, så att röret får den rätta dimensionen som passar till delen. Samtidigt uppnås en perfekt yta utan defekter, som annars lätt skulle kunna skapa läckage i rörsystemet. Var noga med att följa kopplings-leverantörens anvisningar.

### 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 rörläggning och fyllning görs omsorgsfullt. Installation av markförlagda plaströr enligt kapitel 6.1. Det är dock byggherren som beslutar vilka lägningsregler som ska följas.

### Återanvändning av uppgrävt material

Skyddsmanteln har så stor styrka att det uppgrävda materialet ofta kan återanvändas som kringfyllnad av röret. Därmed reduceras belastningen på miljön samtidigt som det ger ekonomiska fördelar eftersom tid och pengar sparas. Dels för att uppgrävt material inte behöver forslas bort, dels för att nytt kringfyllnadsmaterial inte behöver tillföras.

### Förutsättningar för återanvändning av uppgrävt material:

Ledningsbädd och kringfyllnad:  
Materialet får inte vara fruset eller innehålla vassa stenar. Materialet skall minst kunna komprimeras till proctorvärde 93 %.

Den maximala stenstorleken får inte överstiga 64 mm.

- Innehållet av sten mellan 32 och 64 mm får ej vara större än 15 %.
- Ledningsbädden skall ha en tjocklek på minst 150 mm.

# Dimensionering

## Statisk dimensionering

I det inledande avsnittet 6.1 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 gärna till förfogande vid frågor av specifika projekt.

## Hydraulisk dimensionering

Det visade tryckfallsnomogrammet 7.1.13 kan användas till att dimensionera den rörstorlek som ska användas under de aktuella förhållandena. I det inledande avsnittet om tryckrörssystem finns det ett exempel på hur tryckrör kan dimensioneras.

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

Från driftsteknisk och ekonomisk synpunkt är den rekommenderade vattenhastigheten för vattenrör mellan 0,6 och 1,5 m/s.

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

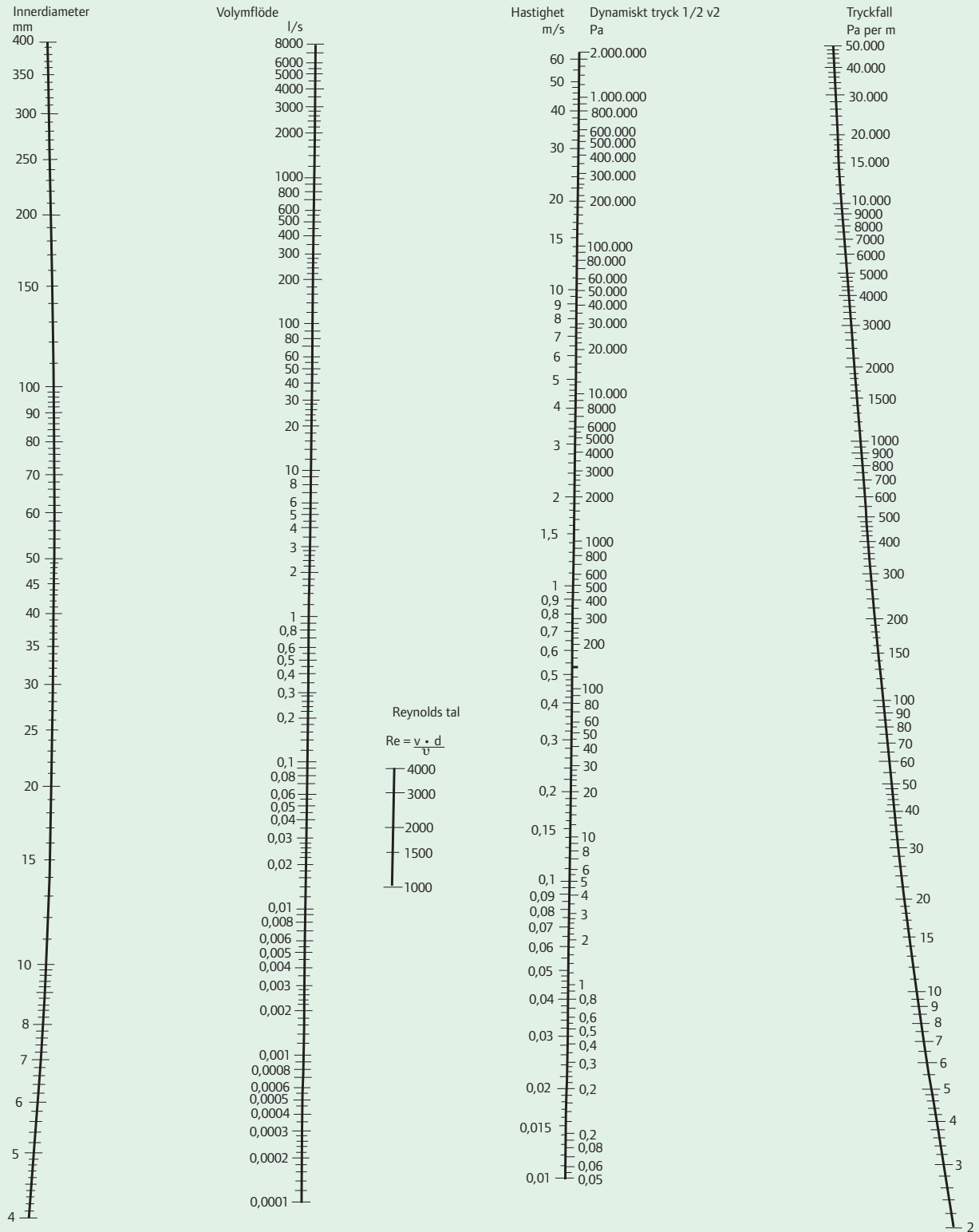
Pa = Pascal

mvp = meter vattenpelare

Tabell 7.1.12



# Tryckfallsnomogram



Tabell 7.1.13

## Hållfasthetsberäkning

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

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

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.

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

C är en designfaktor, som beror på plastmaterialet och produkternas användning. Se schema 6.2.2 med system- och materialdata för Profuse.

PE klassificeras efter sitt MRS-värde, bestämt enligt SS-EN ISO 9080. Denna standard beskriver, hur långtidshållfasthet av termoplastiska material bestäms genom extrapolation. Se diagram 7.1.22

## Temperatur

Profuse-röret är dimensionerat med utgångspunkt i en driftstemperatur på 20 °C. Om röret används vid högre temperaturer än 20 °C, ska driftstrycket reduceras enligt följande diagram för att bevara rörets livslängd. Vid temperaturer som faller utanför diagrammet 7.1.14, kontakta Uponors tekniska support.

### Temperaturreduktionskurva

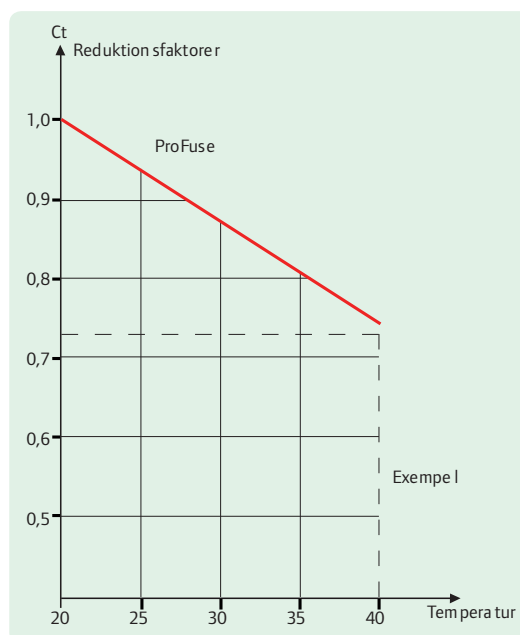


Diagram 7.1.14

Formel för reducerat driftstryck:

$$PN_t = PN \times C_t$$

### Exempel

Ska ett Profuse PN 10-rör användas vid en driftstemperaturer på 40 °C, blir det maximala driftstrycket:

$$PN_{40} = 10 \times 0,74 = 7,4 \text{ bar}$$

Om driftstrycket på 7,4 bar vid en temperatur på 40 °C inte överskrider, nedsätts inte livslängden för röret.

Den maximala temperatur vid vilken röret kan användas under tryck är 60 °C. Detta nedför dock en förkortning av livslängden.

Om Profuse används som trycklöst avloppsrör, kan det klara en kontinuerlig temperatur på 80 °C 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 starkaste påverkningen på en tryckledning.

Tryckstötär går som en tryckvåg genom ledningen. Vågen reflekteras fram och tillbaka med en hastighet som är mycket högre än strömningshastigheten.

Tryckvågshastigheten  $c$  (m/s) är beroende av rörmaterial, rörets godstjocklek och diameter, vattnet och ledningens möjligheter att röra sig fritt.

Tryckvågen betyder att stora vattenmängder rör sig och accelereras i ledningen. En hög tryckvågshastighet ger därför stora tryckstötär.

Normalt behöver man inte göra någon särskild tryckstötsberäkning för PE-rör.

För ytterligare information hänvisar vi till Uponors tekniska support.

### Vakuüm

Vakuüm i rör ska tas med i övervägandet när man väljer tryckklass för röret. Vi rekommenderar därför att man alltid minimerar undertrycket i röret, t.ex. med vakuümventiler.

För Profuse-rör med svetsade fogar kan under normala förhållanden ett vakuüm på upp till 1,0 bar accepteras, under förutsättning att man använder minst SDR 11-rör.

Om Profuse installeras och hanteras enl. Uponors installationsanvisning, kan ett SDR 17-rör användas med fullt vakuüm, motsvarande 1 bar/10 mvp.

För vakuüm- och installationsberäkningar hänvisas till specifik beräkning.

### Råheter enligt P83

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

#### Den maximala tillåtna utbredningshastigheten för tryckvågen i rörledningar [C]

Produkt- typ	Material	Tryckklass bar	Hastighet m/s
Profuse	PE100	PN 6,3	210
Profuse	PE100	PN 10	259
Profuse	PE100	PN 16	319

Tabell 7.1.15

## Max tillåten dragkraft för Profuse

Dim	PN6,3 kN	PN10 kN	PN16 kN
63		7	10
75		10	15
90		14	21
110		21	31
125		27	41
160	30	45	67
180	38	57	84
200	47	70	104
225	58	89	132
250	73	109	162
280	91	137	203
315	115	174	257
355	146	221	327
400	185	280	415

Tillåten dragspänning 10 MPa

Tabell 7.1.16

## Förankring

Normalt är det inte nödvändigt att förankra PE-rör när de hopfogas med svetsade fogar. Vid övergång till andra rörmaterial eller där röret ska gjutas in, måste man dock tänka på att röret ska förankras. Detta ska göras för att undvika att icke-dragfasta fogar dras isär till följd av rörets utvidgning och sammandragning vid temperaturändringar.

## Längdutvidgning

Under hantering och installation av PE-rör ska man vara uppmärksam på längdutvidgning och sammandragning. PE-rör har en relativt stor värmeutvidgningskoefficient, som kan medföra att röret blir åtskilliga centimeter kortare nästa morgon, om det installerades i en rörgrav en varm dag.

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 enl. tabell 6.2.2 med system- och materialdata.

## Beräkningsexempel

En Profuse-rörledning på 400 m installeras en solig dag, när rörets temperatur är 35 °C. Nästa morgon har röret blivit avkylt och har nu en temperatur på 10 °C. Det har alltså skett en negativ temperaturändring på 25 °C. Det medför följande ändring:

$$\Delta L = (10 - 35) \cdot 400 \cdot 0,13 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta L = -1,3 \text{ m}$$

Som synes blir röret i teorin 1,3 m kortare efter avkylning. Men röret drar inte ihop sig så mycket om det har lagts med viss jordtäckning. Friktionen mot jorden håller i viss utsträckning fast rören, så att sammandragningen inte blir lika markant som beräkningarna anger.

Beräkningen visar dock att man måste vara uppmärksam på förhållandet och eventuellt fixera rören för att säkra installationen mot fel. De spänningar som därvid uppstår i röret saknar betydelse.

## Upphängningsavstånd

Vid upphängning av PE-rör måste avståndet mellan stöden inte vara för stort, eftersom det då blir en oavsiktlig nedböjning av röret.

I diagrammet nedan kan man avläsa maximalt avstånd mellan rörbärarna. Som förutsättning för beräknade maximala avstånd mellan rörbärarna.

## Förutsättningar

Vattenfyllda rör.

Nedböjningsgräns: 10 mm på 50 år.

Modell för beräkning av nedböjning: Fast inspänt rör vid varje stöd:

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

där

e = nedböjning

q = vikten av vattenfylldt rör

L = avstånd mellan stöd

$E_{50}$  = materialets långtidskrympmodul som funktion av temperaturen

I = rörets tröghetsmoment

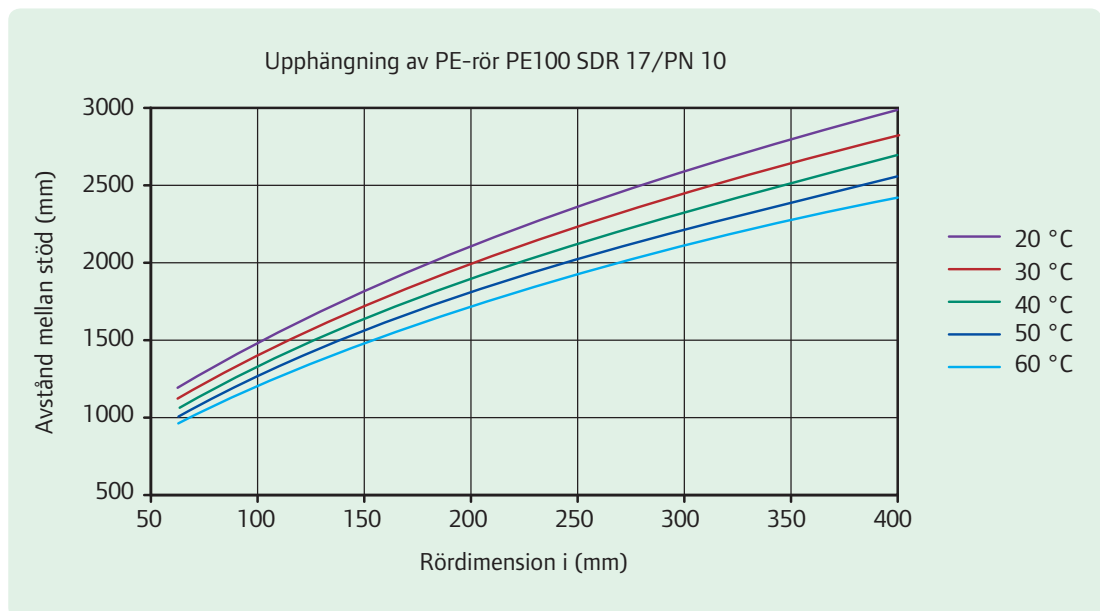


Diagram 7.1.17

För SDR 26 PN 6,3-rör ska upphängningsavståndet multipliceras med 0,9.

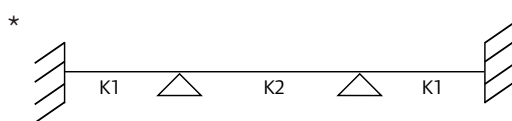
För SDR 11 PN 16-rör ska upphängningsavståndet multipliceras med 1,1.

För andra typer av stöd ska stödavståndet multipliceras med faktorer enl. Tabell 7.1.17.

### Multiplikationsfaktor k för upphängningsavstånd för olika upphängningsmodeller

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

F = fast inspänt  
N = enkelt stöd



Figur 7.1.18

### Flytkraftsberäkning

I följande tabell anges flytkraften av ett luftfyllt rör i vatten med densiteten 1000 kg/m<sup>3</sup>.

Den vänstra kolumnen är flytkraften av röret (rör). Den högra kolumnen (minus rörvikten) är nettouppflytkraften, där rörets vikt har dragits ifrån.

### Flytkraft av luftfyllt Profuse-rör i vatten (1000 kg/m<sup>3</sup>)

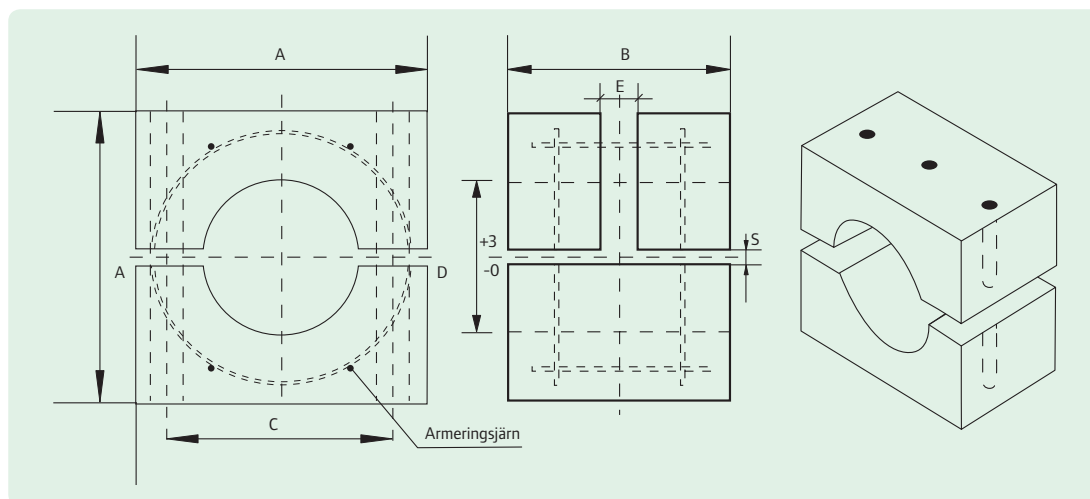
Dimension (mm)	SDR 26		SDR 17		SDR 11	
	Rör (kg/m)	Minus rörvikt (kg/m)	Rör (kg/m)	Minus rörvikt (kg/m)	Rör (kg/m)	Minus rörvikt (kg/m)
63			3,2	2,4	3,2	2,0
75			4,6	3,4	4,6	3,0
90			6,5	4,9	6,5	4,2
110			9,7	7,3	9,7	6,3
125			12,5	9,5	12,5	8,2
140			15,7	12,0	15,7	10,3
160	20,4	17,1	20,4	15,6	20,4	13,4
180	25,8	21,6	25,8	19,8	25,8	17,0
200	31,8	26,8	31,8	24,4	31,8	21,0
225	40,2	33,9	40,2	31,0	40,2	26,6
250	49,6	41,9	49,6	38,2	49,6	32,8
280	62,1	52,5	62,1	47,8	62,1	41,1
315	78,5	66,4	78,5	60,6	78,5	52,1
355	99,7	84,4	99,7	77,0	99,7	66,2
400	126,4	106,9	126,4	97,7	126,4	84,0

Tabell 7.1.19

## Ballast på rör

Det mest använda sättet att ballastera PE-rör är att fästa betongklossar på röret. Det förekommer dock även att man använder stålvajer, som surras fast vid röret.

### Exempel på ballastklossar



Figur 7.1.20

## Tryckprovning av PE-tryckledningar\*

En korrekt utförd svetsfog på en PE-ledning är helt tät. Täthetsprovning utförs vanligen ändå på svetsade ledningar. Skulle ledningen inte uppfylla täthetskraven ligger vanligen felet antingen i ett smärre läckage i någon flänsanslutning eller ventil (provtryckning mot stängd ventil skall om möjligt undvikas) eller i den använda provningsmetoden. Den provningsmetod som föreskrivs i Anläggnings AMA, VAV P 78, gäller bl a för PE-tryckledningar och skall tillämpas. Polyetenledningar expanderar något när de sätts under tryck och expansionen sker gradvis under den tid ledningen är i drift. En polyetenledning kommer vid nominellt tryck i ledningen att efter cirka 50 års drift få en diameterökning av storleksordningen 3-5 %. Ungefär 1

% av denna diameterökning sker under första dygnet ledningen tas i drift. Detta är orsaken till att reglerna i P78 kräver att ledningen hålls under tryck i minst 12 timmar före provningen igångsätts. Under den tid som provtryckningen sker kommer dock ledningen att fortsätta att expandera om än i minskad takt. På grund av den tryckhöjning som sker i samband med provtryckningen kommer en mindre diameterökning att ske under provtryckningens gång. Den volymökning som sker i ledningen under provtryckningen leder till att betydande vattenmängder kan behöva pumpas in i ledningen för att det ursprungliga starttrycket skall bibehållas. Den tillåtna vattenmängden beror på ledningens diameter och längd. Att en större vattenmängd måste pumpas in innebär dock inte mot bakgrund av ovan att ledningen behöver vara otät.



### Provning enligt P78 går till i korthet enligt följande:

Provningen skall föregås av en period av minst 12 timmar, under vilken rörledningen skall belastas med ett invändigt hydrauliskt tryck som motsvarar det överenskomna provtrycket, som regel  $1,3 \times PN$ . Under denna tid tillåts trycket falla som det naturligt gör till följd av rörmateriallets krypning. Täthetsprovningen inleds därefter med att trycket i ledningen höjs till provtrycket genom att vatten inpumpas, som har samma temperatur som det vatten som redan lagras i ledningen ( $\pm 3^\circ \text{C}$  tolerans). Den vattenvolym som erfordras för att höja trycket till provtrycket skall uppmätas och registreras. Trycket i ledningen skall sedan hållas konstant vid provtrycket under totalt 5 timmar genom att successivt tillföra erforderlig mängd

vatten med en temperatur som svarar mot medeltemperaturen hos vattnet som redan lagras i ledningen ( $\pm 3^\circ \text{C}$  tolerans). Vattenvolymen A (3h – 2h) som erfordras för att hålla provtrycket konstant mellan den andra och tredje timmen uppmätts noggrant. Provtrycket bibehålls fortsättningsvis konstant, varefter på liknande sätt erforderlig vattenvolym B (5h – 4h) uppmätts för att hålla provtrycket konstant mellan den fjärde och femte timmen.

Om täthetsprovningen inte blir godkänd efter 5 timmars provning skall provningen förlängas i ytterligare 2 timmar (förlängd täthetsprovning).

\* utdrag ur Svenskt Vatten Publikation P78

Exempel på provningsrapport från täthetsprovning av tryckledning

Provningsrapport från täthetsprovning

Kund:		Projekt:	
Ärendenr:	ID-nr:	Datum:	Initialer:

Plats:	
Rördimension:	Testledningens längd:
Anmärkningar:	

Testfas	Klockan	Tidsförlopp	Tryck kp/cm <sup>2</sup>	Vattenmängd
Fylls med vatten				
Tryckstabilisering				
Tryckstabilisering				
Tryckstabilisering				
Uppnå tryck till 1,3 · PN				
Tryckupprätthållande				
Tryckupprätthållande				
Tryckupprätthållande				
Tryckupprätthållande				
Mätning av tilläggsvattenmängd				

Rörsektionen  uppfyller  uppfyller inte standardkraven

Tilläggskommentarer:

\_\_\_\_\_  
 / -  
 Datum Provningsledare Kundens representant Byggherrens representant

<b>Kundens godkännande:</b>		Datum:	Initialer:
Retur/ifyllt:	Nytt ID-nr :	Datum:	Initialer:

Schema 7.1.21

## 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 driftsförhållanden 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 polyetylenrör (PE100) 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 PE100-rör

svetsrapporter. Svetsningarna ska utföras av utbildade svetsare.

Det företag som utför arbetet ska ha ett dokumenterat kvalitetsstyrningssystem.

Om mekaniska kopplingar används, ska de monteras enligt tillverkarens anvisningar.

## Materialstyrka/livslängd

### Uponor PE 100-rör

Maximal ringspänning: 8 MPa motsvarande 101 mvp i en PN 10-ledning

Maximal driftstemperatur: +20 °C

Den förväntade livslängden för PE100-rör är enl. nedanstående diagram 7.1.22 över 100 år.

## Skarvar

Det förutsätts att Uponors svetsinstruktion följs och dokumenteras med

### Materialets brottstyrka som funktion av temperatur och tid

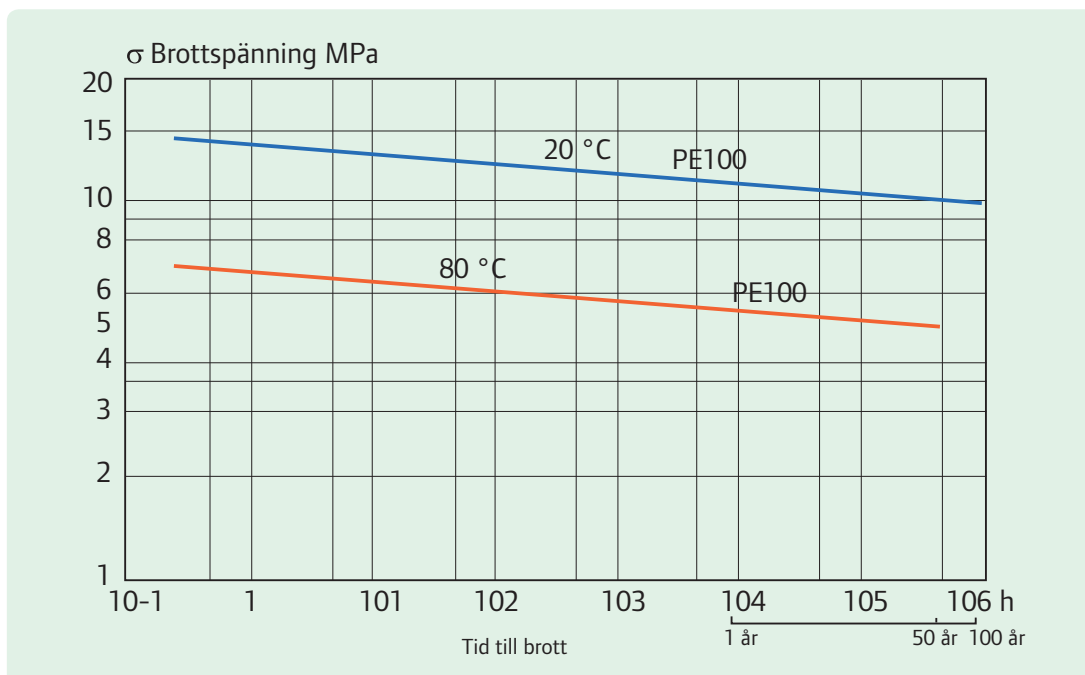


Diagram 7.1.22

### Krav på transporterat ämne

Det transporterade mediet får inte innehålla ämnen som bryter ner rörmaterialet.

I detta sammanhang vill vi särskilt rikta uppmärksamheten mot följande ämnen:

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

I övrigt hänvisas till SS-ISO TR 10358:

“Plastics pipes and fittings – Combined chemical-resistance – classification – table” och inledningsavsnittet om tryckrörssystem.

**Uponor AB**  
Uponor Infrastruktur

Industrivägen 11  
SE-513 81 Fristad

**T** 033-17 25 00  
**F** 033-17 26 17  
**W** [www.uponor.se](http://www.uponor.se)  
**E** [infrastruktur.se@uponor.com](mailto:infrastruktur.se@uponor.com)

**uponor**