

uponor

## Uponor Trykrørssystemer

Trykrørssystemer



# Trykrørssystemer – indhold

<b>8.1</b>	<b>Trykrørssystemer - indledning</b> .....	<b>314</b>
	Dimensionering .....	315
<b>8.2</b>	<b>Uponor trykrørssystem ProFuse vand/spildevand/gas</b> .....	<b>323</b>
	Kravspecifikationer og godkendelser .....	326
	Mærkning .....	327
	Installation .....	329
	Dimensionering .....	346
<b>8.3</b>	<b>Uponor trykrørssystem PE80</b> .....	<b>359</b>
	Kravspecifikationer og godkendelser .....	362
	Mærkning .....	363
	Installation .....	365
	Dimensionering .....	373

<b>8.4</b>	<b>Uponor trykrørssystem PE100</b> . . . . .	<b>483</b>
	Kravspecifikationer og godkendelser . . . . .	386
	Mærkning . . . . .	387
	Installation . . . . .	388
	Dimensionering . . . . .	393
<b>8.5</b>	<b>Uponor trykrørsformstykker PE100</b> . . . . .	<b>401</b>
	Godkendelser og mærkning . . . . .	404
	Installation . . . . .	406

# 8.1 Trykrørssystemer – indledning

Uponor trykrørssystemer i plast anvendes inden for vandforsyning, gasforsyning og spildevandsafledning. Med plastrør fås et rørsystem med en meget stor styrke og fleksibilitet, og samtidig fås et utroligt sikkert rørsystem. Der er således tale om systemer med lang levetid og dermed god totaløkonomi.

Uponor producerer trykrør i materialerne PE80 og PE100. Trykrørene laves primært som Profuse PE100-rør med kappe og som PE100 rør. Som supplement fås et PE80-rørsystem i små dimensioner.

Uponors trykrør leveres i forskellige farver, der indikerer, hvilken anvendelse rørene har. Til vandforsyning leveres de små rør som sorte rør med blå striber Profuse-rørene som blå rør.

Til spildevand leveres de små rør som sorte med brune stribe og Profuse-rørene som rødbrune rør.

Til gasforsyning er alle rør gule - både de små rør og Profuse-rørene.

I dette indledende afsnit gennemgås de overordnede regler for statisk og hydraulisk dimensionering af trykledninger. Desuden findes der beregningseksempel på hydraulisk dimensionering af vandledninger.

I de efterfølgende afsnit bliver de enkelte systemer gennemgået med hensyn til bl.a. system- og materialegenskaber, ligesom de tilhørende produktsortimenter præsenteres.

Følgende oversigt viser sammenhængen mellem systemer, dimensioner og anvendelsesområder.

System og dimensioner	Anvendelsesområde		
	Vandforsyning	Spildevandsafledning	Gasforsyning
Uponor PE80 SDR 17		40 - 63 mm	
Uponor PE80 SDR 11	20 - 50 mm		20 - 40 mm
Uponor ProFuse SDR 26	160 - 400 mm	160 - 400 mm	90 - 250 mm
Uponor ProFuse SDR 17	63 - 400 mm	63 - 400 mm	63 - 225 mm
Uponor ProFuse SDR 11	63 - 400 mm	63 - 400 mm	63 - 225 mm
Uponor PE100 - sort	20 - 1400 mm	20 - 1400 mm	

Table 8.1.1

# Dimensionering

## Statisk dimensionering

I forbindelse med lægning af rør falder lægningsforholdene som oftest inden for det almindelige erfaringsområde. Den deformation, der opstår i røret i forbindelse med installation, lægning og indbygning, hænger tæt sammen med en række faktorer:

- Kvaliteten af installationen
- Tilfyldningsmaterialets kvalitet
- Komprimeringen
- Trafikbelastning
- Rørets ringstivhed
- Grundvandsniveau.

Plastrør er fleksible og arbejder sammen med den omgivende jord. Det betyder, at belastningen på røret reduceres, samtidig med at rørets bæreevne øges gennem det jordtryk, der opstår mod rørets sider i et effektivt samspil med den omgivende jord.

## Lægningsforhold hvor det ikke er nødvendigt at udføre statiske beregninger

Hvis lægningsforholdene er som angivet neden for, og hvis der anvendes minimum SN4-rør, er det ikke nødvendigt at udføre beregning af bæreevne samt deformation.

1. Jorddækning
  - a. Min. 0,8 m ved trafiklast
  - b. Maks. 6,0 m jorddækning
2. Rørinstallationen skal udføres i enten

høj eller normal komprimeringsklasse

- a. Høj komprimeringsklasse
    - i. Røret placeres på et udjævningslag på 5 - 10 cm
    - ii. Udjævningslaget skal afrettes omhyggeligt før placering af røret
    - iii. Omkringfyldning komprimeres omhyggeligt i lag af maks. 20 cm på siden af røret
    - iv. Maskinel komprimering må først ske, når jorddækningen over rørtop er  $\geq 15$  cm
    - v. De forudsatte Standard-Proctor værdier  $\geq 98$  %
  - b. Normal komprimeringsklasse
    - i. Røret placeres på et udjævningslag på 5 - 10 cm
    - ii. Udjævningslaget skal afrettes omhyggeligt før placering af røret
    - iii. Omkringfyldning komprimeres omhyggeligt i lag af maks. 40 cm på siden af røret
    - iv. Maskinel komprimering må først ske, når jorddækningen over rørtop er  $\geq 15$  cm.
    - v. De forudsatte Standard-Proctor værdier  $\geq 95$  %
3. I forbindelse med komprimeringen skal eventuelle gravekasser løftes i takt med, at omkringfyldningen komprimeres. Hvis gravekassen ikke løftes som beskrevet, kan komprimeringen ikke karakteriseres som høj eller normal.
  4. Den maksimale rørdiameter: 1100 mm
  5. Jorddækning/rørdiameter  $> 2,0$
  6. Der anvendes sand eller grus i jordklasse 1.

I forbindelse med dimensionering af trykrør, hvori der kan opstå vakuum, skal opmærksomheden henledes på valg af korrekt rørtype samt lægningsforhold.

Ligeledes skal forhold vedr. tryksvingninger i forbindelse med pumpestart og -stop undersøges.

Disse forhold er nærmere beskrevet i produktafnittene i nærværende kapitel om trykrørssystemer.

I forbindelse med valg af rørtype og trykklasse skal der ligeledes tages hensyn til, hvilken installationsmetode der skal anvendes. Ved visse installationsmetoder såsom styret underboring og kædegravning kan der være behov for, at rørene har en vis ringstivhed for at sikre deres stabilitet under og efter installation.

### Uponor beregningsprogram

Statisk beregning af Uponor rørsystemer foretages efter retningslinierne i DANVA

vejledning nr. 54, 2. udgave „Brug af plastrør til vand- og afløbssystemer“. På [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) findes et beregningsprogram „Beregning af rørstabilitet“, som kan anvendes til eftervisning af de statiske forhold ved forskellige lægningsforhold. Er der behov for at få gennemført beregninger i konkrete tilfælde, står Uponor teknisk support til rådighed.

### Hydraulisk dimensionering

I dette indledende afsnit beskrives de generelle retningslinier for hydraulisk dimensionering af vandforsyningsledninger.

### Vandstrøm - færre end 200 boligheder

Ved færre end 200 boligheder fastsættes den dimensionerende vandstrøm ( $q_d$ ) efter DS 439. Denne norm angiver, at summen af de forudsatte vandstrømme kan sættes til 1,6 l/s pr. boligheder.

Den dimensionsgivende vandstrøm findes ved hjælp af følgende formel:

$$q_d = 0,2 + 0,015 \cdot (\sum q_f - 0,2) + 0,12 \cdot (\sum q_f - 0,2)^{1/2}$$

hvor

$q_d$  = dimensionerende vandstrøm

$\sum q_f$  = Summen af de forudsatte vandstrømme

Summen af forudsatte vandstrømme = antal boliger gange med 1,6 l/s.

Dimensionsgivende vandstrøm  $q_d$  for forskellige forudsatte vandstrømme  $\Sigma q_i$

Sum af forudsatte vandstrøm $\Sigma q_i$ (l/s)	Dimensionsgivende vandstrøm $q_d$ (l/s)	Sum af forudsatte vandstrøm $\Sigma q_i$ (l/s)	Dimensionsgivende vandstrøm $q_d$ (l/s)
0,1	0,1	12	0,79
0,2	0,2	13	0,82
0,3	0,25	14	0,85
0,4	0,26	15	0,88
0,5	0,27	16	0,91
0,6	0,28	17	0,95
0,7	0,29	18	0,97
0,8	0,30	19	0,98
0,9	0,31	20	1,03
1,0	0,32	22	1,04
1,2	0,34	24	1,14
1,4	0,35	26	1,20
1,6	0,36	28	1,25
1,8	0,38	30	1,31
2,0	0,39	35	1,42
2,5	0,41	40	1,55
3,0	0,45	50	1,80
3,5	0,47	60	2,02
4,0	0,49	70	2,25
4,5	0,52	80	2,47
5,0	0,53	90	2,68
6,0	0,58	100	2,90
7,0	0,62	110	3,11
8,0	0,65	120	3,31
9,0	0,69	130	3,51
10,0	0,72	140	3,72
11,0	0,76	150	3,92

Tabel 8.1.2

### Vandstrøm - flere end 200 boligheder

Her findes den dimensionerende vandstrøm ( $q_{\max}$ ) efter DS 442, som angiver, at  $q_{\max}$  kan beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max} \cdot ft_{\max}}{24}$$

hvor

$Q_{\max}$  = middeldøgnforbrug [ $Q_m$ ] gange med døgnfaktor [ $f_d$ ]

$ft_{\max}$  = timefaktor

I almindelig boligbebyggelse kan  $Q_m$  sættes til

$$170 \frac{l}{\text{døgn} \cdot pe} \text{ og } f_d \text{ til } 2.$$

Dette giver en  $Q_{\max}$  på

$$170 \times 2 = 340 \frac{l}{\text{døgn} \cdot pe}$$

I almindelig boligbebyggelse sættes  $ft_{\max}$  til 2,5.

DS 442 anfører en gennemsnitlig husstandsstørrelse på 2,0 – 2,7 personer. Beregning med 2,5 personer giver en dimensionerende vandstrøm  $q_{\max}$  på

$$q_{\max} = \frac{340 \cdot 2,5 \cdot 2,5}{24} = 88,5 \text{ l/time}$$

$$0,025 \text{ l/s}$$

### Beregningseksempel ud fra følgende forudsætninger:

- Trykket i punkt 1 jf. figur 8.1.3 er målt til 38 mVS (3,8 bar)

- Nødvendigt tryk hos forbruger sættes til 25 mVS (2,5 bar)
- Forudsat vandstrøm pr. boligenhed 1,6 l/s i henhold til DS 439
- Der ønskes anvendt PE-rør
- Forsyningsnet som figur 8.1.3.

For hver ledningsstrækning beregnes den forudsatte vandstrøm. Derefter beregnes den dimensionerende vandstrøm:

Strækning 1 - 2: (15+10+10) boliger · 1,6 l/s = 56 l/s  
Det medfører, at den dimensionerende vandstrøm bliver:  
 $q_d = 0,2 + 0,015 \cdot (56 - 0,2) + 0,12\sqrt{56 - 0,2} = 1,93 \text{ l/s}$

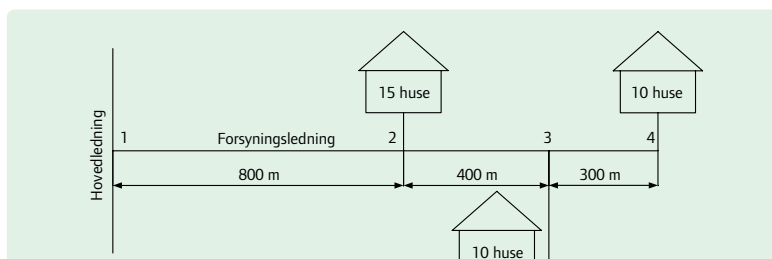
Strækning 2 - 3: (10+10) boliger · 1,6 l/s = 32 l/s  
Det medfører, at den dimensionerende vandstrøm bliver:  
 $q_d = 0,2 + 0,015 \cdot (32 - 0,2) + 0,12\sqrt{32 - 0,2} = 1,35 \text{ l/s}$

Strækning 3 - 4: 10 boliger · 1,6 l/s = 16 l/s  
Det medfører, at den dimensionerende vandstrøm bliver:  
 $q_d = 0,2 + 0,015 \cdot (16 - 0,2) + 0,12\sqrt{16 - 0,2} = 0,91 \text{ l/s}$

I stedet for at beregne den dimensionerende vandstrøm ud fra den forudsatte kan tabel 8.1.2 anvendes til at konvertere den forudsatte vandstrøm til en dimensionerende vandstrøm.

Ved hjælp af nedenstående tryktabsnogram diagram 8.1.4 eller beregningsprogram „Dimensionering jf. Colebrook White“ på [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) findes tryktabet for den dimension, der skønnes den rigtige.

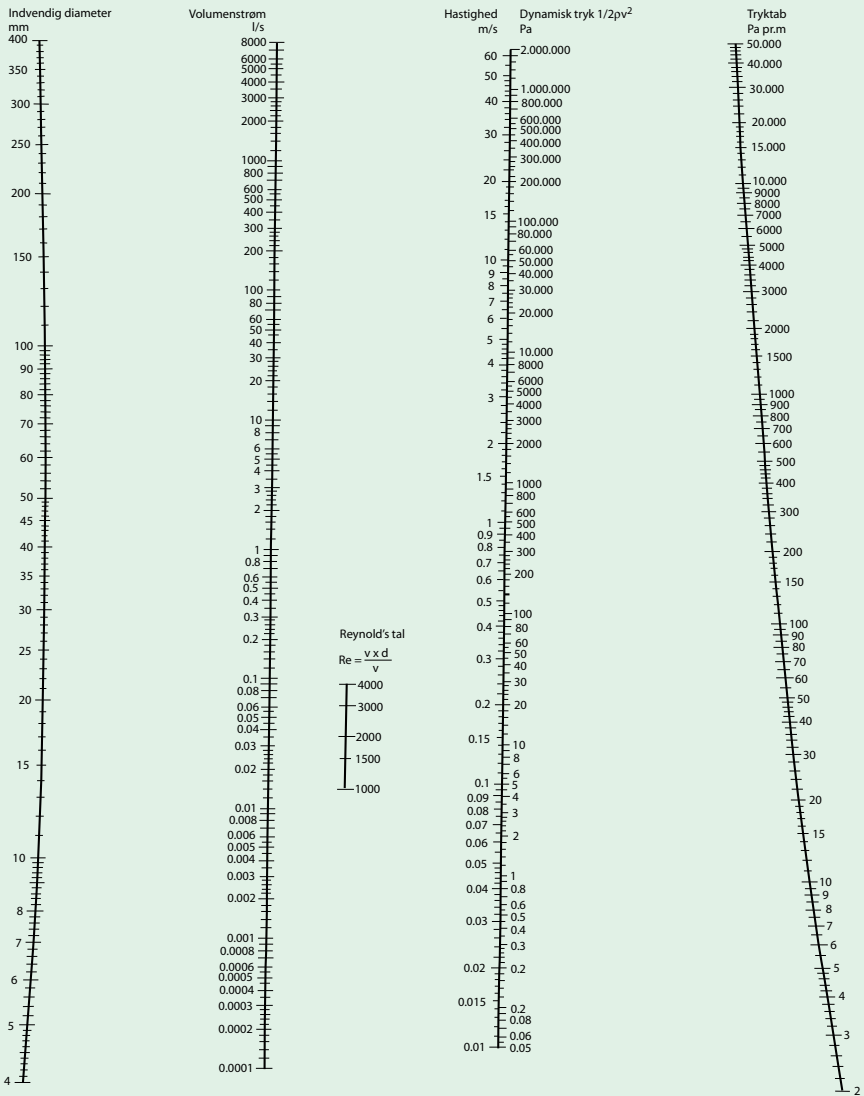
### Eksempel på hydraulisk dimensionering af vandforsyning



Tabel 8.1.3



Tryktabsnomogram



Trykrørssystemer

Diagram 8.1.4

Tabel for enhedsomsætning

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

Pa = Pascal

mVs = meter vandsøjle

Tabel 8.1.5

Eksempel på dimensioner af rør, som kan bruges til ovennævnte installation

Alternativer	Strækning	Længde	Vand- mængde	Rør	Vandhastighed	Tryktab	Strækningen tryktab
		m	l/s	Dim./type/tryktrin	m/s	mVS/m	mVS
1	1 - 2	800	1,93	ø75 PE100 PN 10	0,56	0,006	4,8
2	1 - 2	800	1,93	ø63 PE100 PN 10	0,80	0,014	11,2
3	2 - 3	400	1,35	ø63 PE100 PN 10	0,56	0,007	3,0
4	2 - 3	400	1,35	ø50 PE80 PN 10	1,03	0,033	13,0
5	3 - 4	300	0,91	ø50 PE80 PN 10	0,70	0,016	4,8
6	3 - 4	300	0,91	ø40 PE80 PN 10	1,09	0,047	14,1

Tabel 8.1.6

Af ovennævnte beregningseksempler vælges en løsning, der kan overholde det maksimale tryktab, som er til rådighed.

$$\Delta p_{\max} = 38 - 25 = 13 \text{ mVS}$$

For ikke at få et større tryktab end 13 mVS vælges følgende løsning:

- Strækning 1 - 2 vælges alternativ 1
- Strækning 2 - 3 vælges alternativ 3
- Strækning 3 - 4 vælges alternativ 5

$$\Delta p = 4,8 + 3,0 + 4,8 = 12,6 \text{ mVS}$$

Derved fås et driftstryk i punkt 4 jf. figur 8.1.3 på 25,4 mVS (2,54 bar). Der er i eksemplet ikke taget højde for evt. enkeltmodstande.

Den anbefalede vandhastighed for vand-rør er mellem 0,6 til 1,5 m/s set ud fra

det mest driftstekniske og økonomiske synspunkt.

**Enkelttab**

Enkelttab er lokale energitab i en ledning ved fx bøjninger, tee'er og ved ændring af tværsnit. Samlinger i plastledninger er så jævne, at der ikke er tale om andet energitab end det, der normalt indgår i rørruheden.

Enkelttab beregnes som:

$$h = \zeta \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$\zeta$  = en koefficient, oftest bestemt ved forsøg i laboratorier  
 $v$  = vandhastigheden (m/s)  
 $g$  = tyngdeaccelerationen (9,81 m/s<sup>2</sup>).

### Eksempler på enkelttabskonstanter fra „Pumpeståbi“

Ledningsdel	Karakteristik	z
Tværsnitsøgning	Jævn udvidelse på grader	
	5	0,2
	10	0,5
Tværsnitsmindskning	15	0,85
	Konisk eller afrundet	0,02 - 0,1
Bøjning	90 grader	$z_{90} = 0,5$
	Mindre vinkler a	$z = z_{90} \sin a$
Tee	For gennemløb	0,1 - 0,2
	For afgrening	0,5 - 1,1

Tabel 8.1.7

Enkelttabskonstanterne i ovenstående tabel er vejledende værdier baseret på fuldtløbende ledninger samt turbulent strømning. For yderligere oplysninger henvises til fx bøgerne „Vandforsyning“ og „Pumpeståbi“.

Erfaringsmæssigt udgør enkelttabene på en ledningsstrækning 2 - 5 % af ledningstabet. Ved større ledningssystemer bør dette kontrolleres ved en egentlig beregning.



## Uponor Trykrørssystem Profuse Vand / Spildevand / Gas



## 8.2 Uponor trykrørssystem ProFuse vand/spildevand/gas

ProFuse er et trykrørssystem, som anvendes til drikkevand, spildevand, gas samt diverse procesmedier.

ProFuse trykrørssystem blev udviklet til Britisk Gas, som ønskede et rørsystem med bedre og mere sikre svejseegenskaber end hidtil kendte rør. Sammen med de forbedrede svejseegenskaber fik medierøret også en ekstra beskyttelse i form af kappen. Efter udviklingsarbejdet introducerede Uponor i 1998 ProFuse for Britisk Gas og det øvrige engelske marked og siden på det nordiske og tyske marked

ProFuse er fremstillet af sort polyethylen PE100, der under produktionen bliver coated med en PP-beskyttelseskappe. Kappen påføres i tre farver, som angiver, hvad røret anvendes til.

Blå kappe til drikkevand, rødbrun til spildevand og gul farve til gas. På samtlige rør er der grå striber, som angiver, at røret er et kapperør.

PP-beskyttelseskappen giver flere fordele:

- Den sikrer, at PE100-røret ikke bliver beskadiget og får ridser under transport, håndtering og installation. Derved minimeres risikoen for kærvedannelser i rørvæggen og dermed hindres brud på lang sigt
- Røret er specielt velegnet til No-Dig-installation
- Ved elektrosvajning fjernes PP-kappen. Røret har nu en oxidfri overflade, som umiddelbart kan svejses uden, at rørene skal skræbes. Medierøret er altså altid oxidfri under beskyttelseslaget. Efter PP-kappen er fjernet vil det inden for 1 time ikke være nødvendigt at skrabe røret før svejsning
- Kan stuksvejses uden at kappen skal tages af.

ProFuse-rør samles primært med elektrosvajning og stuksvejsning, men også med mekaniske samlinger. Når ProFuse-rør svejses sammen i et ledningssystem, er samlingerne trækfaste. Ligeledes kan ProFuse installeres med et minimum forbrug af bøjninger, da røret nemt kurves/bøjes i bløde kurver.

ProFuse trykrørssystem har stor brudstyrke og kan modstå store mekaniske påvirkninger. Systemet er modstandsdygtigt over for trykstød og trykvingninger, ligesom det kan optage store sætninger.

PE-materialet har høj temperaturbestandighed og stor slagstyrke selv ved lave temperaturer. Ved højere temperaturer



end 20 °C skal driftstrykket reduceres for at sikre den ønskede levetid. Se diagram 8.2.15.

ProFuse-rørsystemet er meget korrosionsbestandigt og har god resistens mod de fleste opløsningsmidler, syrer, baser og olier. I kapitlet „Materialer og levetider“ findes en tabel over kemikaliebestandighed. Ved spørgsmål kontakt Uponor teknisk support.

ProFuse-rørets glatte inderside giver meget lav friktion. Røret har ligeledes en stor slidstyrke og er modstandsdygtigt over for partikler i det medie, der transporteres. Ved hydraulisk dimensionering henvises til tryktabsnomogram længere fremme i dette afsnit eller beregningsprogram „Dimensionering jf. Colebrook White“ på [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk).

ProFuse-rør kan fås i dimensionsområdet fra  $\varnothing 63$  til  $\varnothing 1400$  mm og i trykklasserne PN 6,3 til PN 16. PN 6,3 - dog først fra  $\varnothing 160$  mm og opefter.

#### Dimensionsoversigt

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

Tabel 8.2.1

#### System- og materialedata

Egenskaber	PE100	Enhed	Standard / Testmetode
Densitet	950	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183
Smelteindeks	0,3	g/10 min.	ISO 1133 Metode 18
Langtidskrybemodul E <sub>50</sub>	275	MPa	ISO 6259
Korttidskrybemodul E <sub>c</sub>	1100	MPa	ISO 6259
Længdeudvidelseskoefficient	0,13	mm/m · °C	
Varmeledningstal	0,4	W/m · °C	DIN 52 612 (20 °C)
Varmefyldning	1,9	J/g · °C	
Flydespænding	23	MPa	
Tilladelig trækspænding, kort tid	10	MPa	
MRS-værdi	10	MPa	ISO/DIS 4427 - CEN/TC 155 S520
Designspænding	8	MPa	DS/EN 12201 - DS/EN 13243
Designfaktor (vand og trykfløb)	1,25		DS/EN 12201 - DS/EN 13243
Designfaktor (gas)	Min. 2*		DS/EN 1555

Tabel 8.2.2

\*) Arbejdstilsynet i Danmark accepterer ikke så lave designfaktorer som 2, normalt er kravet mellem 3 og 4 (DS/EN 1555's designfaktor på 2 er en minimumsfaktor).

#### Bøjningsradius for ProFuse

Fra -20 °C til -6 °C: 28 x dy

Fra -5 °C til 10 °C: 25 x dy

Fra 11 °C til 35 °C: 22 x dy

Dy = udvendig diameter på rør

# Kravspecifikationer og godkendelser

Følgende oversigter viser en sammenligning mellem krav til opfyldelse af DS/EN 12201 og DS/EN 1555, Nordic Poly Mark og Uponors egne interne produktkrav. Disse anvendes i

forbindelse med den løbende produktionskontrol.

På [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) findes de senest opdaterede kravspecifikationer.

## Kravspecifikationer

Egenskaber	Reference til DS/EN 12201	DS/EN 12201	Uponor tillægskrav
Indvirkning på vandkvalitetet	Del 1; 5 Del 2; 5,3 og 8,2 tabel 5 Del 3; 5,6 og 8,2 tabel 6	For anvendelse til drikke-vandsforsyning i Danmark må Miljøstyrelsens accept af produkternes egnethed foreligge. Produkter efter denne standard, mærket med DS-logo, er accepteret af Miljøstyrelsen	

Egenskaber	Reference til DS/EN 12201 DS/EN 1555	Nordic Poly Mark SBC 12201 SBC 1555	Uponor tillægskrav
Dimensionsstabilitet (længderettet)		DS/EN ISO 2505; $\leq 3 \%$ ; 110 °C	
Hydrostatisk styrke	165 timer; 80 °C; 5,4 MPa		215 timer; 80 °C; 5,4 MPa
Kappevedhæftning			Aftrækningstest

Tabel 8.2.3

## Godkendelser

De blå ProFuse-rør er godkendt i henhold til Nordic Poly Mark. Vandrørene er ligeledes godkendt til drikkevand i henhold til DS og SFS og i øvrigt produceret i henhold til DS/EN 12201 samt Uponor fabriksstandard 800-1.

De rødbrune rør til spildevand er godkendt i henhold til Nordic Poly Mark og

Uponor fabriksstandard 800-2, som er baseret på DS/EN 12201.

De gule gasrør er produceret i henhold til DS/EN 1555 samt Nordic Poly Mark og Uponor fabriksstandard 731.

På Uponors hjemmeside findes de sidste nye godkendelser for Uponors produkter.



# Mærkning

Mærkning af Uponor trykrørssystem drikkevand, spildevand og gas er illustreret i nedenstående.

## Mærkning af Uponor trykrørssystem Profuse drikkevand



uponor	PRESSURE WATER	PROFUSE	PE100	160x14,6	PN 16	SDR 11
Producent	Anvendelse: trykrør til drikkevand	Produkt	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstykkelse	Tryktrin	Forholdstal
	EN 12201			26 03 2014 13	1234 m	....COATED PIPE...
Nordic Poly Mark	Produktstandard	Drikkevands-godkendelse	Produktionsenhed ② = Middelfart	Produktionstidspunkt dag/måned/år/time	Metermærkning	Angiver at det er et kapperør

Tabel 8.2.4

## Mærkning af Uponor trykrørssystem Profuse spildevand



uponor	PRESSURE SEWER	PROFUSE	PE100	160x14,6	PN 16	SDR 11
Producent	Anvendelse: trykrør til spildevand	Produkt	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstykkelse	Tryktrin	Forholdstal
	EN 12201		14 03 2014 13	1234 m	....COATED PIPE...	
Nordic Poly Mark	Produktstandard	Produktionsenhed ② = Middelfart	Produktions-tidspunkt dag/måned/år/time	Metermærkning	Angiver at det er et kapperør	

Tabel 8.2.5

## Mærkning af Uponor trykrørssystem ProFuse gas



Uponor	GAS	ProFuse	PE100	90 x 5,4	SDR 17	UPONORM 731	
Producent	Anvendelse: gas	Produkt	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstyk-kelse	Forholdstal	Fabriksstandard	Nordic Poly Mark

EN 1555	PE/a	⌚	13 2014	1234 m	...COATED PIPE...	NATURGAS
Produkt-standard	Materiale: polyethylen/kode	Produktionsenhed ⌚= Middelfart	Produktionstidspunkt uge/år	Meter-mærkning	Angiver at det er et kapperør	Anvendelse

Tabel 8.2.6

### Standard Dimension Ratio (SDR-værdi)

SDR-værdien angiver forholdet mellem udvendig diameter på røret og godstyk-kelsen.

Ved at anvende SDR sammen med materialetype fås en mere entydig værdi til beskrivelse af tryktrin uden at skulle kende noget til sikkerhedsfaktorer.

$$\text{SDR} = \frac{\text{Nominel diameter}}{\text{Minimum godstyk-kelse}}$$

Sigma [ $\sigma$ ] er lig med dimensionerende spænding for det pågældende materiale.

PN-værdien angiver det nominelle tryk. Højest tilladelige arbejdsdruk i bar ved 20 °C middeltemperatur dimensioneret ud fra 50 års kontinuerligt tryk.

Eksempel for  $\varnothing 160$  PE100 PN 10-rør:

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

### Oversigt over SDR og trykklasser

Trykklaserne gælder for drikkevand og trykafløbsrør.

Materiale	$\sigma$	SDR		
Betegnelse	MPa	26	17	11
PE100	8	PN 6,3	PN 10	PN 16
Vejledende stivhed kN/m <sup>2</sup>	5	20	80	

Tabel 8.2.7

# Installation

Alle kendte samlingsmetoder kan anvendes på ProFuse-rør.

## Svejsning, generelt

For stuk- eller elektrosvajsning skal svejsemontøren have et gyldigt svejsepas iht. DS2383 med påtegningen USME. Ved ekstrudersvejsning skal svejsemontøren have et gyldigt svejsepas iht. DS2382 med påtegningen UVE.

## Svejsedstyr

Udstyret for stuk- og elektrosvajsning skal være kalibreret inden for det seneste år. Kalibreringsattest skal kunne fremvises på forlangende. Elektrosvajsemaskiner skal kunne aflæse stregkode automatisk og/eller kunne svejse elektrosvajsefittings med indbygget chip for automatisk sikkerhedsvejsning.

## Kontrol

For hvert enkelt fittings skal der udarbejdes svejseprotokol. Hver svejsning nummeres, så den refererer til tilsvarende nummer i svejseprotokol. Svejsmærkning og protokol skal som minimum følge anvisningerne i DS/INF 70-4.

Inden svejsning opstartes, skal der kunne fremvises gyldigt personligt plastsvejsescertifikat, kopi udleveres for KS.

## Skærpet kontrol

Elektrosvajsemuffesamlinger større end 400 mm skal udføres af eller med tilsyn af svejser med dokumenteret erfaring inden

for svejsning af store el-muffer og med gyldigt plastsvejsescertifikat USME.

Stuksvejsning udføres med stuksvejsmaskiner, som har elektronisk svejsedataprotokol-logging. Data skal på forlangende på jobsite kunne overføres til USB, PC eller direkte printes til bygherre eller dennes kontrollant. Elektronisk svejsedataprotokol skal udleveres for KS.

## Kriterier

DS/INF 70-1 til 70-7, "Kriterier for bedømmelse af svejste plastrør, DTI Plastteknologi" og Uponors brugervejledning og svejseparametre, som findes på [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk)

Da Uponor ProFuse-rør ikke skal skrubes ved elektrosvajsning opnås en mere sikker svejsning, fordi overfladen er 100 % oxidfri, når kappen fjernes. Stuksvejsning kan udføres på traditionel vis uden at fjerne beskyttelseskappen. Herudover kan ProFuse samles mekanisk.

NB: Kappen skal fjernes, så det mekaniske tætningslement har direkte kontakt med rørmediet.

Alle kendte teknikker inden for installation, udvidelse og vedligeholdelse af PE-rør kan således anvendes.

Svejseladenerne skal rengøres med godkendt rensesæbe som f.eks. sprit 93 % eller diverse PE-cleanere.

## El-svejsning af anbringssadel



1. Marker det område, hvor PP-beskyttelseskappen skal fjernes.



2. Anvend ProFuse-specialværktøj eller specialkniv til at skære det markerede område fri. Ved anbringsbøjle med underpart fjernes kappen hele vejen rundt på røret.



3. Fjern det markerede PP-kappestykke umiddelbart inden svejsning.



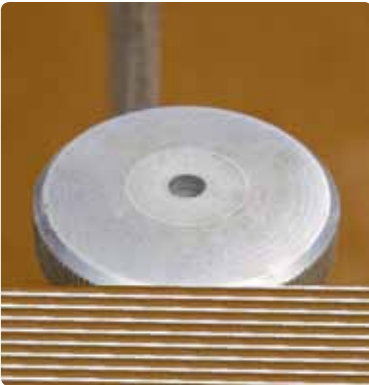
4. Anvend godkendt rensesæske.



5. Røret aftørres med rensesvæske inden svejsning.



6. Sæt formstykket fast på ProFuse-røret med holdeværktøjet.



7. Holdeværktøjet skal spændes så meget, at skruen i midten af holdeværktøj flugter.



8. Derefter foretages elektrosvajning.



9. Efter endt svejse- og køletid kan der anbores med anboringsnøgle. Der kan anbores, imens der er tryk på røret, hvis afgreningen er koblet til eller afproppet.



10. Når anboringskruen skrues tilbage, er det vigtigt, at den ikke skrues for langt op, da der skal være plads til at skruer beskyttelsehætten på, så den lukker tæt.



Afgangen på sadlen skal ikke skrubes, når den er kommet lige fra plastposen.

## El-svejsning af muffe



1. Marker det område, hvor PP-beskyttelsesklappen skal fjernes.



2. Anvend ProFuse-specialværktøj eller specialkniv til at skære det markerede område fri.





3. Fjern det markerede PP-kappestykke umiddelbart inden svejsning.



4. Opmål og marker rørende med den korrekte indstiksdybde + 5 mm. Aftørre svejseområde med godkendt rensesvæske. Skyd muffen ind over røret til anslag. Kontroller opmålingsmærkerne.

5. Monter opspændingsværktøj. Gentag punkt 1 - 5 med den anden rørende.





6. Montere svejsekabler, og muffen er klar til svejsning.



7. Aflæs svejsedata ved hjælp af stregkodesystemet.

8. Derefter foretages elektrosvæjsning.

NB: Svejsning udføres i øvrigt i henhold til anvisninger fra leverandøren af elektroformstykker.

### Stuksvejsning – trin for trin

Ved hjælp af stuksvejsning er det muligt at sammensvejde et ProFuse-rør med et andet ProFuse-rør eller et ProFuse-rør med et andet PE100 eller PE80-rør – forudsat at rørene er af samme dimension og godstykkelse.

Alle godkendte stuksvejsmaskiner kan anvendes med de eksisterende bakker. Sørg for at maskinen er vedligeholdt og afprøvet, ligesom det er vigtigt at sikre, at høvl og varmespejl er rene.

Generelt svejdes ikke med materialetemperatur under  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ved svejsning i blæst og fugtig vejrs skal der bruges telt eller læskærm, som skal beskytte svejsezone mod fugt og blæst. De frie rørender skal være afproppet, for at der ikke skal opstå træk igennem røret, som kan medvirke til at afkøle svejsezone.



1. Rørene opspændes i stuksvejsmaskinen, så de centreres. (For at lave svejsevulsterne så pæne og ens som muligt, er det en fordel at vende mærkningen på røret opad og over for hinanden, så den kan læses).



2. Høvl rørenderne ved at lukke stuk-svejsmaskinen omkring den roterende høvl, indtil der fremkommer en ubrudt spån på begge sider af høvlen.



3. Stuksvejsmaskinen åbnes, og høvlen fjernes. Spåner fjernes fra rørender. (Vær opmærksom på at få alle spåner væk under svejsmaskine, da de kan følge med varmespejlet op i svejsningen, når dette skal fjernes).



4. Luk svejsmaskinen og kontroller, at rørenderne slutter tæt til hinanden hele vejen rundt, og at rørene centrerer. Der må ikke fremstå synlig gab eller forskydning mellem rørene. Hvis man justerer på røret, skal man høvle igen.



5. Rørenderne aftørres med godkendt renevæske, aftørring er også med til at fjerne statisk elektricitet. (Fedt, olie, vand samt snavs er ikke forenelig med stuksvejsning).



6. Svejses temperaturen kontrolleres på varmespejlet.



7. Spejlet skal være rent og fri for urenheder, det rengøres nemt med fnugfri papir. Brug fx. en køkkenrulle eller gnid et stump PE-rør over spejlet. Kontroller at overfladebelægning på varmespejlet er intakt.



8. Isæt varmespejlet imellem rørene. Luk svejsemaskinen om varmespejlet med det aktuelle svejsetryk plus slæbetrykket, til PP-kappen slipper spejlet, og kappen ruller tilbage, eller indtil en 0,2 - 0,4 mm ensartet vulst fremkommer. Tiden til PP-kappen slipper er afhængig af rørets temperatur. Slæbetryk er det tryk, der skal til for at få slæden på svejsemaskinen til at bevæge sig ved den aktuelle belastning.

Svejsetryk fremkommer ved at aflæse svejsekraft i Uponors svejseparametre og konverterer det om til tryk ved hjælp af trykkarakteristik for den stuksvejsemaskine, der bruges.



9. Når PP-kappen har sluppet, og forvulsten er, som man vil have den, aflastes trykket, og varmesivetid begynder. Rørender skal have fuld kontakt til varmespejlet under varmesivetid. (Varmesivetid er den tid, hvor varmen siver ud i rørender uden tryk).



10. Når varmesivetiden er opnået, åbnes svejsemaskinen, og spejlet fjernes (omstillingstiden begrænses mest muligt). Svejsemaskinen lukkes med det aktuelle svejsetryk.



11. Svejsemaskinen holdes lukket i hele svejse- og køletiden. Under køletiden forandres farven på vulsten.



12. Efter endt svejse- og køletid aflastes trykket, og bakkerne løsnes og åbnes, røret kan nu løftes ud af svejsemaskinen.

13. Svejsevulsten kontrolleres for at sikre, at den er korrekt udformet. Visuel kontrol af vulst udføres i henhold til „Kriterier for visuel bedømmelse af svejste PE-rør“.

## Kriterier for visuel bedømmelse af sammensvejsede PE-rør

### Kriterier for vulstbredde – rør mod rør

Min. godstykkelser (mm)	Vulstbredde 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

Tabel 8.2.8

### Kontrol af svejsning

Vulstbredden B skal overholde mål i ovenstående skema (B inkl. kappe). Gælder for rør mod rør. Ved rør mod formstykke og formstykke mod formstykke udvides tolerancen med +/- 1 mm.

### Accepteret afvigelse

En uensartet vulst mellem kl. 11 og kl. 13 med en samlet udbredelse på maks. 10 - 20 mm accepteres. Dog skal der være en synlig hvid stribe mellem kappematerialet.

### Eksempel

Til bestemmelse af vulstbredden jf. tabel 6.2.8.

Nominal godstykkelser: 8,2 mm.

Gå i pilens retning til nærmeste hele tal (8 mm). Aflæs vulstbredden. Den skal være mellem 7 til 10 mm.

### Svejsparametre

Se [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) for svejsparametre.

Der anvendes middelgodstykkelser og middeldiameter efter følgende princip:  
 e-middel =  $1,05 \cdot e$ -nominel  
 d-middel =  $1,003 \cdot d$ -nominel



## Mekaniske samlinger

Kvaliteten af mekaniske samlinger bliver betydeligt forbedret ved anvendelse af ProFuse-rørsystemet. Før samling skal beskyttelseskappen fjernes, således at røret har den korrekte dimension, der passer til formstykket. Samtidig opnås en perfekt overflade uden defekter, som ellers kunne danne lækager i rørsystemet. Det anbefales at anvende støttebøsninger for at modvirke krympning af PE-røret. Mekaniske samlinger udføres i øvrigt i henhold til anvisninger fra leverandøren af formstykkerne.

## Klemning af rør

Klemmeteknikker anvendes ofte i forbindelse med PE-rørssystemer, hvor gennemstrømningen skal stoppes midlertidigt for enten at udvide systemet med stikledninger eller reparere beskadigede rør.

Klemmeteknik og det tilhørende standardudstyr kan anvendes i forbindelse med ProFuse-systemet, men PP beskyttelseskappen skal fjernes inden klemning. Der bør anvendes standard stopindstillinger for rørdiameter og SDR-værdi. Ruller på værktøj bør være 38 mm ved dimension 32-140 mm og 50 mm ved dimension 160-250 mm. Dimensioner større end 250 mm bør undgås. Klemning i temperaturområdet må være -5 gr. C til 30 gr. C.

Klemmeværktøj kan anvendes, forudsat at afstanden mellem værktøj og ethvert formstykke eller enhver samling er minimum 4 x hovedledningens diameter.

NB: Røroverflade og klemmeværktøj skal være rensat for sten, sand og andre urenheder i klemmezonen.

Sammenklemning af ProFuse-rør skal ske med et klemmeværktøj, der ved fuld sammenklemning af rør ikke reducerer dobbelte godstykke til mere end 80 % af den oprindelige godstykke (se tabellerne 8.2.9, 8.2.10 samt 8.2.11 for svejseparametre). For at sikre at der ikke opstår varige skader på røret, må sammenklemning maksimalt opretholdes i 6 timer. Røret må kun klemmes en gang på det samme sted. Derfor skal klemmestedet markeres.

## Lægningsregler og materialeanvendelse

Ved projektering og udførelse skal der tages hensyn til lægningsforholdene. Det er afgørende for rørenes evne til at kunne modstå de påvirkninger, de udsættes for, at såvel udgravning som rørlægning og tilfyldning foretages omhyggeligt. Det er dog byggherren, der beslutter, hvilke lægningsregler der skal følges. Uponors lægningsregler for Uponor trykrørssystem ProFuse vand/spildevand er beskrevet herunder:

### A. Udgravning

Ledningsgravens bund skal være helt fast og jævn, da der kan dannes lunger ved bløde områder og ujævnheder under ledningen, når graven tilfyldes og komprimeres over ledningen. I vejarealer eller arealer, der støder umiddelbart op til vejarealer, skal ledningsgraven udformes og udføres, så underminering og sætninger af vejarealer undgås. I kohæsionsjord kan anlæg på ledningsgraven eventuelt udelades.

### B. Udjævningslag

Rørene lægges på et udjævningslag, der skal eliminere ujævnheder og sikre, at rørene får en ensartet og jævn understøtning.

Udjævningslagets tykkelse afhænger af rørtypen og fremspringet på mufferne. Fremspringet skal kunne graves ned i udjævningslaget, så røret får en linieunderstøtning. Typisk vil en lagtykkelse på 5 - 10 cm være passende.

Materialer til udjævningslag bør opfylde følgende krav:

- Stenstørrelse til og med 32 mm må forekomme
- Materialet må ikke være frossent.

Hvis den eksisterende jord opfylder disse krav, kan man undlade at grave ud til udjævningslag.

Udjævningslaget skal *ikke* komprimeres, før rørene lægges. Omkring muffesamlingerne holdes ledningen fri af udjævningslaget.

### C. Omkringfyldning

Omkringfyldningen skal sikre, at ledningen opnår tilstrækkelig støtte på alle sider, og at alle belastninger kan overføres uden skadelige punktpåvirkninger.

Ved omkringfyldningen bør afstanden til kant af udgravning være så stor, at egnet komprimeringsmateriel kan anvendes. Komprimering udføres i lag af maks. 0,2 m tykkelse (fast mål). Komprimeringen af materialet fortsættes til min. 0,15 m over rørtop og udføres jf. figur 8.2.12.

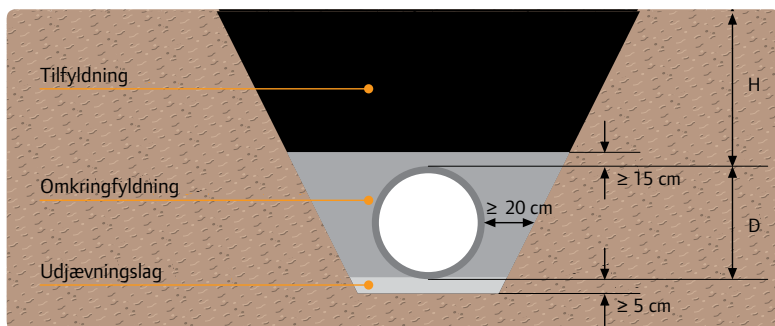
Materialer til omkringfyldning bør opfylde følgende krav:

- Stenstørrelse over 64 mm må ikke forekomme
- Indholdet af sten mellem 32 og 64 mm må højst være 15 %
- Materialet må ikke være frossent.

### D. Tilfyldning

Krav til materiale og opbygning af tilfyldningen over rørene vil være afhængig af rørintallationens konstruktion.

Tværsnit af ledningsgrav



Figur 8.2.12

### Genanvendelse af opgravet jord

Som udgangspunkt vil den opgravede jord kunne genanvendes som omkring- og tilfyldningsmateriale, da såvel friktions- som kohæsionsjord kan anvendes.

Kohæsionsjord vil som regel medføre større deformationer end friktionsjord. Ligeledes vil indholdet af sten i omkringfyldningsmaterialet kunne medføre, at der opstår punktdeformationer.

### ProFuse-RC og genanvendelse af opgravet jord

Rørene er produceret på det helt unikke materiale PE 100-RC, der gør, at styrke og holdbarhed holder røret ekstremt modstandsdygtigt over for overfladeskader og punktbelastninger.

Den opgravede jord vil kunne genanvendes som omkring og tilfyldningsmateriale, da såvel friktions- som kohæsionsjord kan anvendes.

Rørene lægges på et udjævningslag, der skal eliminere ujævnheder og sikre, at rørene får en ensartet og jævn understøtning. Der tages højde for udjævningslaget ved fremspringet på mufferne. Fremspringet skal kunne graves ned i udjævningslaget, så røret får en linieunderstøtning.

Opfylder det opgravede materiale de nævnte krav, og kan de opsatte krav til komprimering overholdes, kan materialet anvendes til genindbygning. Det anbefales, at der udføres skærpet tilsyn under installationen.

Uponor tillader punktdeformationer, der svarer til de maksimalt tilladelige deformationer jf. DS 430.

Materialer til omkringfyldning bør opfylde følgende krav:

- Det anbefales, at stenstørrelsen op til de første 50 procents dækning af røret er max 64 mm eller  $\frac{1}{2}$  x rørets diameter
- Det skal undgås at skarpe sten kan komme i berøring med røret
- Materialet må ikke være frossent.

Opfylder det opgravede materiale de nævnte krav, og kan de opsatte krav til komprimering overholdes, kan materialet anvendes til genindbygning. Det anbefales, at der udføres skærpet tilsyn under installationen.

Uponor tillader punktdeformationer, der svarer til de maksimalt tilladelige deformationer jf. DS 430.

# Dimensionering

## Statisk dimensionering

I det indledende afsnit om trykrørssystemer er der under statisk dimensionering opstillet en række forhold, som dækker det almindelige erfaringsområde. Såfremt disse forhold er overholdt, er der ikke behov for yderligere beregning af rørstabiliteten.

Uponor teknisk support står gerne til rådighed i forbindelse med beregning af specifikke projekter.

## Hydraulisk dimensionering

Det viste tryktabsnomogram 8.2.14 kan anvendes til at dimensionere rørstørrelsen, der skal anvendes under de aktuelle forhold. I det indledende afsnit om trykrørssystemer findes der et eksempel på, hvordan trykrør kan dimensioneres.

For at anvende tryktabsnomogrammet skal man kende den aktuelle vandføring. Der trækkes en linie fra en valgt dimension gennem den aktuelle vandføringsværdi, og tryktabet kan aflæses til højre i diagrammet som tryktab i Pascal pr. meter rør.

Ud fra driftstekniske og økonomiske synspunkter er den anbefalede vandhastighed for vandrør mellem 0,6 til 1,5 m/s.

På Uponors hjemmeside [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) findes et beregningsprogram, baseret på Colebrook White, som ligeledes kan anvendes til at beregne tryktabet.

Tabel for enhedsomsætning

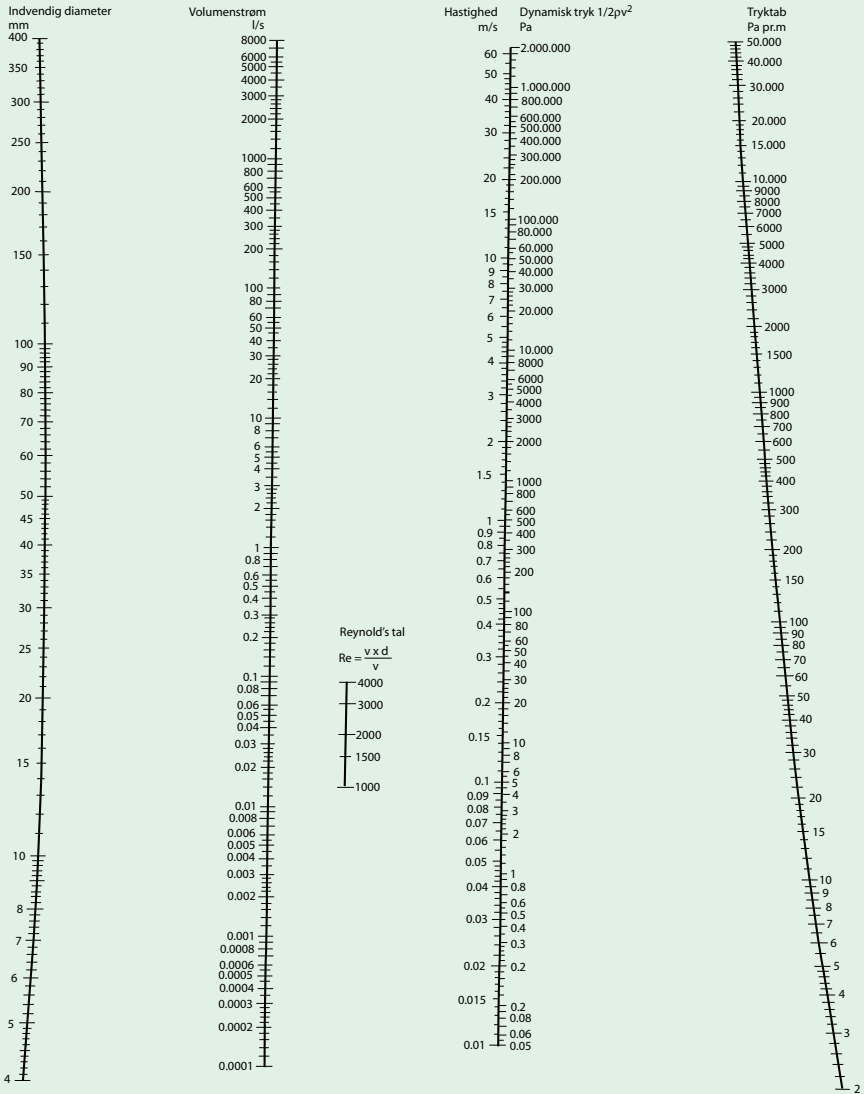
	Pa	Bar	mVs
1 Pa	1	$10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$
1 Bar	$10^5$	1	10,2
1 mVs	$0,981 \cdot 10^4$	0,0981	1

Pa = Pascal

mVs = meter vandsøjle

Tabel 8.2.13

Tryktabsnomogram



Trykrørssystemer

Tabel 8.2.14

## Holdbarhedsberegning

Det indvendige tryk i røret forårsager en spænding i rørvæggen, som kan beregnes ved hjælp af formlen:

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

Formel med enheder:

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

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

hvor

p = indvendigt statisk overtryk [bar]

d<sub>m</sub> = rørets middeldiameter [mm]

e = rørets godstykkelse [mm]

MRS (Minimum Required Strength) angiver den ringsspænding, rørmaterialet skal kunne optage uden brud i 50 år ved 20 °C for at blive klassificeret i den pågældende klasse.

$$\sigma \text{ (dimensionerende spænding)} = \frac{\text{MRS}}{C}$$

C er en designfaktor, som afhænger af plastmaterialet og produkternes anvendelse. Se skema 8.2.2 med system- og materialedata for ProFuse.

PE klassificeres efter sin MRS-værdi bestemt i henhold til DS/EN ISO 9080. Denne standard beskriver, hvordan langtidsstyrken af termoplastiske materialer bestemmes ved ekstrapolation. Se diagram 8.2.23

## Temperatur

ProFuse-røret er dimensioneret ud fra en driftstemperatur på 20 °C. Hvis røret anvendes ved højere temperaturer end 20 °C, skal driftstrykket reduceres i henhold til følgende diagram for at bevare rørets levetid. Ved temperaturer, der falder uden for diagrammet 8.2.15 kontakt Uponor teknisk support.

### Temperatur reduktionskurve

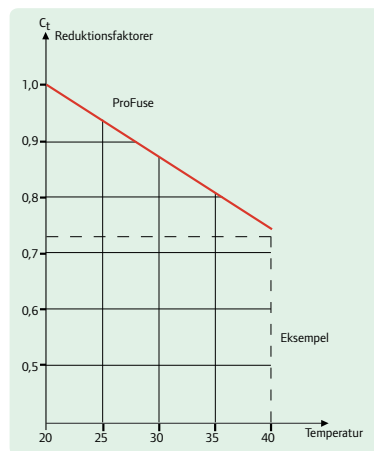


Diagram 8.2.15

Formel for reduceret driftstryk:

$$PN_t = PN \times C_t$$

### Eksempel

Skal et ProFuse PN 10-rør anvendes ved en driftstemperatur på 40 °C, bliver det maksimale driftstryk:

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

Når driftstrykket på 7,4 bar ved en temperatur på 40 °C ikke overskrides, nedsættes levetiden for røret ikke.

Den maksimale temperatur røret kan anvendes ved under tryk er 60 °C. Dog vil det medføre en reduktion af levetiden.

Hvis ProFuse anvendes som trykløst afløbsrør, kan det klare en kontinuerlig temperatur på 80 °C og kortvarigt op til 95 °C.

### Trykstød

Trykstød opstår især, når pumper starter og stopper, og når ventiler åbnes og lukkes. Ofte er dette den kraftigste påvirkning på en trykledning.

Trykstød kommer som en trykbølge gennem ledningen. Bølgen reflekteres frem og tilbage, og det sker med en hastighed, som er meget højere end strømningshastigheden.

Trykbølgehastigheden,  $c$  (m/s), afhænger af rørmateriale, rørets godstykkelse og diameter, vandet samt ledningens muligheder for frit at bevæge sig.

Trykbølgen betyder, at store vandmængder bevæger sig og accelereres i ledningen. En stor trykbølgehastighed giver derfor store trykstød.

Normalt vil PE-rør ikke behøve særskilt beregning for trykstød.

### Trykbølgens maks. tilladte forplantningshastighed i rørledninger [c]

Produkt	Materiale	Trykklasse	Hastighed
Type		Bar	m/s
ProFuse	PE100	PN 6,3	210
ProFuse	PE100	PN 10	259
ProFuse	PE100	PN 16	319

Tabel 8.2.16

For yderligere oplysninger henvises til Uponor teknisk support. For beregningsmetoder henvises til f.eks. „Pumpeståbi“.

### Vakuüm

Vakuüm i rør skal tages med i overvejelserne, når rørets trykklasse skal vælges. Det anbefales derfor altid at minimere undertrykket i røret, f.eks. med vakuümventiler.

For ProFuse-rør med svejsede samlinger kan der under normale forhold accepteres vakuüm på op til 1,0 bar, såfremt der anvendes minimum SDR 11-rør.

Når ProFuse installeres og håndteres jf. Uponors installationsvejledning og med minimal deformation og omkringfyldning komprimeret til min. 95 % standard proctor, vil et SDR 17-rør kunne anvendes med fuldt vakuüm svarende til 1 bar/10 mVs.

For vakuüm og installationsberegninger henvises til specifik beregning.

### Ruheder

Ækvivalent sandruhed i ny ledning, rent vand/spildevand: 0,01 - 0,05 mm

Driftsruhed efter 1 år jf. PH-Consults rapport: 0,15 mm

Der henvises til PH-Consults rapport 2001 vedrørende ruheder for afløbssystemer/pumpeledninger.

### Forankring

Det er normalt ikke nødvendigt at forankre PE-rør, når de samles med svejsede samlinger. Dog skal man ved overgang til andre rørmaterialer, eller hvor røret skal indstøbes, være opmærksom på, at røret skal forankres. Dette skal gøres for at undgå, at ikke-trækfaste samlinger bliver trukket fra hinanden som følge af rørets udvidelse og sammentrækning ved temperaturændringer.

### Længdeudvidelse

Under håndtering og installation af PE-rør skal man være opmærksom på længdeudvidelse og sammentrækning. PE-rør har en relativ stor varmeudvidelseskoefficient, som kan bevirke, at røret er blevet adskillige cm kortere næste morgen, hvis røret er installeret i en rørgrav en varm dag.

Formel for længdeudvidelse:

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

hvor

$\Delta L$  = Længdeudvidelse eller sammentrækning [m]

$$\Delta t = T_2 - T_1$$

$T_1$  = Temperatur ved lægning

$T_2$  = Temperatur efter installation

$L$  = Rørets længde [m]

$\alpha$  = Længdeudvidelseskoefficient jf. skema 6.2.2 med system- og materialedata.

### Beregningseksempel

En Profuse-rørledning på 400 m installeres en solskinsdag, hvor rørets temperatur er 35 °C. Næste morgen er røret blevet afkølet og har nu en temperatur på 10 °C. Der er altså sket en negativ temperaturændring på 25 °C. Det medfører følgende ændring:

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

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

Som det ses, bliver røret teoretisk 1,3 m kortere efter afkøling. Dog vil røret ikke trække sig så meget sammen, når det er installeret med en vis jorddækning. Friktionen til jorden vil i en vis udstrækning fastholde rørene, således at sammentrækningen ikke bliver så markant, som beregningerne viser.

Beregningen angiver dog, at man skal være opmærksom på forholdet og evt. fiksere rørenderne for at sikre installationen mod fejl. De spændinger som derved kommer i røret er uden betydning.



## Ophængningsafstand

Ved ophængning af PE-rør må afstanden mellem understøtningerne ikke blive for stor, da det vil medføre en utilsigtet nedbøjning af røret.

I diagrammet neden for kan aflæses maks. afstand mellem rørbæringerne. Som forudsætning for de beregnede maksimale afstande mellem rørbæringerne er:

## Forudsætninger

Vandfyldte rør.

Nedbøjningsgrænse: 10 mm over 50 år.

Model for beregning af nedbøjning: Fast indspændt ved hver understøtning:

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

hvor

$e$  = nedbøjning

$q$  = vægt af vandfyldte rør

$L$  = afstand mellem understøtninger

$E_{50}$  = langtidsmateriale krybemodul som funktion af temperatur

$I$  = rørets inertimoment

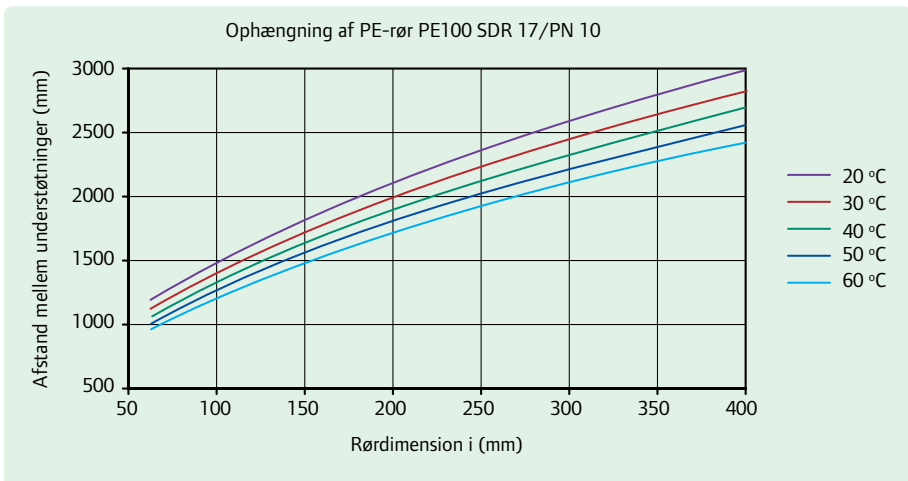


Diagram 8.2.17

Ved SDR 26 PN 6,3-rør skal ophængningsafstanden multipliceres med 0,9.

Ved SDR 11 PN 16-rør skal ophængningsafstanden multipliceres med 1,1.

Ved andre typer understøtninger skal understøtningsafstandene multipliceres med faktorer jf. tabel 8.2.18.

### Multiplikationsfaktor k for ophængningsafstande for forskellige ophængningsmodeller

1 fag	2 fag	3 fag	4 fag
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 indspændt

N = simpel understøttet

Figur 8.2.18

### Opdriftssikring

I følgende skema angives opdriften på et luftfyldt rør i vand med vægtfylde på 1000 kg/m<sup>3</sup>.

Den venstre kolonne er opdriften på røret (rør). Den højre kolonne (minus rørvægt) er netto opdriften, hvor rørets vægt er trukket fra.

#### Opdrift på luftfyldt Profuse-rør i vand (1000 kg/m<sup>3</sup>)

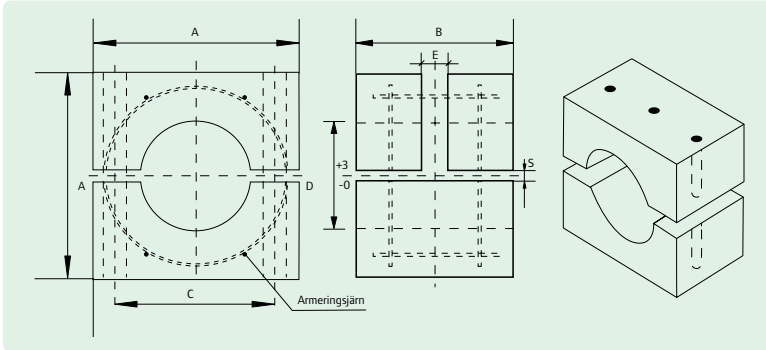
Dimension (mm)	SDR 26		SDR 17		SDR 11	
	Rør (kg/m)	Minus rørvægt (kg/m)	Rør (kg/m)	Minus rørvægt (kg/m)	Rør (kg/m)	Minus rørvægt (kg/m)
63			3,2	2,4	3,2	2,0
75			4,6	3,4	4,6	3,0
90			6,5	4,9	6,5	4,2
110			9,7	7,3	9,7	6,3
125			12,5	9,5	12,5	8,2
140			15,7	12,0	15,7	10,3
160	20,4	17,1	20,4	15,6	20,4	13,4
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

Tabel 8.2.19

## Ballast på rør

Den mest anvendte måde at ballastere PE-rør er at bolte betonklodser på røret. Dog anvendes der også stålwirer, som sures fast til røret.

### Eksempel på ballastklodser



Figur 8.2.20

## Trykprøvning

Trykledninger tæthedsprøves ved at afspærre og fylde et begrænset ledningsafsnit med vand. Ledningsafsnittet skal være vandfyldt i 2 timer før selve prøvningen (konditionering af ledningen).

Den følgende metode er baseret på SFS 3115:E, som er en meget anvendt finsk standard ved tæthedsprøvning af trykledninger.

Vandtemperaturen bør være ca. 20 °C. Trykforskellen mellem det højeste og laveste punkt i ledningsafsnittet bør ikke overstige 100 kPa (10 mVS).

Ved selve prøvningen tilføres ledningsafsnittet et indre overtryk, der svarer til ledningens nominelle tryk. Dette tryk skal vedligeholdes i 2 timer ved påfyldning af vand.

Trykket øges derefter til 1,3 x det nominelle tryk. Dette tryk vedligeholdes i 2 timer ved påfyldning af vand.

Trykket sænkes herefter til det nominelle tryk. Efter 1 time måles den vandmængde, som evt. behøves for at få trykket op på det nominelle tryk.

Ledningsafsnittets tæthed bestemmes ved prøvningens slutning, hvor det konstateres, hvor meget vand der er nødvendigt for at opretholde det nominelle tryk. Det eventuelle ekstra vandbehov (tillægsvand) omregnes til liter pr. km og time.

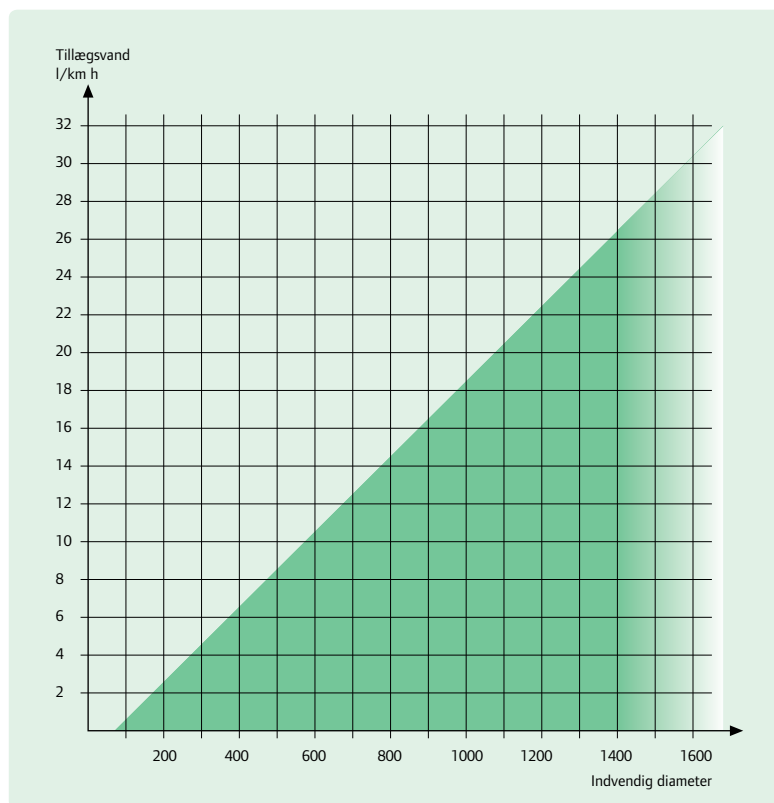
NB: Den tilladte tilførsel af „tillægsvand“ er ikke et udtryk for, at der er en vis utæthed, men at et plastrør udvider sig kontinuerligt under indvendig trykpåvirkning.

Resultatet indsættes i skemaet „Prøve­rapport for tæthedsprøvning” figur 8.2.22. Tæthedsprøvningen er godkendt, såfremt punktet ligger neden for den tegnede kurve i figur 8.2.21 (i det mørke felt).

samt evt. luftlommer i ledningen kan udgøre en risiko, og særlige foranstaltninger kan derfor være nødvendige. Det påhviler bygherren at sørge for de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger.

Rørender, bøjninger og afgreninger bør fikseres på forsvarlig vis, idet der er tale om store kræfter ved prøvetrykket på  $1,3 \times$  rørets nominelle tryk. Det høje tryk

#### Godkendelse af tætningsprøvning for trykledning



Figur 8.2.21

## Eksempel på prøverapport fra tæthedsprøvning af trykledning

### Prøverapport fra tæthedsprøvning

Kunde :		Projekt :	
Sagsnr. :	ID-nr. :	Dato :	Initialer :

Sted :	
Rørdimension :	Prøveledningens længde :
Bemærkninger :	

Testfase	Klokkeslet	Tidsforløb	Tryk kp/cm <sup>2</sup>	Vandmængde
Fyldes med vand				
Trykstabilisering				
Trykstabilisering				
Trykstabilisering				
Opnå tryk til 1,3 · PN				
Trykvedligeholdelse				
Trykvedligeholdelse				
Trykvedligeholdelse				
Trykvedligeholdelse				
Måling af tillægsvandmængde				

Rørsektionen  opfylder  opfylder ikke standardkravene

Tillægsnoter:

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
 Dato                                      Prøvemester                                      Kundens repræsentant                                      Bygherrens repræsentant

<b>Kundens accept :</b>		Dato :	Initialer :
Retur/udfyldt :	Nyt ID-nr. :	Dato :	Initialer :

Alternativt udføres trykprøvningen i henhold til DS 455.

Skema 8.2.22

## Levetid

Som tidligere nævnt er rørene i henhold til standarden dimensioneret ud fra en levetid på 50 år. Med de krav der stilles til materialer og processer såvel internt som eksternt, og når de foreskrevne installations- og driftsforhold overholdes, opnås en levetid på over 100 år.

Rørprodukter af høj kvalitet er ikke alene tilstrækkeligt for at opnå 100 års levetid for et ledningsanlæg. Levetiden for polyethylen-rør (PE100) afhænger i vid udstrækning af de påvirkninger, røret udsættes for under installation og drift, herunder påvirkninger mht. temperatur og ringspænding.

I det følgende angives forudsætningerne for 100 års levetid for PE100-rør

med svejserapporter. Svejsningerne skal udføres af svejsere, der har gennemgået en svejsuddannelse.

Det udførende firma skal have et dokumenteret kvalitetsstyringsystem.

Hvor der anvendes mekaniske samlinger, skal disse foretages i henhold til producentens vejledninger.

## Materialestyrke/levetid Uponor PE 100-rør

Maksimal ringspænding: 8 MPa svarende til 101 mVs i en PN 10-ledning

Maksimal driftstemperatur: +20 °C

Den forventede levetid for PE100-rør er jf. nedenstående diagram 8.2.23 over 100 år.

## Samlinger

Det forudsættes, at Uponors svejseinstruktion følges og bliver dokumenteret

### Materialets brudstyrke som funktion af temperatur og tid

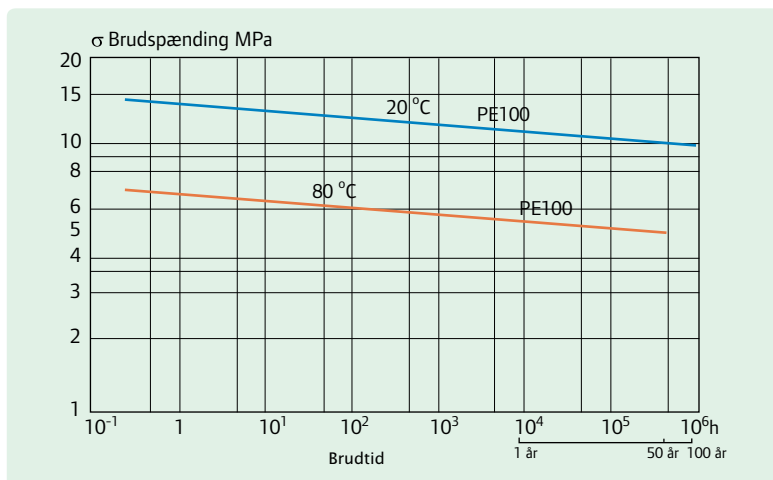


Diagram 8.2.23

## Krav til transportat

At PH-værdien er mellem 6 - 9.

Transportatet må ikke indeholde stoffer, der nedbryder rørmaterialet. Der skal i den forbindelse særligt gøres opmærksom på følgende stoffer:

- Ethylether
- Fluor
- Rygende svovlsyre
- Kongevand
- Methylchlorid
- Tetrachlorkulstof Nitrobenzen
- Oleum.

Der henvises i øvrigt til DS/ISO TR 10358: „Plastrør og formstykker – kemisk modstandsevne – klassifikation – tabel” samt indledende afsnit for trykrørssystemer.

ProFuse-røret kan produceres i følgende dimensioner og trykklasser. Ikke alle dimensioner og trykklasser føres som standardvare.

Nogle produceres kun til projekter, ligesom der ved større projekter er mulighed for at få leveret andre rørlængder end de viste.





uponor

## Uponor Trykrørssystem PE80

Trykrørssystemer



## 8.3 Uponor trykrørssystem PE80

Uponor trykrørssystem PE80 er udviklet til transport af drikkevand, spildevand og gas. Sorte rør med blå striber er beregnet til drikkevand, sorte rør med rødbrune striber til spildevand og gule rør er udviklet til transport af gas.

Systemet er fremstillet af polyethylen, et meget fleksibelt plastmateriale, der er nemt at arbejde med.

Polyethylen har stor slagstyrke selv ved lave temperaturer. Ved temperaturer højere end 20 °C skal driftstrykket reduceres for at sikre den ønskede levetid. Se diagram 8.3.19.

Betegnelserne PEL, PEM og PEH anvendes ikke mere. Disse betegnelser henviser til vægtfylden for materialet. L for lav, M for medium og H for høj densitet. I dag angives materialet med den brudstyrke, som materialet har. PE80-materialet har en brudstyrke på minimum 8 MPa ved 50 års konstant belastning.

PE80-rør leveres i dimensionsområdet fra  $\varnothing 20$  mm til  $\varnothing 75$  mm. Rørene samles primært ved el-svejsning, men kan også samles ved stuksvejsning og med mekaniske samlinger.

Før el-svejsning skal den oxiderede overflade på røret fjernes. Det gøres ved at skrabe røret med f.eks. en rotationskraber eller en skarsten-skraber.

De sammensvejsede samlinger er trækfaste, og på grund af materialets store fleksibilitet kan systemet installeres med et minimum brug af formstykker, da røret let bøjes i bløde kurver.

Uponor trykrørssystem PE80 har stor brudstyrke og kan modstå kraftige mekaniske påvirkninger. Det gør systemet modstandsdygtigt over for trykstød og tryksvingninger, ligesom det kan optage store sætninger.

PE80-systemet er meget korrosionsbestandigt og har god resistens mod de fleste opløsningsmidler, syrer, baser og olier. Se kemikaliebestandighedstabel 2.0.10 i kapitlet „Materialer og levetider“. Ved spørgsmål kontakt Uponor teknisk support.

PE80 trykrør har en glat inderside og dermed lille friktion. Rørene har ligeledes stor slidstyrke og således modstandsdygtige over for partikler i det medie, der transporteres. Ved beregning af hydraulisk dimensionering, se tryktabsnogram 8.3.11 eller anvend beregningsprogram på [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk), Dimensionering jf. Colebrook White.

Uponor PE80 trykrørssystem produceres i dimensionsområdet fra  $\varnothing 20$  til  $\varnothing 75$  mm og i trykklasseerne PN 8 og PN 12,5.

**Dimensioner og tryktrin**

<b>Dimension</b>	<b>SDR 17</b>	<b>SDR 11</b>
<b>mm</b>	<b>PN 8</b>	<b>PN 12,5</b>
20		x
25		x
32	x	x
40	x	x
50	x	x
63	x	x
75	x	x

Tabel 8.3.1

**System- og materialedata**

<b>Egenskaber</b>	<b>PE80</b>	<b>Enhed</b>	<b>Standard / Testmetode</b>
Densitet	945	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183
Smelteindeks	0,47	g/10 min.	ISO 1133 metode 18
Langtidskrybemodul E	190	MPa	ISO 6259
Korttidskrybemodul E <sub>0</sub>	750	MPa	ISO 6259
Længdeudvidelseskoefficient	0,18	mm/m · °C	ASTM D 696 (20 – 90 °C)
Varmeledningstal	0,4	W/m · °C	
Varmefylde	1,9	J/g · °C	
Flydespænding	21	MPa	
Tilladelig trækspænding, kort tid	8	MPa	
MRS-værdi	8	MPa	ISO/DIS 4427 - CEN/TC 155 SS20
Designspænding	6,3	MPa	DS/EN 12201 - DS/EN 13243
Disignfaktor (vand og trykfløb)	1,25		DS/EN 12201 - DS/EN 13243
Disignfaktor (gas)	min. 2*		DS/EN 1555

\*) Arbejdstilsynet i Danmark accepterer ikke så lave designfaktorer som 2, normalt er kravet mellem 3 og 4 (DS/EN 1555's designfaktor på 2 er en minimumsfaktor).

Tabel 8.3.2

**Bøjningsradius for PE80**

Fra -20 °C til -6 °C: 28 x dy

Fra -5 °C til 10 °C: 25 x dy

Fra 11 °C til 35 °C: 22 x dy

Dy = med udvendig diameter på rør.

# Kravspecifikationer og godkendelser

Følgende oversigter viser en sammenligning mellem krav til opfyldelse af DS/EN 12201 og DS/EN 1555,

Nordic Poly Mark krav og Uponors interne produktkrav. Disse anvendes i forbindelse med den løbende produktionskontrol.

## Kravspecifikationer

Egenskaber	Reference til DS/EN 12201	DS/EN 12201	Uponor tillægskrav
Indvirkning på vandkvalitetet	Del 1; 5 Del 2; 5,3 og 8,2 tabel 5 Del 3; 5,6 og 8,2 tabel 6	For anvendelse til drikkevandsforsyning i Danmark må Miljøstyrelsens accept af produkternes egnethed foreligge. Produkter efter denne standard, mærket med DS-logo, er accepteret af Miljøstyrelsen	

Egenskaber	Reference til DS/EN 12201 DS/EN 1555	Nordic Poly Mark SBC 12201 SBC 1555	Uponor tillægskrav
Dimensionsstabilitet (længderettet)		DS/EN ISO 2505; ≤ 3 %; 110 °C	
Hydrostatisk styrke	165 timer; 80 °C; 4,5 MPa		215 timer; 80 °C; 4,5 MPa

Table 8.3.3

På [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) findes de senest opdaterede kravspecifikationer.

## Godkendelser

Uponor PE80-rør med blå striber til drikkevand er godkendt i henhold til Nordic Poly Mark. Vandrørene er ligeledes DS-godkendt (toksikologisk test) og produceret i henhold til DS/EN 12201 samt Uponor fabriksstandard.

Rørene med rødbrune striber til spildevand er godkendt i henhold til Nordic

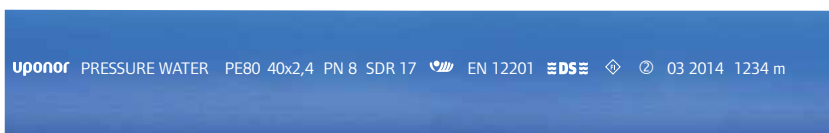
Poly Mark og Uponor fabriksstandard, som er baseret på DS/EN 12201.

De gule rør til gas er produceret i henhold til DS/EN 1555 samt Nordic Poly Mark og Uponor fabriksstandard. med den løbende produktionskontrol.

# Mærkning

Nedenstående angiver Uponors mærkning af trykrørssystem PE80.

## Mærkningen af Uponor trykrørs-system PE80 drikkevand



uponor	PRESSURE WATER	PE80	40x2,4	PN 8	SDR 17
Producent	Anvendelse: trykrør til drikkevand	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstykkelse	Tryktrin	Forholdstal
	EN 12201			03 2014	1234 m
Nordic Poly Mark	Produktstandard	Drikkevands- godkendelse	Produktionsenhed Ⓢ = Middelfart	Produktionstids- punkt uge/år	Metermærkning

Tabel 8.3.4

## Mærkningen af Uponor trykrørs-system PE80 spildevand






uponor	PRESSURE SEWER	PE80	40x2,4	PN 8	SDR 17
Producent	Anvendelse: trykrør til spildevand	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstykkelse	Tryktrin	Forholdstal
	EN 12201		03 2014	1234 m	
Nordic Poly Mark	Produktstandard	Produktionsenhed Ⓢ = Middelfart	Produktionstids- punkt uge/år	Metermærkning	

Tabel 8.3.5

## Mærkingen af Uponor trykrørs-system PE80 gas

uponor GAS PE80 63 x 5,8 SDR 11  EN 1555 PE/b  13 2014 1234 m GAS

uponor	GAS	PE80	63 x 5,8	SDR 11	
Producent	Anvendelse: gas	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstykkelse	Forholdstal	Nordic Poly Mark

EN 1555	PE/b		13 2014	1234 m	GAS
Produkt-standard	Materiale: polyethylen/kode	Produktionsenhed  = Middelfart	Produktionstidspunkt uge/år	Metermærkning	Anvendelse

Tabel 8.3.6

### Standard Dimension Ratio (SDR-værdi)

SDR-værdien beskriver forholdet mellem udvendig diameter på røret og godstykkelsen.

Ved at anvende SDR sammen med materialetype fås en mere entydig beskrivelse af tryktrin uden at skulle kende noget til sikkerhedsfaktorer.

$$\text{SDR} = \frac{\text{Nominel diameter}}{\text{Minimum godstykkelse}}$$

Sigma [ $\sigma$ ] er lig med dimensionerende spænding for det pågældende materiale.

PN-værdien angiver det nominelle tryk. Højest tilladelige arbejdstryk i bar ved 20 °C middeltemperatur – dimensioneret ud fra 50 års kontinuerligt tryk.

Eksempel for ø50 PE80 PN 12,5-rør

$$\text{SDR} = \frac{D_y}{e} = \frac{50}{4,6} \Rightarrow \text{SDR 11}$$

### Oversigt over SDR og trykklasse

Trykklasseerne gælder for drikkevand og trykafløbsrør.

Materiale	$\sigma$	SDR	
Betegnelse	MPa	17	11
PE80	6,3	PN 8	PN 12,5
Vejledende stivhed kN/m <sup>2</sup>		15	56

Tabel 8.3.7

# Installation

## Samling/svejsning

Alle kendte samlingsmetoder, som stuk-svejsning, elektrosvæjsning samt mekaniske samlinger kan anvendes på PE80-rør.

I det dimensionsområde, som Uponor trykrørssystem PE80 omfatter, samles rørene primært ved elektrosvæjsning.

PE80-rør skal ved elektrosvæjsning skrubes før svejsning (ca. 0,1 mm) for at fjerne det oxidere lag, der er uden på rørene.

Svejssefladerne skal rengøres med godkendt rensesvæske som f.eks. sprit 93 % eller diverse PE-cleanere.

## Elektrosvejsning af muffe, reduktion, Tee'er og vinkler



1. Rørene afskæres vinkelret. Svejseende rengøres. Rørende skræbes med en rotationskraber, eller med skarstenskraber i hele muffelængden.



2. Vær omhyggelig med skrabningen således, at røret er skrabet hele vejen rundt. Undgå at berøre svejseområderne.



3. Opmål og marker rørenden med den korrekte indstiksdybde + 5 mm. Umiddelbart før montering af muffe aftørres de skræbte svejseender med fnugfrit papir og godkendt rensevæske.



4. Sæt elmuffen ind over rørenderne til anslag og kontroller opmålingsmærkerne. Monter opspændingsværktøj. Gentag fra punkt 1 - 3 med den anden rørende.





5. Monter svejsekabler. Svejsningen kan foretages ved hjælp af stregkoder eller manuelt ved indtastning af svejsetid. Efter endt svejsning kontrolleres, at svejseindikator har bevæget sig, samt at der ikke er fejlmelding på svejsemaskine.

### Svejsning – anbringingsadel



1. Placer sadlen på røret og afmærk sadlen med tusch på røret. Skrab røret, så mærkning er fjernet.



2. Umiddelbart før montering af sadlen, aftørres den skrabet flade med fnugfri papir og godkendt rensesvæske. Anbring sadler, og skru dækslet af sadlen.



3. Monter holdeværktøj under røret, og skru montagevingen ned i sadlen. Holdeværktøjet skal spændes så meget, at skruen i midten af holdeværktøj flugter (se billede).



4. Montere svejsekabler. Anbringssadlen er klar til svejsning. Svejsningen kan foretages ved hjælp af stregkoder eller manuelt ved indtastning af svejsetid. Efter endt svejsning kontrolleres, at svejseindikator har bevæget sig, samt at der ikke er fejlmelding på svejsemaskine.

NB. Anbringssadlen kan ikke gensvejses. Ved trykprøvning af stikledning inden anbring er køletiden 20 min.

### Mekaniske samlinger

Det anbefales at anvende støttebøsninger for at modvirke krympning. Mekaniske samlinger udføres efter anvisninger fra leverandøren af formstykkerne.

### Klemning af rør

Klemmeteknikker anvendes ofte, hvor gennemstrømningen skal stoppes midlertidigt for enten at udvide systemet eller reparere beskadigede rør.

Klemmeteknik med tilhørende standardudstyr kan også anvendes i forbindelse med PE80-rørsystemet. Der bør anvendes standard stopindstillinger for rørdiameter og SDR-værdi.

Klemmeværktøj kan anvendes, hvis afstanden mellem værktøj og ethvert formstykke eller enhver samling er minimum 4 x hovedledningens diameter.

NB: Røroverflade og klemmeværktøj skal være rensed for sten, sand og andre urenheder i klemmezonen.

Ved fuld sammenklemning af PE80-rør må klemmeværktøjet ikke reducere den dobbelte godstykkelse til mere end 80 % af den oprindelige godstykkelse (se tabel 8.3.8).

## Minimal sammenklemningsafstande

## PE80 SDR 17

Dim.	Godstykkelse min.	Godstykkelse maks.	Min. afstand ved sammenklemning
mm	mm	mm	mm
40	2,4	2,8	4,5
50	3,0	3,4	5,5
63	3,8	4,3	7,0

## PE80 SDR 11

Dim.	Godstykkelse min.	Godstykkelse maks.	Min. afstand ved sammenklemning
mm	mm	mm	mm
20	2,0	2,3	3,5
25	2,3	2,7	4,0
32	3,0	3,4	5,0
40	3,7	4,2	6,5
50	4,6	5,2	8,0

Tabel 8.3.8

For at hindre blivende skader på røret må sammenklemning maksimalt opretholdes i 24 timer.

Røret må kun klemmes en gang på det samme sted. Derfor skal klemmestedet markeres.

### Lægningsvejledning og materialeanvendelse

Ved projektering og udførelse skal der tages hensyn til lægningsforholdene. Det er afgørende for rørenes evne til at modstå de påvirkninger, som de udsættes for, at såvel udgravning som rørlægning og tilfyldning foretages omhyggeligt. Det er dog bygherren, der beslutter, hvilke lægningsregler der skal følges.

Uponors lægningsregler for trykrørssystem PE80 er beskrevet herunder.

#### A. Udgravningen

Ledningsgravens bund skal være helt fast og jævn, da der kan dannes lunger ved bløde områder og ujævnheder under ledningen, når graven tilfyldes og komprimeres over ledningen. I vejarealer eller arealer, der støder umiddelbart op til

vejarealer, skal ledningsgraven udformes og udføres, så underminering og sætninger af vejarealer undgås. I kohæsionsjord kan anlæg på ledningsgraven eventuelt udelades.

#### B. Udjævningslag

Rørene lægges på et udjævningslag, der skal eliminere ujævnheder og sikre, at rørene får en ensartet og jævn understøtning.

Udjævningslagets tykkelse afhænger af rørtypen og fremspringet på mufferne. Fremspringet skal kunne graves ned i udjævningslaget, så røret får linieunderstøtning.

Udjævningslagets tykkelse afhænger af rørtypen og fremspringet på mufferne. Fremspringet skal kunne graves ned i ud-

jævningslaget, så røret får en linieunderstøtning. Typisk vil en lagtykkelse på 5 - 10 cm være passende.

Materialer til udjævningslag bør opfylde følgende krav:

- Kornstørrelse over 16 mm må ikke forekomme
- Indholdet af korn mellem 8 og 16 mm må højst være 10 %
- Materialet må ikke være frossent
- Skarp flint eller tilsvarende materiale må ikke anvendes.

Hvis den eksisterende jord opfylder ovenstående krav, kan udgravning til udjævningslag undgås.

Udjævningslaget skal *ikke* komprimeres, før rørene lægges. Omkring muffesamlingerne holdes ledningen fri af udjævningslaget.

### C. Omkringfyldning

Omkringfyldningen skal sikre, at ledningen opnår tilstrækkelig støtte på alle sider, og at alle belastninger kan overføres uden skadelige punktpåvirkninger.

Ved omkringfyldningen bør afstanden til kant af udgravning være så stor, at egnet komprimeringsmateriel kan anvendes. Komprimering udføres i lag af maks. 0,2 m tykkelse (fast mål).

Komprimeringen af omkringfyldningsmaterialet fortsættes til min. 0,15 m over rørtop og udføres jf. figur 8.3.9.

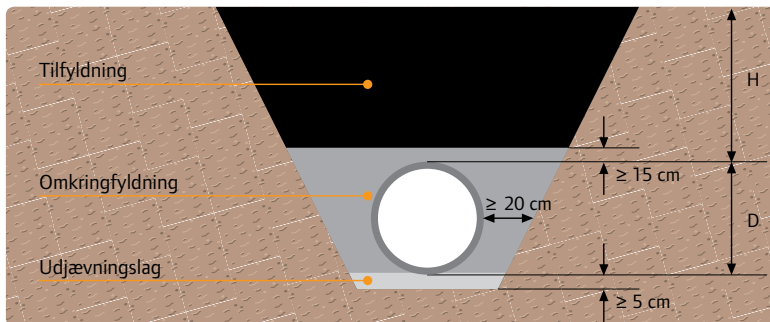
Materialer til omkringfyldning bør opfylde følgende krav:

- Stenstørrelse over 64 mm må ikke forekomme
- Indholdet af sten mellem 32 og 64 mm må højst være 15 %
- Materialet må ikke være frossent.

### D. Tilfyldning

Krav til materiale og opbygning af tilfyldningen over rørene vil være afhængig af rørintallationens konstruktion.

Tværsnit af ledningsgrav



Figur 8.3.9

### Genanvendelse af opgravet jord

Som udgangspunkt vil den opgravede jord kunne genanvendes som omkring- og tilfyldningsmateriale, da såvel friktions- som kohæsionsjord kan anvendes.

Kohæsionsjord vil som regel medføre større deformationer end friktionsjord. Ligeledes vil indholdet af sten i omkringfyldningsmaterialet kunne medføre, at der opstår punktdeformationer.

Opfylder det opgravede materiale de nævnte krav, og kan de opsatte krav til komprimering overholdes, kan materialet anvendes til genindbygning. Det anbefales, at der udføres skærpet tilsyn under installationen.

Uponor tillader punktdeformationer svarende til maksimalt tilladelige deformationer jf. DS 430.

# Dimensionering

## Statisk dimensionering

I det indledende afsnit om trykrørssystemer er der under statisk dimensionering opstillet en række forhold, som dækker det almindelige erfaringsområde. Såfremt disse forhold er overholdt, er der ikke behov for yderligere beregning af rørstabiliteten.

Uponor teknisk support står gerne til rådighed i forbindelse med beregning af specifikke projekter.

## Hydraulisk dimensionering

Det viste tryktabsnomogram 8.3.11 kan anvendes til at dimensionere den rørstørrelse, der skal anvendes under de aktuelle forhold. I det indledende afsnit om trykrørssystemer ses et eksempel på, hvordan trykrørssystemer kan dimensioneres.

For at anvende tryktabsnomogrammet

skal den aktuelle vandføring være kendt. Der trækkes en linie fra en valgt dimension gennem den aktuelle vandføringsværdi, og tryktabet kan aflæses til højre i diagrammet som tryktab i pascal pr. meter rør.

På Uponors hjemmeside [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) findes et beregningsprogram, „Dimensionering jf. ColeBrook White“, som ligeledes kan anvendes til at beregne tryktabet.

Ud fra driftstekniske og økonomiske synspunkter er den anbefalede vandhastighed for vandrør mellem 0,6 til 1,5 m/s.

**Tabel for enhedsomsætning**

	<b>Pa</b>	<b>Bar</b>	<b>mVs</b>
1 Pa	1	$10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$
1 Bar	$10^5$	1	10,2
1 mVs	$0,981 \cdot 10^4$	0,0981	1

Pa = Pascal

mVs = meter vandsøjle

Tabel 8.3.10

Tryktabsnomogram

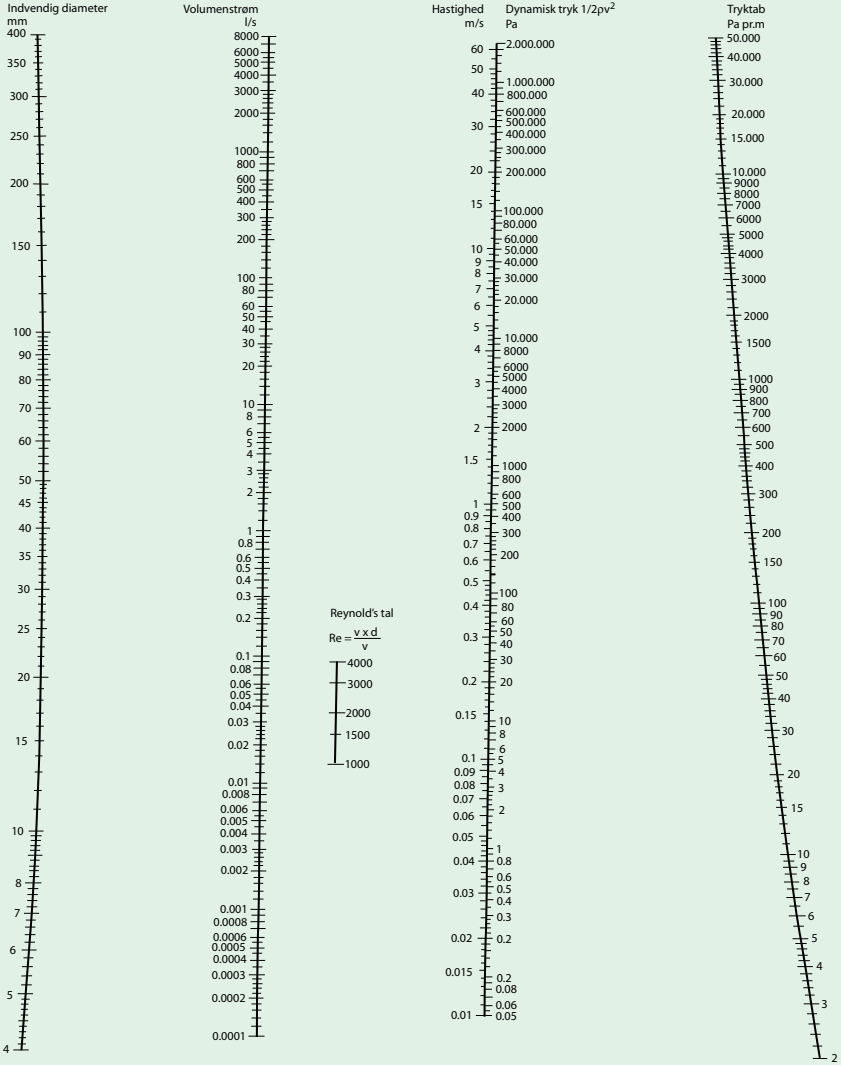


Diagram 8.3.11



## Holdbarhedsberegning

Det indvendige tryk i røret forårsager en spænding i rørvæggen, som kan beregnes ved hjælp af formlen:

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

Formel med enheder:

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

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

hvor

p = indvendigt statisk overtryk [bar]

d<sub>m</sub> = rørets middeldiameter [mm]

e = rørets godstykkelse [mm]

MRS (Minimum Required Strength) betegner den ringspænding, rørmaterialet skal kunne optage uden brud i 50 år ved en driftstemperatur på 20 °C for at blive klassificeret i den pågældende klasse.

$$\sigma \text{ (dimensionerende spænding)} = \frac{\text{MRS}}{C}$$

C er en designfaktor, hvis størrelse afhænger af plastmaterialet og produkterens anvendelse. Se tabel 8.3.2 „System- og materialedata“ for PE80.

PE klassificeres efter sin MRS-værdi, bestemt i henhold til DS/EN ISO 9080. Denne standard beskriver, hvordan langtidstyrken af termoplastiske materialer bestemmes ved ekstrapolation. Se diagram 8.3.15.

## Temperatur

PE80-røret er dimensioneret ud fra en driftstemperatur på 20 °C. Hvis røret anvendes ved højere temperaturer end

20 °C, skal driftstrykket reduceres i henhold til følgende diagram for ikke at reducere rørets levetid. Ved temperaturer, der falder uden for diagrammet, kontakt Uponor teknisk support for rådgivning.

### Temperatur reduktionskurve

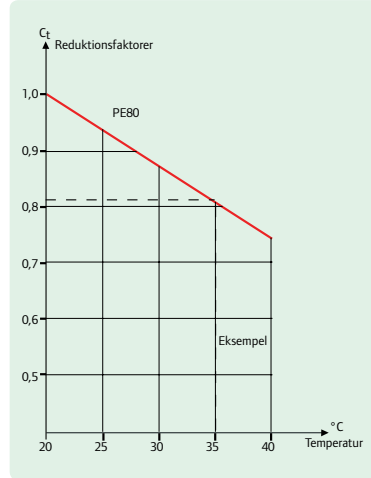


Diagram 8.3.12

Formel for reduceret driftstryk:

$$PN_t = PN \times C_t$$

### Eksempel

Hvis et PE80 PN 12,5 rør skal anvendes ved en driftstemperatur på 35 °C, bliver det maksimale driftstryk:

$$PN_{35} = 12,5 \cdot 0,81 = 10,1 \text{ bar}$$

Når driftstrykket på 8,1 bar ved en temperatur på 35 °C ikke overskrides, sikrer dette, at rørets levetid ikke nedsættes.

Under tryk kan røret anvendes ved en maksimal temperatur på 60 °C. Dog vil det medføre en reduktion af levetiden.

## Trykstød

Trykstød opstår især, når pumper starter og stopper, og når ventiler åbnes og lukkes. Ofte er dette den kraftigste påvirkning på en trykledning.

Påvirkningen ved trykstødet kommer som en trykbølge gennem ledningen. Bølgen reflekteres frem og tilbage, og det sker med en hastighed, som er meget højere end strømningshastigheden.

Trykbølgehastigheden,  $c$  (m/s), er afhængig af rørmateriale, rørets godstykkelser og diameter, vandet samt ledningens muligheder for frit at bevæge sig.

Trykbølgen medfører, at store vandmængder bevæger sig og accelereres i ledningen. En stor trykbølgehastighed giver derfor store trykstød.

Normalt vil rør af PE ikke behøve særskilt beregning for trykstød.

### Trykbølgens maks. tilladte forplantningshastighed i rørledninger [C]

Producent	Materiale	Trykklasse	Hastighed
			Bar m/s
Uponor	PE80	PN 8	199
Uponor	PE80	PN 12,5	246

Tabel 8.3.13

For yderligere oplysninger henvises til Uponor teknisk support. For beregningsmetoder henvises til f.eks. „Pumpeståbi“.

## Vakuüm

Vakuüm i rør skal altid tages i betragtning, når trykklassen vælges. Det anbefales derfor altid at minimere undertrykket i røret, f.eks. med vakuümventiler. Under normale forhold kan der accepteres et vakuüm på op til 1,0 bar for PE80-rør

med svejsede samlinger, såfremt der anvendes minimum SDR 11-rør. For vakuüm og installationsberegninger henvises til specifik beregning.

## Ruheder

Ækvivalent sandruhed, ny ledning, rent vand/spildevand: 0,01 mm

Driftsruhed efter 1 år jf. PH-Consults rapport: 0,15 mm

Der henvises i øvrigt til PH-Consults rapport 2001 vedrørende ruheder for afløbssystemer/pumpeledninger.

### Tilladelig trækraft for PE80-rør ved 20 °C

Dimension mm	SDR 17 - PN 8		SDR 11 - PN 12,5	
	Vægt kg/m	kN	Vægt kg/m	kN
20			0,12	1
25			0,17	1
32			0,27	2
40	0,29	2	0,42	3
50	0,46	4	0,66	5
63	0,73	6		

Tilladelig trækspænding = 8 MPa

Tabel 8.3.14

## Forankring

Forankring af PE-rør er normalt ikke nødvendig, når rørene samles med svejsede samlinger. Dog skal røret forankres ved overgang til andre rørmaterialer, eller f.eks. hvor røret skal indstøbes i væg/bygværk. Her skal røret forankres for at hindre, at ikke-trækfaste samlinger bliver trukket fra hinanden som følge af PE-rørets udvidelse og sammentrækning ved temperaturændringer.

## Længdeudvidelse

Længdeudvidelse og sammentrækning af PE-rør skal tages i betragtning under håndtering og installation. På grund af en relativ stor udvidelseskoefficient kan PE-

røret være blevet adskillige cm kortere næste morgen, hvis det installeres i en rørgrav en varm dag.

Formel for længdeudvidelse:

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

hvor

$\Delta L$  = Længdeudvidelse eller sammentrækning [m]

$$\Delta t = T_2 - T_1$$

$T_1$  = Temperatur ved lægning

$T_2$  = Temperatur efter installation

$L$  = Rørets længde [m]

$\alpha$  = Længdeudvidelseskoefficient jf. skema med materialedata  $\left[ \frac{\text{m}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$

### Ophængningsafstand

Ved ophængning af PE-rør må afstanden mellem understøtningerne ikke blive for stor, da det vil medføre en utilsigtet nedbøjning af røret.

I diagrammet nedenfor kan aflæses maks. afstand mellem rørbæringerne. Forudsætningen for de beregnede maksimale

afstande mellem rørbæringerne er.

### Forudsætninger

Vandfyldte rør

Nedbøjningsgrænse: 10 mm over 50 år

Model for beregning af nedbøjning: Fast indspændt ved hver understøtning:

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

hvor

$e$  = nedbøjning

$q$  = vægt af vandfyldte rør

$L$  = afstand mellem understøtninger

$E_{50}(t)$  = Langtids materiale krybemodul som funktion af temperatur.

$I$  = rørets inertimoment

Ved SDR 17/PN 8 skal ophængningsafstande multipliceres med 0,9.

Ved andre typer understøtninger skal understøtningsafstandene multipliceres med en faktor som angivet i tabel 8.3.16.

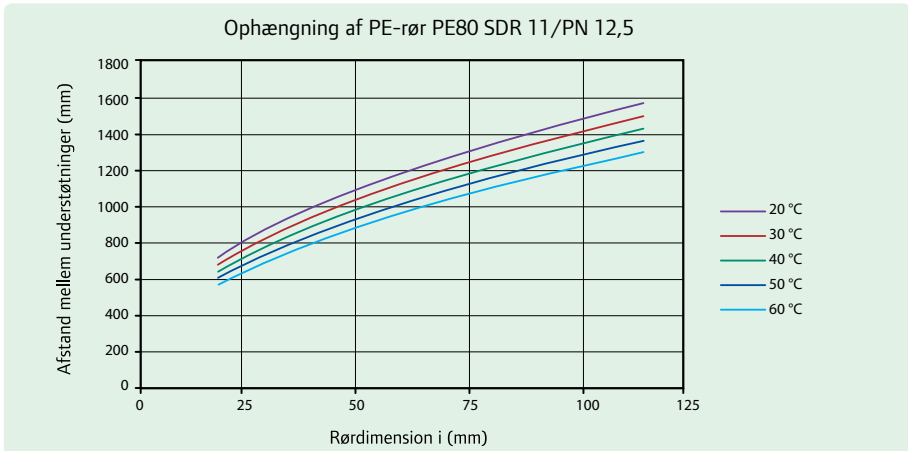


Diagram 8.3.15

## Multiplikationsfaktor k for ophængingsafstande for forskellige ophængningsmodeller

1 fag	2 fag	3 fag	4 fag
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 indspændt

N = simpel understøttet

Tabel 8.3.16

**Trykprøvning**

Trykledninger tæthedsprøves ved at afspærre og fylde et begrænset ledningsafsnit med vand. Ledningsafsnittet skal være vandfyldt i 2 timer før selve prøvningen (konditionering af ledningen).

Den følgende metode er baseret på SFS 3115:E, som er en meget anvendt finsk standard ved tæthedsprøvning af trykledninger.

Vandtemperaturen bør være ca. 20 °C. Trykforskellen mellem det højeste og laveste punkt i ledningsafsnittet bør ikke overstige 100 kPa (10 mVS).

Ved selve prøvningen tilføres ledningsafsnittet et indre overtryk, der svarer til ledningens nominelle tryk. Dette tryk skal vedligeholdes i 2 timer ved påfyldning af vand.

Trykket øges derefter til 1,3 x det nominelle tryk. Dette tryk vedligeholdes i 2 timer ved påfyldning af vand.

Trykket sænkes herefter til det nominelle tryk. Efter 1 time måles den vandmængde, som evt. behøves for at få trykket op på det nominelle tryk.

Ledningsafsnittets tæthed bestemmes ved prøvningens slutning, hvor det konstateres, hvor meget vand der er nødvendigt for at opretholde det nominelle tryk. Det eventuelt ekstra vandbehov (tillægsvand) omregnes til liter pr. km og time.

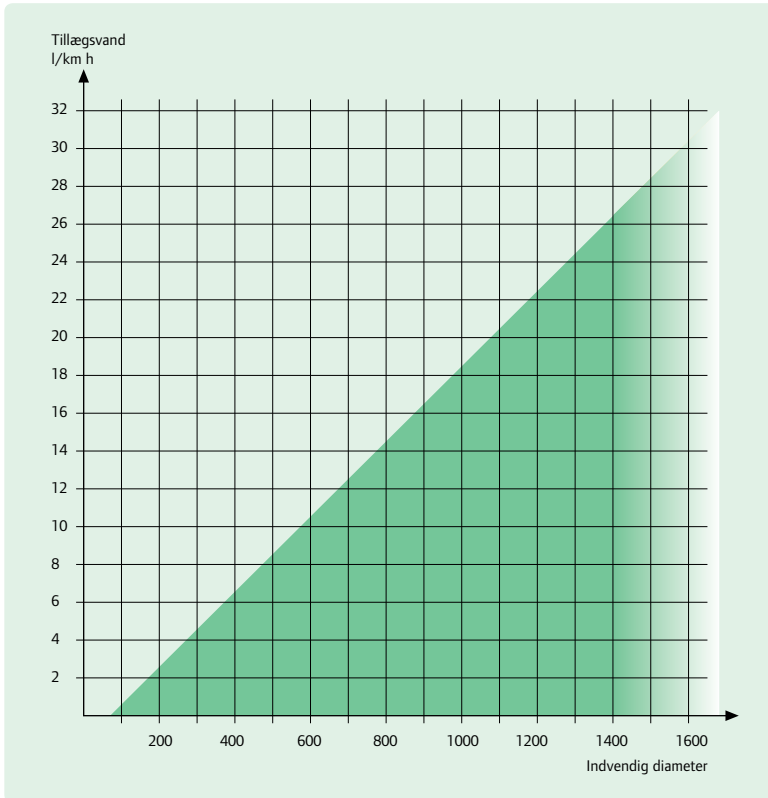
NB: Den tilladte tilførsel af „tillægsvand“ er ikke et udtryk for, at der er en vis utæthed, men at et plastrør udvider sig kontinuerligt under indvendig trykpåvirkning.

Resultatet indsættes i skemaet „Prøverapport for tæthedspøvning“ jf. skema 8.3.18. Tæthedspøvningen er godkendt, såfremt punktet ligger neden for den tegnede kurve i figur 8.3.17 (i det mørke felt).

Rørender, bøjninger og afgreninger bør fikseres på forsvarlig vis, idet der er tale

om store kræfter ved prøvetrykket på 1,3 x rørets nominelle tryk. Det høje tryk samt evt. luftlommer i ledningen kan udgøre en risiko, og særlige foranstaltninger kan derfor være nødvendige. Det påhviler bygherren at sørge for de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger.

#### Godkendelse af tæthedspøvning for trykledninger



Figur 8.3.17

Eksempel på prøverapport fra tæthedsprøvning af trykledning

Prøverapport fra tæthedsprøvning

Kunde :		Projekt :	
Sagsnr. :	ID-nr. :	Dato :	Initialer :

Sted :	
Rørdimension :	Prøveledningens længde :
Bemærkninger :	

Testfase	Klokkeslet	Tidsforløb	Tryk mVS	Vandmængde
Fyldes med vand				
Trykstabilisering				
Trykstabilisering				
Trykstabilisering				
Opnå tryk til 1,3 · PN				
Trykvedligeholdelse				
Trykvedligeholdelse				
Trykvedligeholdelse				
Trykvedligeholdelse				
Måling af tillægsvandmængde				

Rørsektionen  opfylder  opfylder ikke standardkravene

Tillægsnoter:

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_-\_\_\_\_\_  
 Dato                      Prøvemester                      Kundens repræsentant                      Bygherrens repræsentant

<b>Kundens accept :</b>		Dato :	Initialer :
Retur/udfyldt :	Nyt ID-nr. :	Dato :	Initialer :

Alternativt udføres trykprøvningen i henhold til DS 455.

Skema 8.3.18

## Levetid

Som tidligere nævnt er rørene i henhold til standarden dimensioneret ud fra en levetid på 50 år. Men med de materialer, som anvendes i dag, vil en levetid på mere end 100 år kunne forventes.

For at opnå en levetid på 100 år for et ledningsanlæg er det ikke kun tilstrækkeligt med rørprodukter af høj kvalitet. Levetiden for polyethylen-rør (PE80) afhænger i høj grad af de påvirkninger, røret udsættes for under installation og drift, herunder påvirkninger med hensyn til temperatur og ringspænding.

I det følgende angives forudsætningerne for 100 års levetid for PE80-rør

## Samlinger

Det forudsættes, at Uponors svejseinstruktion følges og bliver dokumenteret

med svejserapporter. Svejsningerne skal udføres af svejsere, der har gennemgået en svejsuddannelse.

Det udførende firma skal have et dokumenteret kvalitetsstyringssystem.

Hvor der anvendes mekaniske samlinger, skal disse udføres i henhold til producentens vejledning.

## Materialestyrke/levetid for Uponor PE80-rør

Maksimal ringspænding: 6,3 MPa svarende til 127 mVs i en PN 12,5 ledning

Maksimal driftstemperatur: +20 °C

Den forventede levetid for PE80-rør er jf. nedenstående tabel over 100 år.

### Materialets brudstyrke som funktion af temperatur og tid

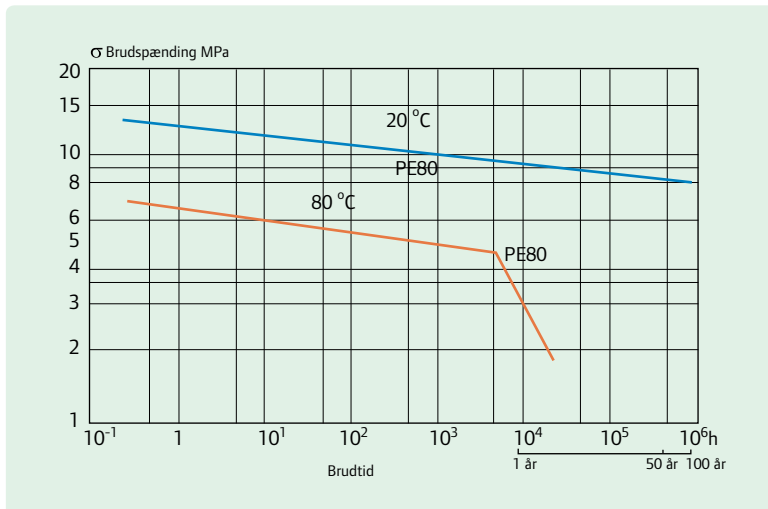


Diagram 8.3.19

## Krav til transportat

At pH-værdien er mellem 6 - 9.

Transportatet må ikke indeholde stoffer, der nedbryder rørmaterialet. Der skal i denne forbindelse gøres særligt opmærksom på følgende stoffer:

- Ethylether
- Fluor
- Rygende svovlsyre
- Kongevand
- Methylchlorid
- Tetrachlorkulstof Nitrobenzen
- Oleum.

Der henvises i øvrigt til DS/ISO TR 10358: „Plastrør og formstykker – kemisk modstandsevne – klassifikation – tabel“ samt indledende afsnit for trykrørssystemer.



Uponor Trykrørssystemer  
PE100



## 8.4 Uponor trykrørssystem PE100

Uponor PE100 er et trykrørssystem, som anvendes til transport af drikkevand, spildevand samt procesmedier. Systemet er fremstillet af polyethylen, et fleksibelt plastmateriale, der er nemt at arbejde med. PE100-rør leveres i dimensionsområdet fra  $\varnothing 20$  til  $\varnothing 1400$  mm som sorte rør. Rørene samles primært ved stuksvejsning, men kan også samles ved el-svejsning og med mekaniske samlinger.

De sammensvejsede samlinger er trækfaste, og på grund af materialets store fleksibilitet kan systemet installeres med et minimum brug af bøjninger, da røret kan udlægges i bløde kurver.

Uponor trykrørssystem PE100 har stor brudstyrke og kan modstå kraftige mekaniske påvirkninger. Det gør systemet modstandsdygtigt over for trykstød og tryksvingninger, ligesom det kan optage store sætninger.

Polyethylen har stor slagstyrke selv ved lave temperaturer. Ved driftstemperaturer

højere end 20 °C skal driftstrykket reduceres for at sikre den ønskede levetid. Se diagram 8.4.18.

PE100-systemet er meget korrosionsbestandigt og har god resistens mod de fleste opløsningsmidler, syrer, baser og olier. I kapitlet „Materialer og levetider“ findes en tabel (2.0.10) over kemisk bestandighed. Ved spørgsmål kontakt Uponor teknisk support.

PE100-trykrør har en glat inderside og dermed lille friktion. Rørene har ligeledes stor slidstyrke og er således modstandsdygtige over for partikler i det medie, der transporteres. Ved hydraulisk dimensionering kan beregningsprogram på [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) anvendes.

Uponor PE100-trykrørssystem produceres i dimensionsområdet fra  $\varnothing 20$  til  $\varnothing 1400$  mm og i trykklasseerne PN 4 til PN 20.

## Dimensioner og tryktrin

Dimension	SDR9	SDR 11	SDR 17	SDR26	SDR33	SDR41
mm	PN 20	PN16	PN 10	PN 6,3	PN 5	PN 4
20	x	x				
25	x	x				
32	x	x	x			
40	x	x	x			
50	x	x	x	x		
63	x	x	x	x	x	
75	x	x	x	x	x	
90	x	x	x	x	x	x
110	x	x	x	x	x	x
125	x	x	x	x	x	x
140	x	x	x	x	x	x
160	x	x	x	x	x	x
180	x	x	x	x	x	x
200	x	x	x	x	x	x
225	x	x	x	x	x	x
250	x	x	x	x	x	x
280	x	x	x	x	x	x
315	x	x	x	x	x	x
355	x	x	x	x	x	x
400	x	x	x	x	x	x
450	x	x	x	x	x	x
500	x	x	x	x	x	x
560	x	x	x	x	x	x
630	x	x	x	x	x	x
710	x	x	x	x	x	x
800	x	x	x	x	x	x
900		x	x	x	x	x
1000		x	x	x	x	x
1200			x	x	x	x
1400			x	x	x	x

Tabel 8.4.1

## System- og materialedata

Egenskaber	PE100	Enhed	Standard / Testmetode
Densitet	950	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183
Smelteindeks	0,3	g/10 min.	ISO 1133 Metode 18
Korttidskrybemodul E <sub>0</sub>	1100	MPa	ISO 6259
Langtidskrybemodul E	275	MPa	ISO 6259
Længdeudvidelseskoefficient	0,13	mm/m · °C	
Varmeledningstal	0,4	W/m · °C	DIN 52 612 (23 °C)
Varmefylde	1,9	J/g · °C	
Flydespænding	23	MPa	
Tilladelig trækspænding, kort tid	10	MPa	
MRS-værdi	10	MPa	ISO/DIS 4427 - CEN/TC 155 SS20
Designspænding	8	MPa	DS/EN 12201 - DS/EN 13243
Designfaktor (vand og trykfløb)	Min. 1,25		DS/EN 12201 - DS/EN 13243

Tabel 8.4.2

## Bøjningsradius for PE100

Fra -20 °C til -6 °C: 28 x dy

Fra -5 °C til 10 °C: 25 x dy

Fra 11 °C til 35 °C: 22 x dy

Dy = udvendig diameter på rør.

# Kravspecifikationer og godkendelser

Følgende oversigter viser en sammenligning mellem krav til opfyldelse af DS/EN 12201, Nordic Poly Mark og Uponors egne interne produktkrav. Disse anvendes i forbindelse med den løbende produktionskontrol.

På [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) findes de senest opdaterede kravspecifikationer.

## Kravspecifikationer

Egenskaber	Reference til DS/EN 12201	DS/EN 12201	Uponor tillægskrav
Indvirkning på vandkvalitetet	Del 1; 5 Del 2; 5,3 og 8,2 tabel 5 Del 3; 5,6 og 8,2 tabel 6	For anvendelse til drikkevandsforsyning i Danmark må Miljøstyrelsens accept af produkternes egnethed foreligge. Produkter efter denne standard, mærket med DS-logo, er accepteret af Miljøstyrelsen	

Egenskaber	Reference til DS/EN 12201 DS/EN 13244 DS/EN 1555	Nordic Poly Mark SBC 12201 SBC 13244 SBC 1555	Uponor tillægskrav
Dimensionsstabilitet (længderettet)		DS/EN ISO 2505 ; $\leq 3\%$ ; 110 °C	
Hydrostatisk styrke	165 timer; 80 °C; 5,4 MPa		215 timer; 80 °C; 5,4 MPa

Tabel 8.4.3

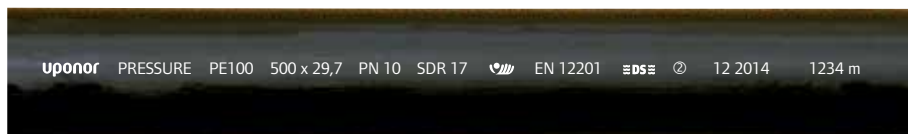
## Godkendelser

Uponor PE100-rør er godkendt i henhold til Nordic Poly Mark. Vandrørene er ligeledes DS-godkendt (toksikologisk test) og produceret i henhold til DS/EN 12201 samt Uponor fabriksstandard.

På Uponors hjemmeside [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) findes de sidste nye godkendelser for Uponors produkter.

# Mærkning

## Mærkningen af Uponor trykrørssystem PE100



uponor	Pressure	PE100	500 x 29,7	PN 10	SDR 17
Producent	Anvendelse: tryk	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstykkelse	Tryktrin	Forholdstal

	EN 12201			12 2014	1234 m
Nordic Poly Mark	Produktstandard	Drikkevands-godkendelse	Produktionsenhed ②= Middelfart	Produktionstidspunkt måned/år	Meter-mærkning

Tabel 8.4.4

### Standard Dimension Ratio (SDR-værdi)

SDR-værdien angiver forholdet mellem udvendig diameter på røret og godstykkelsen.

Ved at anvende SDR sammen med materialetype fås en mere entydig værdi til beskrivelse af tryktrin uden at skulle kende noget til sikkerhedsfaktorer.

$$\text{SDR} = \frac{\text{Nominel diameter}}{\text{Minimumgodstykkelse}}$$

### Oversigt over SDR og trykklasse

Trykklasseerne gælder for drikkevand og trykafløbsrør

Materiale	$\sigma$	SDR	
Betegnelsen	MPa	26	17
PE100	8	PN 6,3	PN 10
Vejledende stivhed kN/m <sup>2</sup>		5	20

Tabel 8.4.5

Sigma [ $\sigma$ ] er lig med dimensionerende spænding for det pågældende materiale.

PN-værdien angiver det nominelle tryk. Højest tilladelige arbejdstryk i bar ved 20 °C middeltemperatur dimensioneret ud fra 50 års kontinuerligt tryk.

Eksempel for ø500 PE100 PN 10-rør:

$$\text{SDR} = \frac{D_y}{e} = \frac{500}{29,6} \Rightarrow \text{SDR 17}$$

# Installation

## Samling/svejsning

Alle kendte samlemetoder kan anvendes på Uponor PE100-rør.

Ved elektrosvajsning skal Uponor PE100-rør skrubes for at fjerne det oxiderede lag, som opstår udvendigt på røret på grund af luften og solens påvirkning.

Ved denne størrelse rør vil der fortrinsvist blive anvendt stuksvejsning til samling af rørene. Herudover kan PE100-rørene samles mekanisk.

Alle kendte teknikker inden for installation, svejsning og vedligeholdelse af PE-rør kan således anvendes.

## Elektrosvajsning

Se afsnittet for PE80-rør for anvisning til fremgangsmåde.

## Stuksvejsning - trin for trin

Med stuksvejsning kan et Uponor PE100-rør svejses sammen med et andet PE100-rør eller et PE80-rør, forudsat at rørene har samme dimension og godstykkelse. Alle godkendte stuksvejsmaskiner kan anvendes. Generelt svejses der ikke ved materialetemperaturer under -15 °C. Ved svejsning i blæst eller fugtigt vejr beskyttes svejsestedet med læskærm eller telt. De frie rørender afproppes for at forhindre træk.

Efterfølgende svejsevejledning er skildret i Uponor trykrørssystem ProFuse vand/

spildevand/gas med en billedeserie, som illustrerer fremgangsmåden.

1. Rørene opspændes i stuksvejsmaskinen, så de centrerer. (For at lave svejsevulsterne så pæne og ens som muligt, er det en fordel at vende mærkningen på røret opad og over for hinanden, så den kan læses).
2. Høvl rørenderne ved at lukke stuksvejsmaskinen omkring den roterende høvl, indtil der fremkommer en ubrudt spån på begge sider af høvlen.
3. Stuksvejsmaskinen åbnes, og høvlen fjernes. Spåner fjernes fra rørender. (Vær opmærksom på at få alle spåner væk under svejsmaskinen, da de kan følge med varmespejlet op i svejsningen, når dette skal fjernes).
4. Luk svejsmaskinen og kontroller, at rørenderne slutter tæt til hinanden hele vejen rundt, og at rørene centrerer. Der må ikke fremstå synlig gab eller forskydning mellem rørene. Hvis man justerer på røret, skal man høvle igen.
5. Rørenderne aftørres med godkendt rensesvæske, aftørring er også med til at fjerne statisk elektricitet. (Fedt, olie, vand samt snavs er ikke forenelig med stuksvejsning).
6. Svejssetemperaturen kontrolleres på varmespejlet.

7. Spejlet skal være rent og fri for urenheder, det rengøres nemt med fnugfri papir. Brug f.eks. en køkkenrulle eller gnid et stump PE-rør over spejlet. Kontroller at overfladebelægning på varmespejlet er intakt.

8. Isæt varmespejlet imellem rørene. Luk svejsemaskinen om varmespejlet med det aktuelle svejsetryk plus slæbetrykket, og der er lavet en forvulst hele vejen rundt på røret. Slæbetryk er det tryk, der skal til for at få slæden på svejsemaskinen til at bevæge sig ved den aktuelle belastning.

Svejsetryk fremkommer ved at aflæse svejsekraft i Uponors svejseparametre og konverterer den om til tryk ved hjælp af trykarakteristik for den stuksvejsesemaskine, der bruges.

9. Når forvulsten er, som den skal være – ca. 2 - 5 mm afhængig af rørdimensionen, aflastes trykket, og varmesivetid begynder. Rørender skal have fuld kontakt til varmespejlet under varmesivetid. (Varmesivetid er den tid, hvor varmen siver ud i rørenden uden tryk).

10. Når varmesivetiden er opnået, åbnes svejsemaskinen, og spejlet fjernes (omstillingstiden begrænses mest muligt). Svejsemaskinen lukkes med det aktuelle svejsetryk.

11. Svejsemaskinen holdes lukket i hele svejse- og køletiden. Under køletiden forandres farven på vulsten.

12. Efter endt svejse- og køletid aflastes trykket, og bakkerne løsnes og åbnes, røret kan nu løftes ud af svejsemaskinen.

## Kriterier for visuel bedømmelse af sammensvejsede PE-rør

### Kriterier for vulstbredde – rør mod rør

Min. godstykkelse (mm)	Vulstbredde 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

Tabel 8.4.5

### Kontrol af svejsning

Vulstbredden B skal overholde mål i ovenstående skema. Gælder for rør mod rør. Ved rør mod formstykke og formstykke mod formstykke udvides tolerancen med +/- 1 mm.

### Eksempel

Til bestemmelse af vulstbredden jf. tabel 8.4.5.

Nominal godstykkelse: 33,2 mm. Gå i pilens retning til nærmeste hele tal (30 mm). Aflæs vulstbredden. Den skal være mellem 16 til 21 mm.

### Svejsparametre

Se [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) for svejsparametre.

Der anvendes middelgodstykkelse og middeldiameter efter følgende princip:  
e-middel = 1,05 x e-nominal  
d-middel = 1,003 x d-nominal



## Mekaniske samlinger

Flangekraver kan stuksvejses på rørene og bolttes sammen ved hjælp af løsfangerne.

NB: Det er i den forbindelse meget vigtigt, at løsfangerne har de rette dimensioner og trykklasser.

Ved mekaniske koblinger må rørendens overflade ikke være beskadiget. Det anbefales at anvende støttebøsninger for at modvirke krympning af PE-røret. Mekaniske samlinger udføres i øvrigt i henhold til anvisninger fra leverandøren af formstykkerne.

## Lægningsvejledning og materialeanvendelse

Ved projektering og udførelse skal der tages hensyn til lægningsforholdene. Det er afgørende for rørenes evne til at modstå de påvirkninger, som de udsættes for, at såvel udgravning som rørlægning og tilfyldning foretages omhyggeligt. Det er dog byggherren, der beslutter, hvilke lægningsregler der skal følges.

Uponors lægningsregler for PE100-rør er beskrevet herunder.

### A. Udgravningen

Ledningsgravens bund skal være helt fast og jævn, da der kan dannes lunger ved bløde områder og ujævnheder under ledningen, når graven tilfyldes og komprimeres over ledningen. I vejarealer eller arealer, der støder umiddelbart op til vejarealer, skal ledningsgraven udformes og udføres, så underminering og sætning af vejarealer undgås. I kohæsionsjord kan anlæg på ledningsgraven eventuelt udelades.

## B. Udjævningslag

Rørene lægges på et udjævningslag, der skal eliminere ujævnheder og sikre, at rørene får en ensartet og jævn understøtning.

Udjævningslagets tykkelse afhænger af rørtypen og fremspringet på mufferne. Fremspringet skal kunne graves ned i udjævningslaget, så røret får linieunderstøtning. Typisk vil en lagtykkelse på 5 - 10 cm være passende.

Materialer til udjævningslag bør opfylde følgende krav:

- Kornstørrelse over 16 mm må ikke forekomme
- Indholdet af korn mellem 8 og 16 mm må højst være 10 %
- Materialet må ikke være frossent
- Skarp flint eller tilsvarende materiale må ikke anvendes.

Hvis den eksisterende jord opfylder disse krav, kan man undlade at grave ud til udjævningslag.

Udjævningslaget skal komprimeres, før rørene lægges. Omkring muffesamlingerne holdes ledningen fri af udjævningslaget.

### C. Omkringfyldning

Omkringfyldningen skal sikre, at ledningen opnår tilstrækkelig støtte på alle sider, og at alle belastninger kan overføres uden skadelige punktpåvirkninger.

Ved omkringfyldningen bør afstanden til kant af udgravning være så stor, at egnet komprimeringsmateriel kan anvendes. Komprimering udføres i lag af maks. 0,2 m tykkelse (fast mål). Komprimeringen af omkringfyldningsmaterialet fortsættes til min. 0,15 m over rørtop og udføres jf. figur 8.4.8.

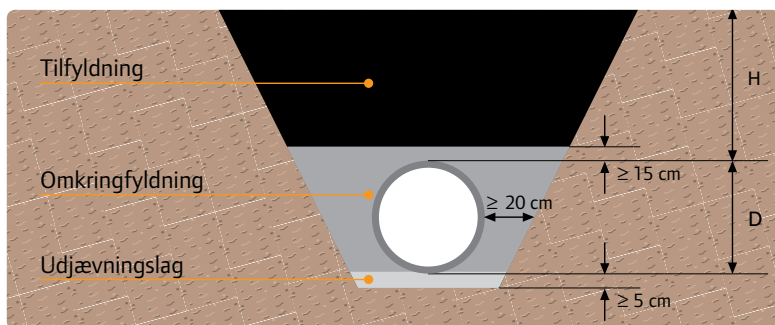
Materialer til omkringfyldning bør opfylde følgende krav:

- Stenstørrelse over 64 mm må ikke forekomme
- Indholdet af sten mellem 32 og 64 mm må højst være 15 %
- Materialet må ikke være frossent.

### D. Tilfyldning

Krav til materiale og opbygning af tilfyldningen over rørene vil være afhængig af rørintallationens konstruktion.

Tværsnit af ledningsgrav



Figur 8.4.8

### Genanvendelse af opgravet jord

Som udgangspunkt vil den opgravede jord kunne genanvendes som omkring- og tilfyldningsmateriale, da såvel friktions- som kohæsionsjord kan anvendes.

Kohæsionsjord vil som regel medføre større deformationer end friktionsjord. Ligeledes vil indholdet af sten i omkringfyldningsmaterialet kunne medføre, at der opstår punktdeformationer.

Opfylder det opgravede materiale de nævnte krav, og kan de opsatte krav til komprimering overholdes, kan materialet anvendes til genindbygning. Det anbefales, at der udføres skærpet tilsyn under installationen.

Uponor tillader punktdeformationer svarende til maksimalt tilladelige deformationer jf. DS 430.

# Dimensionering

## Statisk dimensionering

I det indledende afsnit om trykrørssystemer er der under statisk dimensionering opstillet en række forhold, som dækker det almindelige erfaringsområde. Såfremt disse forhold er overholdt, er der ikke behov for yderligere beregning af rørstabiliteten.

I tilfælde hvor forholdene ikke er opfyldt, henvises til [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk), hvor Uponors beregningsprogrammer kan benyttes til bestemmelse af rørstabiliteten.

Uponor teknisk support står gerne til rådighed ved beregning af specifikke projekter.

## Hydraulisk dimensionering

I det indledende afsnit om trykrørssystemer ses et eksempel på, hvordan trykrør kan dimensioneres.

På Uponors hjemmeside findes et beregningsprogram, baseret på Colebrook Whites formel, som kan anvendes til at beregne tryktabet.

Ud fra driftstekniske og økonomiske synspunkter er den anbefalede vandhastighed for vandrør mellem 0,6 til 1,5 m/s.

## Temperatur

PE100-røret er dimensioneret ud fra en driftstemperatur på 20 °C. Hvis røret anvendes ved højere kontinuerlige temperaturer end 20 °C, skal driftstrykket reduceres i henhold til følgende diagram for at bevare rørets levetid. Ved temperaturer, der falder uden for diagrammet 8.4.9, kontakt Uponor teknisk support.

### Temperatur reduktionskurve

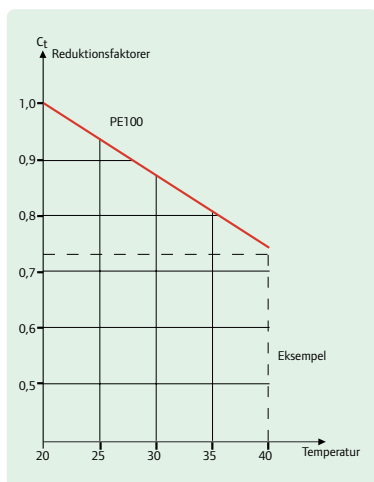


Diagram 8.4.9

Formel for reduceret driftstryk:

$$PN_t = PN \times C_t$$

### Eksempel

Skal et PE100 PN 10-rør anvendes ved en driftstemperatur på 40 °C, bliver det maksimale driftstryk:

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

Når driftstrykket på 7,4 bar ved en temperatur på 40 °C ikke overskrides, nedsættes levetiden for røret ikke.

Under tryk kan røret anvendes ved en maksimal temperatur på 60 °C. Dette vil dog medføre en reduktion af levetiden.

Hvis PE100-rør anvendes som trykløst afløbsrør, kan det anvendes ved en kontinuerlig temperatur på 80 °C og kortvarigt op til 95 °C.

## Trykstød

Trykstød opstår især, når pumper starter og stopper, og når ventiler åbnes og lukkes. Ofte er dette den kraftigste påvirkning på en trykledning.

Trykstød kommer som en trykbølge gennem ledningen. Bølgen reflekteres frem og tilbage, og det sker med en hastighed, som er meget højere end strømningshastigheden.

Trykbølgéhastigheden,  $c$  (m/s), afhænger af rørmateriale, rørets godstykkelse og diameter, vandet samt ledningens muligheder for frit at bevæge sig.

Trykbølgen medfører, at store vandmængder bevæger sig og accelereres i ledningen. En stor trykbølgéhastighed giver derfor trykstød.

### Trykbølgens maks. tilladte forplantningshastighed i rørledninger [c]

Producent	Materiale	Trykklasse	Hastighed
		Bar	m/s
Uponor	PE100	PN 6,3	210
Uponor	PE100	PN 10	259

Table 8.4.10

For yderligere oplysninger henvises til Uponor teknisk support. For beregningsmetoder henvises til f.eks. „Pumpeståbi“.

## Vakuum

Vakuum i rør skal altid tages i betragtning, når rørets trykklasse skal vælges. Det anbefales derfor altid at minimere undertrykket i røret, f.eks. med vakuumventiler. For PE100-rør med svejsede samlinger kan der under normale forhold accepteres vakuum på op til 1,0 bar (fuldt vakuum), såfremt der anvendes minimum SDR 11-rør.

Når PE100-rør installeres og håndteres jf. Uponors installationsvejledning og med minimal deformation og omkringfyldning komprimeret til min. 95 % standard proctor, vil også et SDR 17-rør kunne anvendes med fuldt vakuum svarende til 1 bar/10 mVs.

For vakuum og installationsberegninger henvises til specifik beregning.

## Ruheder

Ækvivalent sandruhed  
i ny ledning, rent vand/  
spildevand: 0,05 mm

Driftsruhed efter 1 år  
jf. pH-Consults rapport: 0,15 mm

## Opdriftssikring

I følgende skema angives opdriften på et luftfyldt rør i vand med vægtfylde på

Der henvises i øvrigt til pH-Consults rapport 2001 vedrørende ruheder for afløbssystemer/pumpeledninger.

### Tilladelig trækraft for PE100 ved 20 °C

Dimension mm	SDR 16 - PN 6,3 kN	SDR 17 - PN 10 kN
450	234	355
500	289	437
560	362	549
630	459	696
710	583	883
800	740	1121

Tilladelig trækspænding = 10 MPa

Tabel 8.4.11

## Forankring

Det er normalt ikke nødvendigt at forankre PE-rør, når de samles med svejsede samlinger. Dog skal røret forankres ved overgang til andre rørmaterialer, eller hvor røret skal indstøbes i væg/murværk. Dette skal gøres for at undgå, at ikke-trækfaste samlinger bliver trukket fra hinanden som følge af rørets udvidelse og sammentrækning ved temperaturændringer.

1000 kg/m<sup>3</sup>. Den venstre kolonne (rør) er opdriften på røret. Den højre (minus rørvægt) kolonne er netto opdriften, hvor rørets vægt er trukket fra.

### Eksempler på opdrift på luftfyldt PE100-rør i vand (1000 kg/m<sup>3</sup>)

Dimension (mm)	SDR 26		SDR 17	
	Rør (kg/m)	Minus rørvægt (kg/m)	Rør (kg/m)	Minus rørvægt (kg/m)
450	159	135	159	122
500	196	166	196	151
560	246	209	246	190
630	312	264	312	240
710	396	336	396	305
800	503	426	503	388

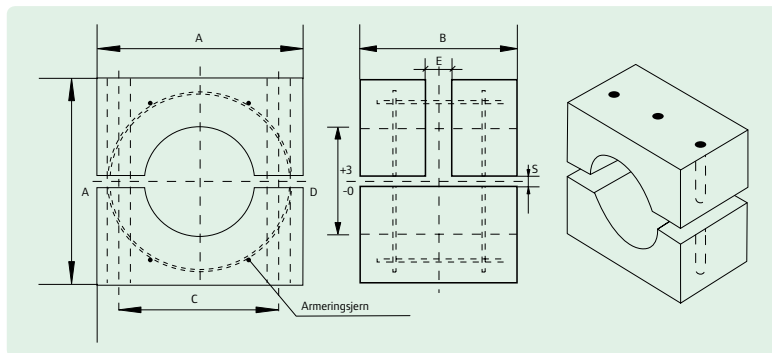
Tabel 8.4.12

Øvrige dimensioner kan beregnes på [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk)

## Ballast på rør

Den mest anvendte måde at ballastere PE-rør er at bolte betonklodser på røret. Dog anvendes der også stålwire, som sures fast til røret på mindre ledninger.

### Eksempel på ballastklodser



Tabel 8.4.13

## Trykprøvning

Trykledninger tæthedsprøves ved at afspærre og fylde et begrænset ledningsafsnit med vand. Ledningsafsnittet skal være vandfyldt i 2 timer før selve prøvningen (konditionering af ledningen).

Den følgende metode er baseret på SFS 3115:E, som er en meget anvendt finsk standard ved tæthedsprøvning af trykledninger.

Vandtemperaturen bør være ca. 20 °C. Trykforskellen mellem det højeste og laveste punkt i ledningsafsnittet bør ikke overstige 100 kPa (10 mVS).

Ved selve prøvningen tilføres ledningsafsnittet et indre overtryk, der svarer til ledningens nominelle tryk. Dette tryk skal vedligeholdes i 2 timer ved påfyldning af vand.

Trykket øges derefter til 1,3 x det nominelle tryk. Dette tryk vedligeholdes i 2 timer ved påfyldning af vand.

Trykket sænkes herefter til det nominelle tryk. Efter 1 time måles den vandmængde, som evt. behøves for at få trykket op på det nominelle tryk.

Ledningsafsnittets tæthed bestemmes ved prøvningens slutning, hvor det konstateres, hvor meget vand der er nødvendigt for at opretholde det nominelle tryk. Det eventuelle ekstra vandbehov (tillægsvand) omregnes til liter pr. km og time.

NB: Den tilladte tilførsel af „tillægsvand“ er ikke et udtryk for, at der er en vis utæthed, men at et plastrør udvider sig kontinuerligt under indvendig trykpåvirkning.

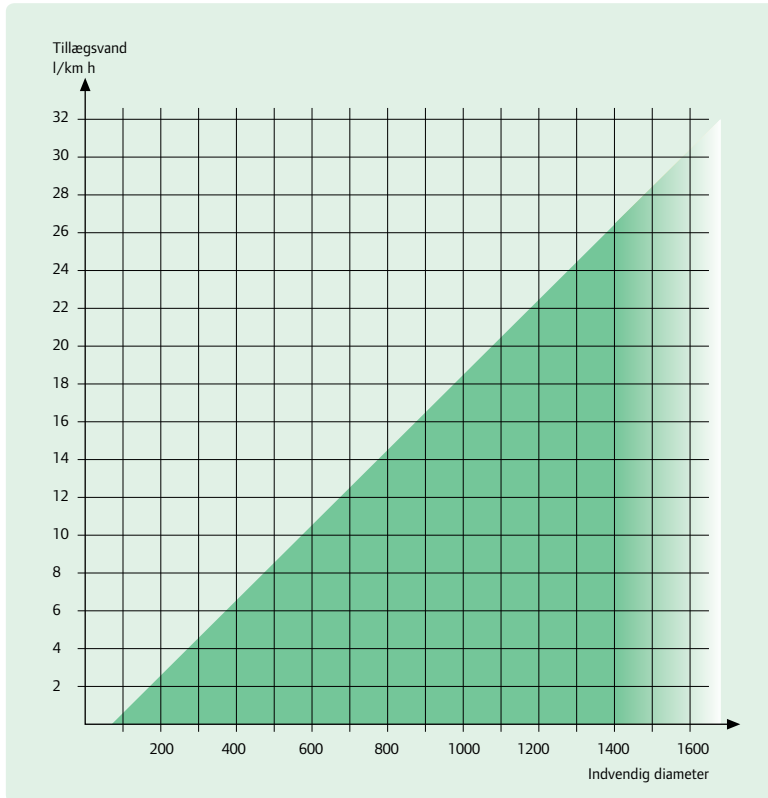
Resultatet indsættes i skemaet 8.4.15. „Prøverapport for tæthedsprøvning“.

Tæthedsprøvningen er godkendt, såfremt punktet ligger neden for den tegnede kurve i figur 8.4.14 (i det mørke felt).

Rørender, bøjninger og afgreninger bør fikseres på forsvarlig vis, idet der er tale

om store kræfter ved prøvetrykket på 1,3 x rørets nominelle tryk. Det høje tryk samt evt. luftlommer i ledningen kan udgøre en risiko, og særlige foranstaltninger kan derfor være nødvendige. Det påhviler bygherren at sørge for de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger.

#### Godkendelse af tæthedsprøvning for trykledning



Figur 8.4.14

Eksempel på prøverapport fra tæthedsprøvning af trykledning

Prøverapport fra tæthedsprøvning

Kunde :		Projekt :	
Sagsnr. :	ID-nr. :	Dato :	Initialer :

Sted :	
Rørdimension :	Prøveledningens længde :
Bemærkninger :	

Testfase	Klokkeslet	Tidsforløb	Tryk mVS	Vandmængde
Fyldes med vand				
Trykstabilisering				
Trykstabilisering				
Trykstabilisering				
Opnå tryk til 1,3 · PN				
Trykvedligeholdelse				
Trykvedligeholdelse				
Trykvedligeholdelse				
Trykvedligeholdelse				
Måling af tillægsvandmængde				

Rørsektionen  opfylder  opfylder ikke standardkravene

Tillægsnoter:

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_-\_\_\_\_\_  
 Dato                      Prøvemester                      Kundens repræsentant                      Bygherrens repræsentant

<b>Kundens accept :</b>		Dato :	Initialer :
Retur/udfyldt :	Nyt ID-nr. :	Dato :	Initialer :

Alternativt udføres trykprøvningen i henhold til DS 455.

Skema 8.4.15



## Levetid

Som tidligere nævnt er rørene i henhold til standarden dimensioneret ud fra en levetid på 50 år. Med de krav der stilles til materialer og processer såvel internt som eksternt, og når de foreskrevne installations- og driftsforhold overholdes, opnås en levetid på over 100 år.

Rørprodukter af høj kvalitet er ikke alene tilstrækkeligt for at opnå 100 års levetid for et ledningsanlæg. Levetiden for polyethylen-rør (PE100) afhænger i vid udstrækning af de påvirkninger, røret udsættes for under installation og drift, herunder påvirkninger mht. temperatur og ringspænding.

I det følgende angives forudsætningerne for 100 års levetid for PE100-rør.

med svejserapporter. Svejsningerne skal udføres af svejsere, der har gennemgået en svejsuddannelse.

Det udførende firma skal have et dokumenteret kvalitetsstyringssystem.

Hvor der anvendes mekaniske samlinger, skal disse foretages i henhold til producentens vejledninger.

## Materialestyrke/levetid

### Uponor PE100-rør

Maksimal ringspænding: 8 MPa svarende til 101 mVs i en PN 10-ledning.

Maksimal driftstemperatur: +20 °C

Den forventede levetid for PE100-rør er jf. diagram 8.4.16 over 100 år.

## Samlinger

Det forudsættes, at Uponors svejseinstruktion følges og bliver dokumenteret

### Materialets brudstyrke som funktion af temperatur og tid

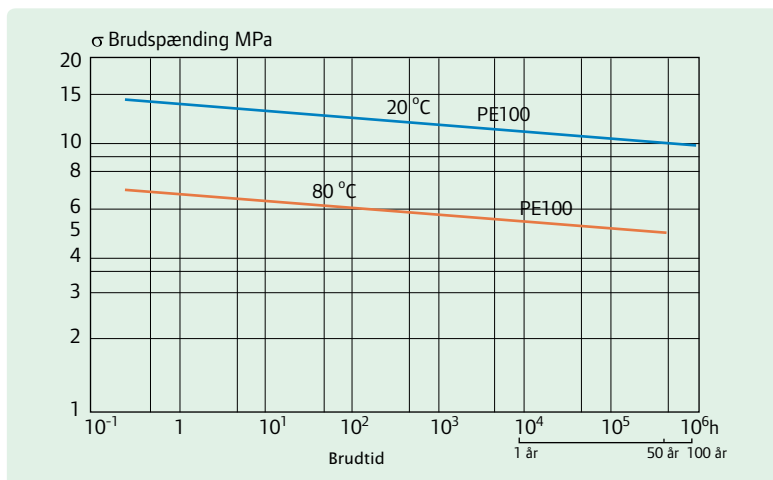


Diagram 8.4.16

## Krav til transportat

At PH-værdien er mellem 6 - 9.

Transportatet må ikke indeholde stoffer, der nedbryder rørmaterialet. Der skal i den forbindelse særligt gøres opmærksom på følgende stoffer:

- Ethylether
- Fluor
- Rygende svovlsyre
- Kongevand
- Methylchlorid
- Tetrachlorkulstof Nitrobenzen
- Oleum.

Der henvises i øvrigt til DS/ISO TR 10358: „Plastrør og formstykker – kemisk modstandsevne – klassifikation – tabel” samt det indledende afsnit for trykrørs-systemer.

uponor

# Uponor Trykrørsformstykker PE100

Trykrørssystemer



## 6.5 Uponor trykrørsformstykker PE100

Uponor formstykker til PE trykrørs-systemer fremstilles i forskellige udførelser afhængig af anvendelsesformål og fremstillingsmetode.

Formstykkerne er fremstillet af polyethylen PE100, ligesom hovedparten af de rør, der anvendes. PE100-formstykkerne kan også anvendes til PE80-rør; dog skal rør og formstykker have samme godstykkelse for at kunne samles med stuksvejsning. Rør og formstykker af samme materiale, men med forskellig godstykkelse kan dog altid samles med elektrosvæjsning.

De forskellige typer PE-formstykker er enten segmentsvejste eller sprøjtetøbte formstykker for stuk- eller elektrosvæjsning.

Uponor segmentsvejste formstykker er fabriksvejste som bøjninger og T-stykker. Disse formstykker kan fremstilles individuelt efter kundeønske.



Uponor sprøjtetøbte formstykker til stuk- og elektrosvæjsning kan leveres som vinkler, tee'er, reduktioner, flanger og slutpropper. Hovedparten af formstykkerne fremstilles med lange ben, så de kan svejses sammen med elektrosvæjsmuffer og opspændes i almindelige stuksvejsmaskiner.



Uponor elektrosvæjsesystem fremstilles som muffer, reduktioner, vinkler, tee'er samt anbringssadler og bøjler. Disse formstykker svejses med elektrosvæjsmaskiner, som sender en strøm igennem el-modstandstrådene i formstykkerne, som bliver opvarmet og svejset sammen med røret. Specielt i de mindre dimensioner anvendes el-svejsning i stigende grad til samling af rørene.



Uponor trykrørsformstykker PE100 har samme store brudstyrke som Uponors øvrige rørsystemer og kan modstå kraftige mekaniske påvirkninger. Det gør systemet modstandsdygtigt over for trykstød og tryksvingninger.

PE100-systemet er meget korrosionsbestandigt og har god resistens mod de fleste opløsningsmidler, syrer, baser og olier. Se kemikaliebestandighedstabel 2.0.10 i det indledende afsnit om trykrørssystemer. Kontakt Uponor teknisk support for yderligere information og spørgsmål.

Uponor PE100-formstykker produceres i samme dimensionsområde som Uponor PE-trykrørssystemer. Segmentsvejsede formstykker kan leveres i alle SDR-klasser. Sprøjtstøbte formstykker leveres i SDR 17 og SDR 11. Formstykker til elektro-svejsesystemet leveres i SDR 11.

#### System- og materialedata

Egenskaber	PE100	Enhed	Standard / Testmetode
Densitet	950	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183
Smelteindeks	0,3 - 0,55	g/10 min.	ISO 1133
Korttidskrybemodul E <sub>0</sub>	900 - 1000	MPa	ISO 6259
Langtidskrybemodul E	225 - 250	MPa	ISO 6259
Længdeudvidelseskoefficient	0,13	mm/m · °C	ASTM D 696 (20 - 90 °C)
Varmeledningstal	0,4	W/m · °C	DIN 52 612 (20 °C)
Varmefylde	1,9	J/g · °C	
Flydespænding	23	MPa	
Tilladelig trækspænding, kort tid	10	MPa	
MRS-værdi	10	MPa	ISO/DIS 4427 - CEN/TC 155 SS20
Designspænding	8	MPa	DS/EN 12201 - DS/EN 13243
Designfaktor (vand og trykafløb)	1,25		DS/EN 12201 - DS/EN 13243
Designfaktor (gas)	Min. 2		EN 1555

Tabel 8.5.1

# Godkendelser og mærkning

## Godkendelser

Uponor PE100-formstykker er godkendt i henhold til DS/EN 12201 samt DS/EN

1555. På Uponors hjemmeside [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk) findes de sidste nye godkendelser for Uponors produkter.

## Mærkning

Segmentsvejsede formstykker er fremstillet af rørstykker og derfor mærket som rørene.

Sprøjtstøbte formstykker til stuksvejsning eller elektrosvejsning har en præget

mærkning, som angiver materiale, dimension og SDR-værdi.

Se nedenstående eksempler på mærkning.



## Standard Dimension Ratio (SDR-værdi)

SDR-værdien angiver forholdet mellem udvendig diameter på røret og godstykkelsen.

Ved at anvende SDR sammen med materialetype fås en mere entydig værdi til beskrivelse af tryktrin uden at skulle kende noget til sikkerhedsfaktorer.

$$\text{SDR} = \frac{\text{Nomineldiameter}}{\text{Minimum godstykkelse}}$$

## Oversigt over SDR og trykklasse

Trykklasserne gælder for drikkevand og trykafløbsrør.

Materiale Betegnelse	$\sigma$ MPa	SDR		
		26	17	11
PE100	8	PN 6,3	PN 10	PN 16
PE80			PN 8	PN 12,5

Tabel 8.5.2

Sigma [ $\sigma$ ] er lig med dimensionerende spænding for det tilsvarende rørmateriale.

PN-værdien angiver det nominelle tryk. Højest tilladelige arbejdstryk i bar ved 20 °C middeltemperatur dimensioneret ud fra 50 års kontinuerligt tryk.

Eksempel for  $\varnothing 110$  PE100 PN 10-formstykker:

$$\text{SDR} = \frac{D_y}{e} = \frac{110}{6,6} \Rightarrow \text{SDR17}$$

# Installation

## Samling/svejsning

Alle kendte samlemetoder kan anvendes på Uponors PE100-formstykker.

Ved stuksvejsning henvises til brugervejledning i rørafsnittene.

Ved elektrosvæjsning henvises ligeledes til brugervejledning i rørafsnittene.

Herudover kan PE100-formstykkerne samles med mekaniske koblinger.

Alle kendte teknikker inden for installation, udvidelse og vedligeholdelse af PE-rør kan således anvendes.