

Wavin PE-/uPVC tryckrörssystem

Tryckteknisk handbok

för Wavin PE-/uPVC
tryckrörssystem



CONNECT TO BETTER

Innehållsförteckning

1 Inledning och omfattning.....	4	6.2.1 Läggningsanvisning för uPVC tryckrör	37
2 Rörmaterial.....	5	6.2.2 Trycksvängningar	37
2.1 PE Polyeten.....	5	6.2.3 Förankring	38
2.2 PE RC Polyeten resistance to crack.....	8	7 Schaktfri läggning	41
2.3 PVC Polyvinylklorid	11	7.1 Styrd borring	41
3 Rörtyper.....	12	7.2 Rörpräckning	41
3.1 PE tryckrör.....	12	7.3 Relining.....	41
3.1.1 PE 80 tryckrör	12	7.4 Relining med PE-rör.....	42
3.1.2 PE 100 tryckrör	12	7.4.1 PE-rörets tjocklek.....	42
3.1.3 PE TS tryckrör	12	7.4.2 Maximal indragningslängd raka rörändar.....	42
3.1.4 PE Safetech tryckrör	12	7.4.3 Böjda rörlängder.....	43
3.1.5 Gasrör.....	12	7.5 Repor PE	43
3.1.6 Ventiler.....	13	8 Ovanmarksinstallation	44
3.2 PVC tryckrör.....	14	8.1 PE tryckrör.....	44
3.2.1 u-PVC-tryckrör	14	8.1.1 Upphållningsavstånd	44
4 Hydraulik	16	8.1.2 Väderpåverkan	45
4.1 PE- och uPVC tryckrör.....	16	8.1.3 Längdutvidgning.....	46
4.1.1 Tryckhållfasthet	16	8.1.4 Tryckreduktion vid höjd temperatur	47
4.1.2 Flödesberäkning.....	17	8.2 uPVC tryckrör.....	48
4.1.3 Undertryck och buckling.....	19	8.2.1 Upphållningsavstånd	48
4.1.4 Tryckslag	20	8.2.2 Väderpåverkan	49
4.1.5 PE100 Slitstyrka	21	8.2.3 Längdutvigning.....	49
5 Sammanfogning av tryckrörssystem	22	8.2.4 Tryckreduktion vid höjd temperatur	49
5.1 PE tryckrör.....	22	9 Sjöförläggning	50
5.1.1 Stumsvetsning.....	22	9.1 Förberedelser	50
5.1.2 Elektromuffsvetsning.....	22	9.2 Viktning.....	50
5.1.3 Flänsförband	23	9.3 Sänkning.....	51
5.1.4 Mekaniska kopplingar	24	9.4 Skarvning av svetsade längder	52
5.1.5 Ihopklämning av PE-rör.....	25	10 Dimensionsmätning och kvalitet	53
5.2 uPVC tryckrör.....	27	10.1 PE tryckrör.....	53
5.2.1 Muffning	27	10.1.1 Dimensionsmätning av rullade PE tryckrör	53
5.2.2 Limning.....	27	10.1.2 Dimensionsmätning av raka PE tryckrör.....	54
5.2.3 Flänsmontering.....	28	10.2 uPVC tryckrör.....	56
5.3 Sammanfogning av gasrör.....	29	10.2.1 Dimensionsmätning av uPVC tryckrör	56
6 Markförläggning	30	10.3 Provtryckning	58
6.1 PE tryckrör.....	31	10.4 Återvinning	59
6.1.1 Läggningsanvisning för PE tryckrör	31	10.5 Plastmaterial och kemikalieresistens	59
6.1.2 Buckling i mark.....	32	10.6 Kvalitet.....	60
6.1.3 Böjning av PE-rör	33	10.7 Standarder, föreskrifter och anvisningar	61
6.1.4 Förankring	34	11 Hantering, lagring och transport	62
6.1.5 Permeation	36	12 Tabeller och diagram	65
6.2 uPVC tryckrör.....	37	13 Referenser.....	76

Terminologi

NS	= Norsk standard
DS	= Dansk standard
SS	= Svensk standard
EN	= Europeisk standard
NS-EN, DS-EN, SS-EN	= Gemensam europeisk standard, etablerad som standard i det enskilda landet, där landskoden anges före EN.
EN ISO	= Gemensam europeisk och internationell standard
XX-EN 12201	= Europeisk och nationell standard för polyetenrör och -rördelar.
XX-EN 1452	= Europeisk och nationell standard för uPVC-rör och -rördelar
Nordic Poly Mark	= Kvalitetsmärke för nordiska plaströr, med Insta-Cert som instans för kontroll och certifiering.
DK-VAND	= Dansk tredjepartscertifiering
Dy	= Utvändig diameter
Di	= Invändig diameter
e	= Information om vägg tjocklek
SDR-värde	= Förhållandet mellan Dy/e T.ex. 315 mm rör, vägg tjocklek 28,6 = SDR11
DN	= Nominell diameter angiven i mm
C	= Designfaktor. För PE-rör används 1,25 och 1,6. För uPVC-rör används 2 och 2,5. För gas ännu högre.
PE80	= Polyetenmaterial med en livslängd på 50 år vid 8 Mpa
PE100	= Polyetenmaterial med en livslängd på 50 år vid 10 Mpa
PEL	= Material i polyeten, med låg densitet (gammal beteckning)
PEM	= Material av polyeten, med medelhög densitet (gammal beteckning)
PEH	= Material av polyeten med hög densitet (gammal beteckning)
uPVC	= PVC-plast utan mjukgörare
SN	= Uppgift om ringstyvhet
MRS	= Minimum required strenght. Krav på brottspänning vid 20 °C efter 50 år.
PN	= Maximalt tillåtet driftstryck, angivet SDR-värde och konstruktionsfaktor
Beräkning av PN	= $20 \times MRS / C \times (SDR-1)$

1 Inledning och omfattning

I detta uppslagsverk har vi samlat en stor del av våra tekniska kunskaper om våra tryckrörssystem i PE och uPVC för dricksvatten

Du hittar bland annat information om:

- ⦿ Produktgrupper
- ⦿ Materialspecifikationer
- ⦿ Godkännanden och standarder
- ⦿ Dimensionering
- ⦿ Installation, inkl. de senaste lägningsmetoderna
- ⦿ Hantering av produkter

Använd uppslagsverket som ett hjälpmedel vid valet av rätt lösning för installationen. Om du stöter på utmaningar under tiden som är av teknisk karaktär, kan uppslagsverket också vara till hjälp.

Denna vägledning ger en teknisk beskrivning av alla Wavins tryckrörssystem. Vägledningen visar hur man använder produkterna rätt och mest ändamålsenligt och därigenom får maximalt utbyte av sin investering.

Detta är ett uppslagsverk som behandlar: produktgrupper, materialspecifikationer, standarder, dimensionering samt läggning och användning av produkterna.

För en mer komplett och detaljerad översikt över de enskilda produkterna hänvisar vi till tryckta broschyrer och hemsidor.

Om du har fler frågor är du alltid välkommen att kontakta Teknisk säljstöd hos Wavin.

Wavin ansvarar inte för eventuella fel eller skador som kan uppstå på en anläggning, eller konstruktioner, utförda efter råd ur innehållet i handboken. Handboken är baserad på vedertagen litteratur samt Wavins egna erfarenheter och tester. Längst bak i boken hittar du referenser. Användning av handboken friskriver inte från ansvaret att konsultera rådgivande ingenjörer/tekniker som kan dokumentera nödvändig kunskap på området.

Wavin förbehåller sig rätten att ändra i texten och innehållet i broschyren utan föregående meddelande.

Wavins trycktekniska handbok finns tillgänglig på både svenska, danska och norska och kan laddas ner från följande hemsidor: wavin.se, wavin.dk och wavin.no.

Wavins trycktekniska handbok är ett dynamiskt dokument som kommer att ändras i takt med nya regler och ny kunskap.

Vi rekommenderar därför att du besöker respektive hemsida med jämna mellanrum för att säkerställa att du alltid har den senaste versionen.

All kopiering eller återgivning av innehållet i handboken är förbjudet utan föregående skriftligt tillstånd från Wavin.

2 Rörmaterial

2.1 PE Polyeten

PEH har följande fördelar:

- ⦿ Mycket hög slaghållfasthet, även vid låga temperaturer
- ⦿ Förhållandevis goda möjligheter för användning tillsammans med kemikalier
- ⦿ Låg vattenabsorption och goda barriäregenskaper
- ⦿ Lämplig för kontakt med livsmedel
- ⦿ Låga användningstemperaturer
- ⦿ PE har normal lätt att samla på sig laddningar

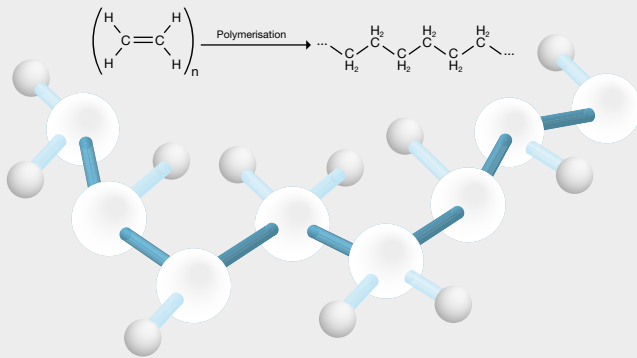
PEH klarar uppgiften. Överallt. Med få undantag

Det finns emellertid några situationer som PEH-rör inte lämpar sig för.

Det är höga temperaturer och användning tillsammans med starkt oxiderande medier och aromatiska kolväten. Om det ställs krav på hög styvhet eller krympresistens är PEH heller inte rätt material att använda.

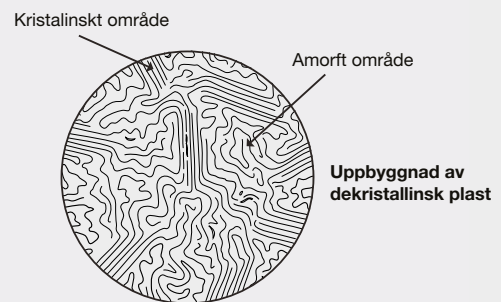
Bakgrund

Polyetenmaterial är uppbyggt av kedjor av sammankopplade etenmolekyler (polyeten=många eten) se figur 1.



Figur 1.

Vid långsam avkylning kommer polyetenkedjorna att organisera sig i ordnade (kristallina) och oordnade (amorfa) områden se figur 2.



Figur 2.

Brott på PE-material i t.ex. ett tryckrör kan ske på huvudsakligen tre sätt.

Segbrott



När ett PE-material belastas mekaniskt, vid t.ex. ett tryckprov av ett PE rör, kommer materialet att töjas kraftigt innan brott uppstår, s.k. segbrott.

Segbrotten inträffar i de kristallina områdena vid relativ hög belastning och spänning i materialet.

Sprödbrott



Brott i PE material kan även inträffa vid relativ låg spänning men efter en lång belastningstid. Det beror på att sammanbindningskedjorna i de amorfa områdena med tiden trasslar ut sig och brister. Detta brott sker utan nämnvärd töjning och är alltså ett sprött brott. Denna typ av brott undviks genom att rörspänningen dimensioneras så att sprödbrott sker långt efter att rörets angivna användningstid (50-100 år) passerats.

Nedbrytningsbrott (kemiskt brott)

Ett PE material bryts ned av luftens syre och UV ljus från solen. För att hindra denna nedbrytning tillsätts skyddsämnen i plastmaterialet. En del av dessa skyddsämnen verkar genom att offras i stället för PE-materialet. Det är därför viktigt att tillräcklig mängd finns i materialet. Att så är fallet testas regelbundet vid rörtillverkning med ett s.k. OIT-test (termisk stabilitet).

Detta innebär att rör tillverkade av moderna material har en mycket lång hållfasthetstid avseende kemisk nedbrytning >500 år.

Långsam spricktillväxt (SCG)

Om ett PE-rör utsätts för en koncentrerad belastning, t.ex. en stenintryckning vid markförläggning, under lång tid kan en spricka börja växa i det amorfa området och kan så småningom leda till brott. Denna brotttyp kallas på engelska för "slow crack growth" och förkortas SCG. Denna typ av brott kännetecknas av liten töjning s.k. sprödbrott.

Livslängd

För att fastställa livslängden för plaströr används metoden "accelererat åldrande", där röret utsätts för provtryckningar med olika belastningar och temperaturer.

Wavin garanterar att tryckrören har en livslängd på upp till 50 år vid korrekt installation. Rören har dessutom testats enligt gällande standarder under normala installationsförhållanden, för en förmodad livslängd på mer än 100 år.

Materialstyrka/livslängd

- Den förväntade livslängden sjunker ju högre temperaturen är. Den förväntade livslängden för rör i diagrammen är över 100 år
- Drifttemperatur för samtliga tre rörtyper är +20° C
- Den maximala ringspänningen för ett PE100-rör är 8 MPa, motsvarande 101 mVs i en PN10-ledning
- Den maximala ringspänningen för ett PE80-rör är 6,3 MPa, motsvarande 127 mVs i en PN12,5-ledning
- Den maximala ringspänningen för ett PVC-rör är 12,5 MPa, motsvarande 101 mVs i en PN10-ledning

Dessa diagram visar materialets brottstyrka som funktion av temperatur och tid.

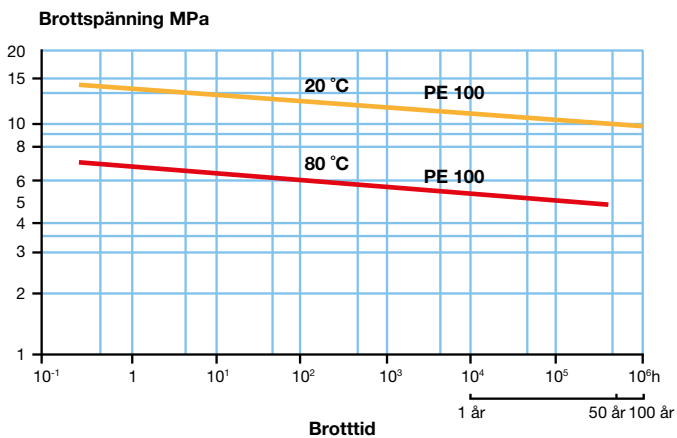


Diagram 1.

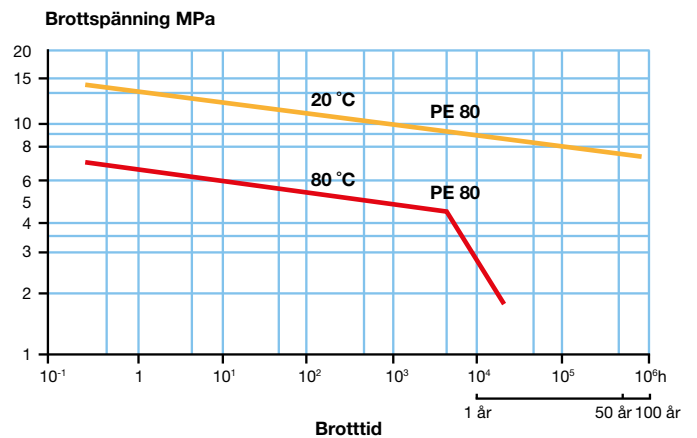


Diagram 2.

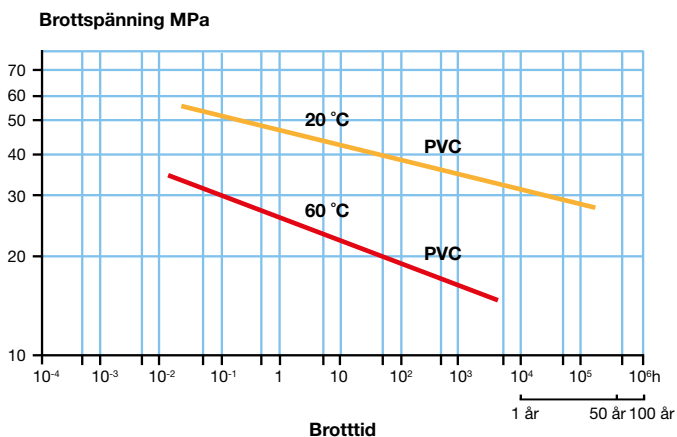


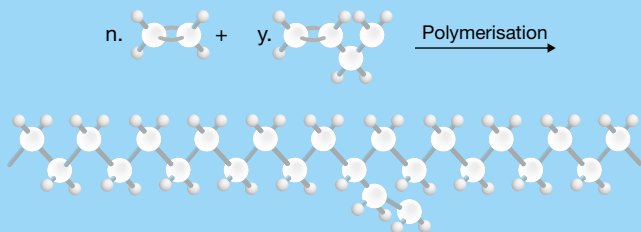
Diagram 3.

2.2 PE RC Polyeten resistance to crack

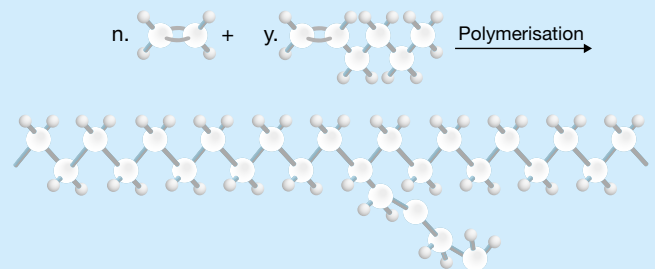
Den senaste utvecklingen av PE material avseende SCG egenskaper är det s.k. RC-materialet (RC=Resistance to crack).

RC-materialet är sampolymeriserat med hexen, se figur 4 (jämfört med buten, se figur 3 för vanligt PE material) och

benämns ibland hexenmaterial. De längre hexenmolekylerna gör det svårare för sammanbindningsmolekylerna mellan de kristallina områdena att separera. Detta ger avsevärt bättre SCG egenskaper.



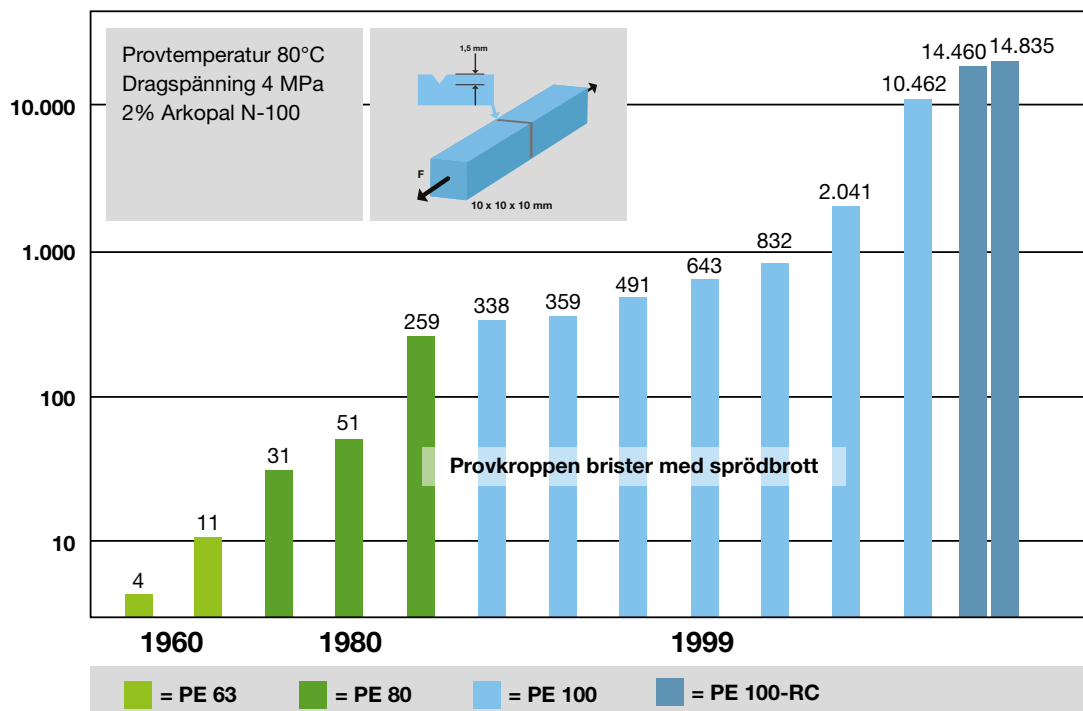
Figur 3. Co-polymerisation med buten.



Figur 4. Co-polymerisation med Hexen.

Ökad brottid

Brottid i timmar



Figur 5. De s.k. SCG egenskaperna har förbättrats avsevärt genom åren.

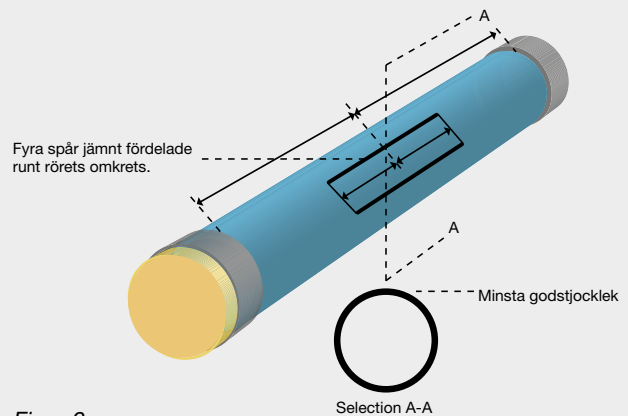
Provning av SCG-egenskaper

Notch pipe test (NPT ISO 13478)

Det finns ett flertal sätt att prova ett materials SCG egenskaper. Den metod som används för att godkänna material enligt produktstandardEN 12201 är den så kallade Notch pipe test metoden (NPT) enligt ISO 13478.

På det rör som skall provas fräses längsgående spår på 4 ställen längs omkretsen. Röret tryckprovas därefter i 80° C och tiden till brott uppmäts.

Kravet i EN 12201 är minst 500 timmar till brott.



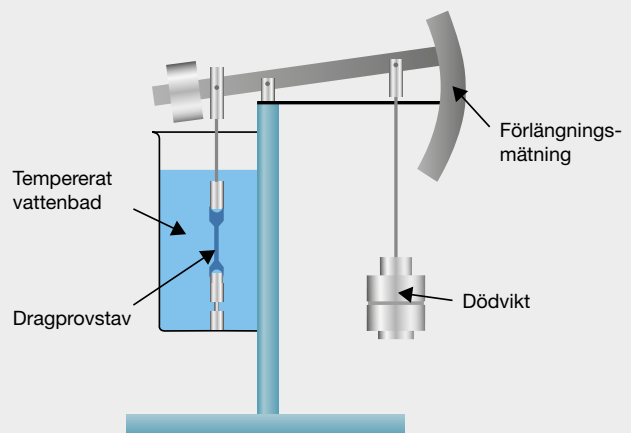
Figur 6.

Full Notch creep test (FNCT ISO 16770)

Provstavar tas ur röret och förses med anvisningar.

Provstavarna dragbelastas vid 80 eller 90°C i Akropallösning.

Tiden till brott uppmäts.

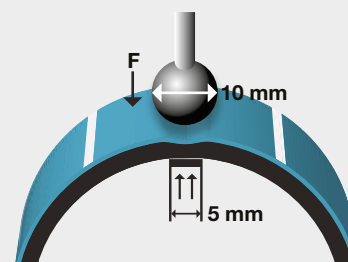


Figur 7.

Point Load Test (PLT)

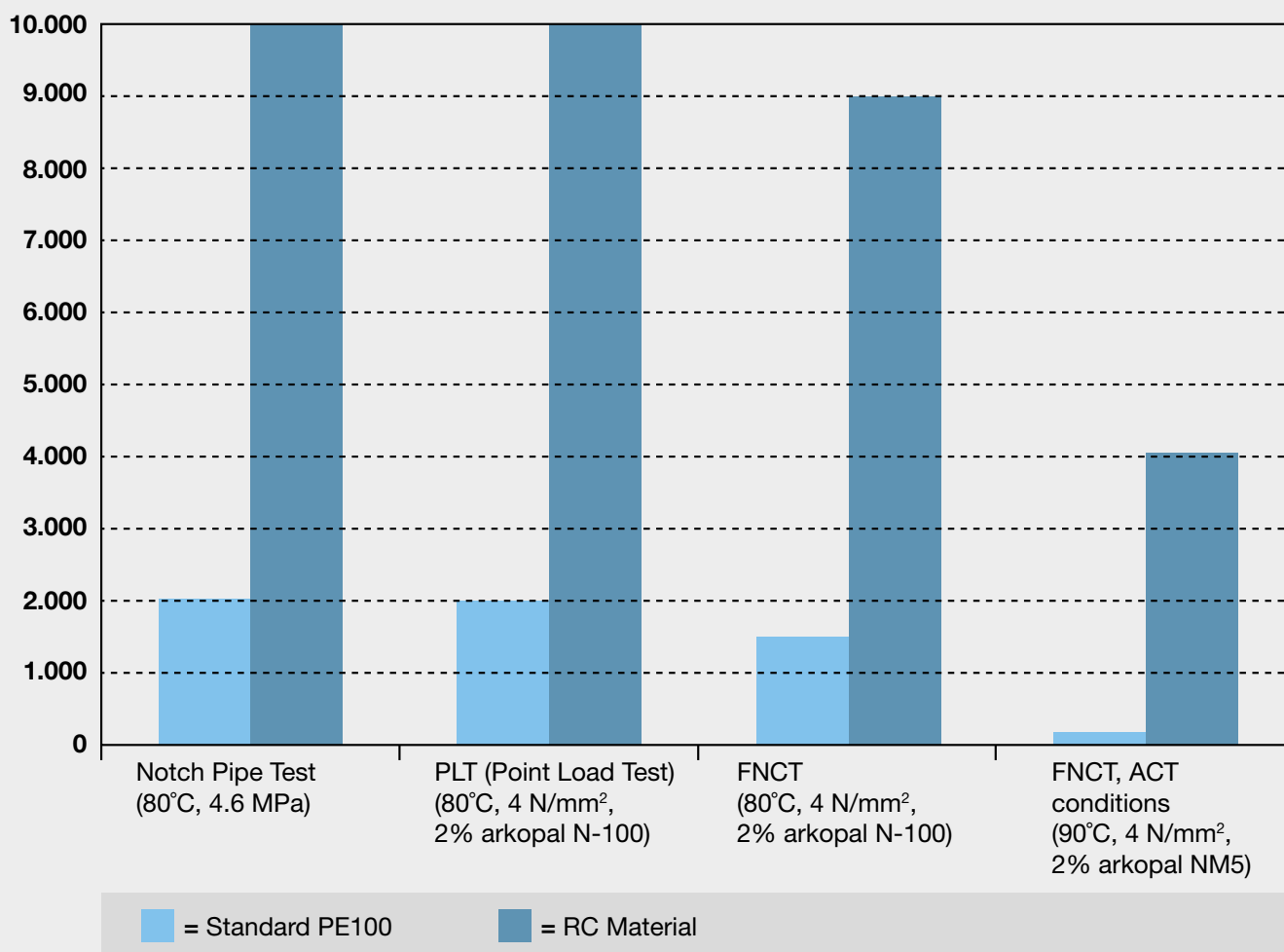
Denna metod är inte officiellt standardiserad men används mycket tack vare att den efterliknar en stenintryckning på ett markförlagt rör.

En stålkula trycks in i röret till ett sådant djup att plasticering sker på rörets insida. Röret, med kulan intryckt, trycksätts i Arkopallösning och förhöjd temperatur. Tiden till brott uppmäts.



Figur 8.

Figur 9 visar skillnaden i resultat vid de olika provningarna för ett normalt PE100 material och ett RC material.



Figur 9.

Godkännande av RC-material

PAS 1075

PAS 1075 är en standard som är framtagen under DINs beskydd. Standarden erbjuder en metod för att kvalitetsbedöma och godkänna RC material.

PAS 1075 innehåller krav för att typgodkänna och processprova RC material. Proven utförs av materialtillverkaren.

Även rörproduktionen kan typgodkännas enl. PAS 1075. Denna provning ombesörjs av rörtillverkaren.

PAS 1075 innehåller förutom en del "vanliga" materialprov även provning av SCG-egenskaper:

- ⦿ FNCT test
- ⦿ Point loading test
- ⦿ NPT test

Wavins RC produkter

Produkt	Materialgodkännande enl. PAS 1075
PE100RC	Ja
PE SafeTech	Ja
TS	Ja

2.3 PVC Polyvinylklorid

Material och produkttegenskaper för PVC-tryckrör är i enlighet med EN 1452. PVC som material upptäcktes 1835, men rör i detta material tillverkades först i Tyskland på 1930-talet. PVC består i huvudsak av ca 57 % klor och ca 43 % organiskt material. Klor kommer från koksalt, och när detta löses i vatten och ström leds genom, bildas klor.

Materialet används i dag både till produktion av tryckrör och till produktion av trycklösa avloppsrör.

PVC-material har en molekylstruktur som är vad man kallar för amorf (oordnad). Det har mycket bra mekaniska egenskaper och hög kemisk beständighet.

Rör tillverkade av PVC tillsätts inte mjukgörare och anges med beteckningen uPVC.

uPVC-rör kan fås med flera olika SDR-värden, men de vanligaste för tryckrör är SDR 21 och SDR 13,6.

Vanligtvis är rör för vattenförsörjning färgade i grått, blått eller gråblått. För tryckavlopp är färgen rödbrun. Färgnyanserna kan variera från producent till producent, men ska följa kraven enligt EN 1452-2.

3 Rörtyper

3.1 PE tryckrör

Ett allroundsystem med ett stort dimensionsområde. PE-rör och delar förenar styrka med god flexibilitet och har använts i många skiftande applikationer sedan 1950-talet. Vi kan leverera

rör i \varnothing 16-800 mm och har ett brett utbud av delar. PE-systemet finns för dricksvatten, spillvatten och gas.

3.1.1 PE80 tryckrör

Rullade rör finns i dimensionområdet 16-125 mm med längder från 10-500 meter. PEM slang kan också fås i raka 6 meters längder samt på trumma i större längder. Komplet sortiment av delar och elektrosvetskomponenter.

3.1.2 PE100 tryckrör

PE100 Standard massiva tryckrör och rördelar uppfyller kraven i alla relevanta europeiska kvalitetsstandarder.

Vår PE100 Standard-tryckrör fås i diametrar från 110 till 800 mm i SDR-värdena 17 och 11 och levereras normalt i längder på 6 och 12 m.

Färgen är svart med blå ränder.

3.1.3 TS tryckrör

Ett coextruderat treskiktsrör med invändig och utvändig skyddsmantel som gör röret mer hållbart än vanliga rör. Används med fördel vid schaktfria installationer då det råder osäkerhet om jordförhållandena. TS står för Total säkerhet, vilket syftar på rörets stora styrka och motståndskraft mot repor och punktbelastningar. TS-röret finns i \varnothing 450-630 mm och kompletterar PE SafeTech dimensionsmässigt.

3.1.4 PE SafeTech tryckrör

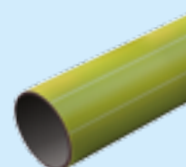
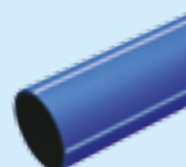
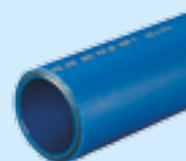
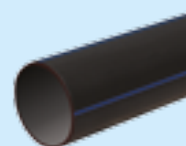
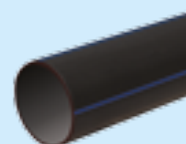
PE SafeTech-röret kombinerar det välkända PE100-rörets goda egenskaper med en mantel i PP, som säkerställer en mer effektiv och säker installation och hantering. Produktprogrammet består av rör och böjar i dimensionerna 63-400 mm i olika tryckklasser. PE SafeTechs styrkor utnyttjas bäst i de större dimensionerna, varför PE80 även i fortsättningen används i de mindre dimensionerna.

PE SafeTech lämpar sig särskilt väl för rörgravsfri renovering, och det mycket flexibla PE SafeTech är särskilt användbart vid svåra läggingsförhållanden såsom sjö- och havsledningar. PE kan även användas för invändiga installationer och kan på beställning hos Wavin formges och svetsas för en rad specialtillämpningar.

3.1.5 Gasrör

För gasanläggningar används både PE SafeTech, PE100, och PE80 material. Dessa rör måste ha ett särskilt godkännande vid användning i gasinstallationer.

Gasrör måste ibland behandlas på ett annat sätt än rör för vatten och avloppsvatten. Se respektive kapitel i denna handbok.



3.1.6 Ventilprogram

Wavins ventilprogram tillverkas av duktilt gjutjärn. Beläggningen utförs genom elektrostatisk epoxiytbehandling (GSK), som skyddar ventilerna mot korrosion - såväl utvändigt som invändigt - och uppfyller kraven för användning till dricksvatten.

Ventilerna är specialutvecklade som markventiler med underhållsfri inkapslad tredelad (1) avstrykarring. Glidlagret (2) är av plast, och det säkerställer bl.a. att det inte är någon kontakt mellan gjutgodset och spindeln.

Läppring (4)

Spindeln har en kraftig dimension och är tillverkad i rostfritt stål. På grund av ventilens konstruktion går det att öppna och stänga ventilen även om den inte har använts under lång tid.

Ventilerna är flödesventiler med mjuktätande, fullt vulkaniserade (EPDM) flänsar (dricksvattengodkända) som säkrar täthet under alla förhållanden. Kamring (3) och fästen är tillverkade av avzinkningsfri mässing

Alla ventiler testas för täthet innan de lämnar fabriken.

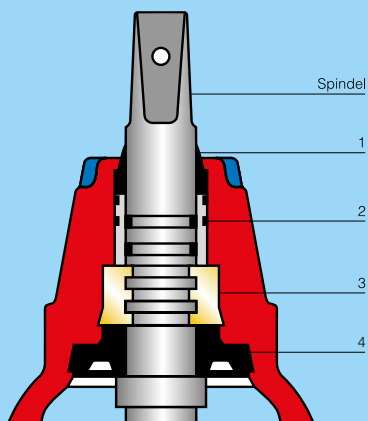
Ventilerna tillverkas bl.a. som muffventiler med gummiringstättande anslutningar avsedda uPVC-rör och med PE-ben för svetsning i PE-rörssystem. Ventilerna kan dessutom fås med både flänsar och skruv- eller instickskoppling för PE-rör.

Wavin POM-ventiler

Wavins korrosionssäkra POM-program (plast) av stickledningsventiler enligt DN 25-50 för 32-63 mm rör levereras i flera varianter bl.a. med "Pushin" dragfast insticksmuff och med förmonterade PE-rörändar för svetsning. En rad egenskaper och fördelar säkerställer problemfri användning och lång livslängd.

Alla dimensioner har fullt och slätt genomflöde, vilket förhindrar tryckförluster och avlagringar i ventilen. Ventiltoppen passar till standardbeslag. Hela serien är VA-godkänd. Ventilen är tillverkad i avzinkningsfri mässing med påvulkaniserat EPDM-gummi. Mycket lågt stängningsmoment (max. 20 Nm). En inbyggd friktionsbroms förhindrar överbelastning av ventilen.

Produktprogrammet säljs inte i Sverige.



Figur 1 - Sprängskiss av Wavin-ventil.



3.2 uPVC tryckrör

3.2.1 uPVC tryckrör

Wavins system inom tryckrör för dricksvatten omfattar uPVC-tryckrör i tryckklasserna PN 6, PN 10 och PN 12,5 i dimensions-intervall 50-400 mm.

Levereras i längder om 6 m.

Tryckrörssystemet är tillverkat av oplasticerad polyvinylklorid, uPVC, vilket betyder att materialet inte har tillsatts några plasticer (mjukgörare/ftalater).

Tryckrörssystemet är tillverkat och dimensionerat för ett nominellt tryck (PN) vid en temperatur på 20 °C.

Dessutom omfattar sortimentet ett komplett utvidgat program av rördelar, tillverkade i uPVC.

uPVC-rören och -rördelarna är utrustade med fabriksmonterade och fastsittande gummiringar. Alla rörändar och formstycken är igenpluggade för att förhindra nedsmutsning.

På grund av plastens förmåga att följa rörelserna i den omgivande jorden används uPVC-rör som nedgrävda ledningar.

Fördelen med uPVC tryckrör

- ⦿ Märkning av rören görs per löpmeter med uppgift om tillverkningsdatum, material m.m
- ⦿ Bra kemisk beständighet
- ⦿ Bra hydrauliska egenskaper
- ⦿ Låg vikt
- ⦿ Låg ihopmonteringskraft
- ⦿ Flexibla, gummiringstätade skarver
- ⦿ Fastsittande Powerlock tätningring av EPDM
- ⦿ Korrosionsbeständiga
- ⦿ Underhållsfria
- ⦿ Försedda med skyddslock



4 Hydraulik

4.1 PE och uPVC tryckrör

4.1.1 Tryckhållfasthet

Inre övertryck

Det tryck som ett PE rör kan motstå kan beräknas enligt formeln nedan där

$$P = \frac{20 \times \sigma \times e}{Dm}$$

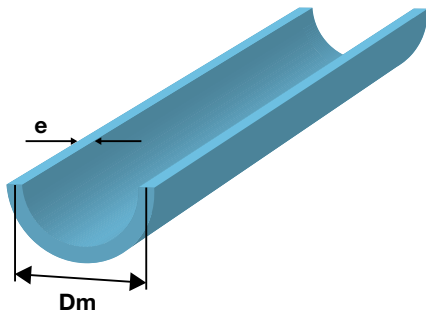


Illustration 1.

P är övertrycket i röret. [Bar]

σ är PE materialets hållfasthetsvärde [MPa]

e är rörets godstjocklek [mm] och

Dm är rörets medeldiameter [mm]

Spänningen på ett snitt i rörets längdriktning är dubbelt så stor som i ett radiellt snitt vilket innebär att ett rör alltid spricker med en längsgående spricka.

PE materialets hållfasthetsvärde är beroende av belastningens varaktighet och temperaturen på materialet. Det tillåtna tryck (Maximum operative pressure, MOP) som röret är märkt med förutsätter varaktighet 50 år och temperatur 20°C. Dessutom ingår en säkerhetsfaktor c som för rör för vattentransport vanligen ligger på 1,25 (Sverige) eller 1,6 (Norge och delvis Danmark).

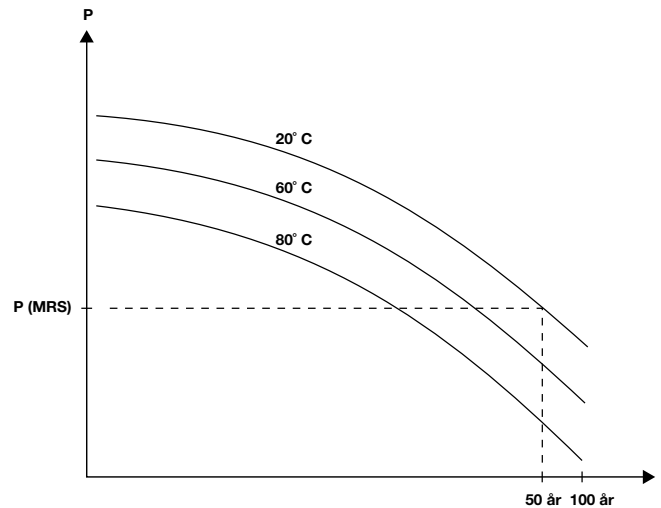


Diagram 1. Ett rörs tillåtna tryck som funktion av tid och temperatur.



Tryck-klassificering

Tillåtet högsta tryck beräknas enligt formeln:

$$MOP = \frac{20 \times MRS}{C \times (SDR - 1)}$$

Där:

MOP=Tillåtet högsta tryck (bar)

MRS=Tillåten långtidsspänning i rörvägg (MPa)

C=Designfaktor

SDR=Dy/e

4.1.2 Flödesberäkning

Beräkningsförutsättningar

Vattenflödesdiagrammen har räknats ut med hjälp av Colebrook-Whites formel: Se kapitel 12. tabeller och diagram.

Formel 1.

$$Q = -6,95 \times \log \left(\frac{0,74}{D_i \times \sqrt{D_i \times I \times 10^6}} + \frac{k}{3,71 \times D_i} \right) \times D_i^2 \times \sqrt{D_i \times I}$$

Q = vattenföring [m³/s]

D_i = invändig rördiameter [m]

I = friktionsförlust (m Vp/m)

k = råhetsfaktor [m]

för diameter ≤ 200 mm
 $k = 0,00001$ m

för diameter > 200 mm
 $k = 0,00005$ m

Kurvor benämns med handelsbeteckningen (utvändig diameter), men beräknas utifrån rörens invändiga diameter, så att man direkt kan avläsa rörens prestanda utan att behöva interpolera mellan kurvorna.

Friktionsförlusterna i själva plaströret framgår av diagrammen. Ingen hänsyn har tagits till enskilda motstånd såsom böjar, ventiler, reduktioner, t-kopplingar, in- och utloppsförluster osv.

För de flesta vattenförsörjningsprojekt räknar man inte ut de enskilda motstånden utan gör ett påslag på 2-5 % på rörledningens friktionsförluster.

På Wavins hemsida kan du under "Design support" använda Colebrook-White-programmet för att specifikt räkna ut vattenflöde/tryckförluster i vattenledningar.

Hög vattenhastighet

Vid projekt då vattenhastigheten är avsevärt högre än normalt eller då man av andra skäl vill ha en detaljerad beräkning av olika motstånd kan man använda följande formel:

Formel 2.

$$\Delta H = \zeta \times \frac{v^2}{2g}$$

där ΔH = tryckhöjdsförlust (m)

ζ = råhetstal (rent tal)

v = hastighet (m/s)

g = tyngdacceleration = (9,81 m/s²)

Motståndstal (ζ) för rördelar

Formsprutade rördelar och långböjar.

Rördel	(ζ)
Böj 90°	1,2
Böj 45°	0,3
Långböj 90°	0,4
t-rör	1,3
Reducering	0,5
Dimensionsökning	1

Dimensionering av tryckvattenledningar

Dimensionerande flöde – Hushållsförbrukning inklusive allmän förbrukning.

Förutsättning - exempel:

- ⦿ Tryck i punkt A är uppmätt till 4,0 Bar (40 mvp)
- ⦿ Som ledningsmaterial används PE 80 tryckrör PN 10
- ⦿ Vattenförbrukning per bostadsenhet: 1,6 l/s (enligt Svenskt Vatten P83)
- ⦿ Nödvändigt tryck i slutpunkt: min 1,5 Bar (15 mvp), dock rekommenderas 2,5 Bar (25 mvp)

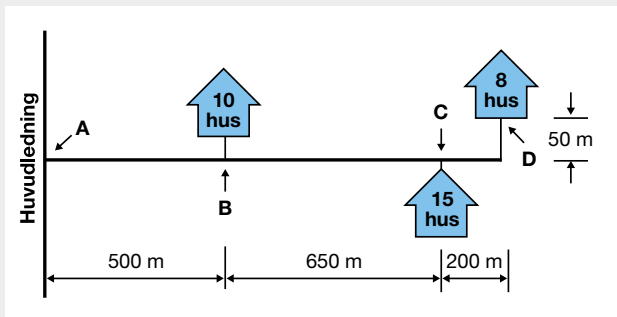
Beräkning

Dimensionerande sannolikt flöde beräknas enligt formel:

$$Q_s = Q_{N1} + \Theta (\Sigma Q_N - Q_{N1}) + A \sqrt{q_m \Theta^3 \cdot \Sigma Q_N - Q_{N1}}$$

där $Q_{N1} = 0,3$ l/s, $q_m = 0,2$ l/s, $\Theta = 0,015$,
 ΣQ_N = summan av anslutna normflöden i l/s
 och $A = 3,1$

- ⦿ Sträcka A-B: (10+15+8) bostäder x 1,6 l/s = 33 x 1,6 = 52,8 l/s
- ⦿ $Q_s = 0,3 + 0,015x(52,8 - 0,3) + \text{osv.} = 2,32$ l/s
- ⦿ Sträcka B-C: (15+8) bostäder x 1,6 l/s = 36,8 l/s
- ⦿ $Q_s = 0,3 + 0,015x(36,8 - 0,3) + \text{osv.} = 1,88$ l/s
- ⦿ Sträcka C-D: 8 bostäder x 1,6 l/s = 12,8 l/s
- ⦿ $Q_s = 0,3 + 0,015x(12,8 - 0,3) + \text{osv.} = 1,45$ l/s



Sträcka	Vattenmängd l/s	Längd m	Rördimension mm	Tryckförlust mvp/km	Sträckans Tryckförlust mvp
A-B	2,32	500	ø 75	12	6
B-C	1,88	650	ø 75	10	6,5
C-D	1,45	250	ø 63	14	3,5
				Summa:	16

Beräkning ovan ger resultat:

40 mvp – 16 mvp = 24 mvp > min 15 mvp = OK

4.1.3 Undertryck och bucklingsrisk

Undertryck

Rörsystem kan i vissa situationer utsättas för inre undertryck. Exempel på sådana situationer är:

- ⦿ Nivåskillnader i ledningstäckningen
- ⦿ Stängning av ventil
- ⦿ Intagsledning

Undertryck och vakuüm

En ledning som ligger på marken utsätts såväl invändigt som utvändigt för atmosfärstrycket på ca 1 bar.

För en fritt liggande ledning kan undertrycket aldrig bli lägre än en atmosfär (~1 bar).

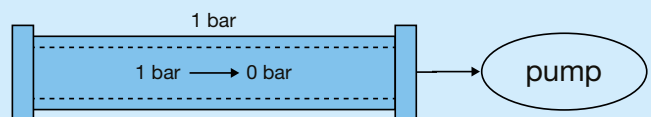
Om ledningen förses med ändhuvar och ansluts till en luftpump kan vi pumpa ut luften ur röret. Det inre trycket är då 0 bar medan det yttre trycket är 1 bar. Röret utsätts alltså för ett yttre tryck av 1 bar.

I de flesta sammanhang räknar vi inte med atmosfärstrycket dvs vi anser att atmosfärstrycket är 0 bar. Vår ledning i figur 2 skulle då ha ett omgivningstryck på 0 bar och ett inre undertryck på -1 bar d.v.s. absolut vakuüm. Vi inser då att undertrycket inte kan bli lägre än -1 bar eftersom all luft är urpumpad.

Exempel



Figur 1.



Figur 2.

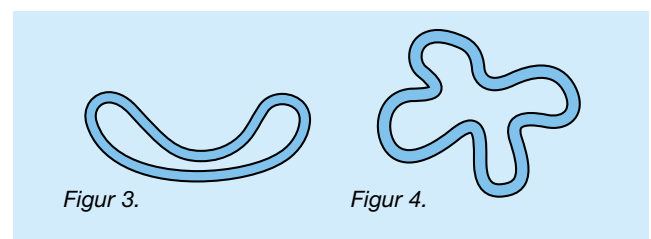
Buckling

Fri buckling

Ett rör som utsätts för ett inre undertryck eller yttre övertryck måste dimensioneras mot buckling. Om röret ligger fritt, utan stöd från omgivande mark, kommer bucklingen ske genom att röret trycks ihop enligt figur 3.

Om röret ligger med stöd från omgivande jordmassor kommer bucklingsformen bli mer komplicerad, se figur 4. En mera komplicerad bucklingsbild (antal noder) ger ett högre bucklingstryck.

För ett fritt liggande rör kan bucklingstrycket beräknas enligt formel 1.



Formel 1.

$$P_b = \frac{(f \times 24 \times SN)}{S_f}$$

där

P_b= Tillåtet undertryck i kPa

f= reduktionsfaktor beroende på ovalitet se tabell 1

SN=Ringstyvhet [kN/m²]

S_f=Säkerhetsfaktor normalt =2

Ovalitet [%]	f
0	1
2	0,83
4	0,69
6	0,57
8	0,48
10	0,40

Tabell 1.

Rörets ringstyvhetsvärde påverkas av materialets E-modul som i sin tur påverkas av hur lång tid röret belastas vilket alltså leder till att tillåtet bucklingstryck är tidsberoende.

E-modulsvärdet påverkas också av temperaturen vilket alltså gör tillåtet bucklingstryck temperaturberoende. Tabell 2 och 3 visar tillåtna bucklingstryck vid fri buckling och olika belastningstider och temperaturer.

23°C

	3 min	1h	10h	100h	1000h	50 år
SDR26	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
SDR17	1,6	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4
SDR11	6,6	3,5	3,2	2,8	2,6	1,7

Tabell 2. [bar]

5°C

	3 min	1h	10h	100h	1000h	50 år
SDR26	0,6	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
SDR17	2,4	1,3	1,1	1	0,9	0,6
SDR11	9,5	5,1	4,6	4,1	3,7	2,4

Tabell 3. [bar]

Förutsättningar:

- ⦿ 3,5% ovalitet
- ⦿ Fri buckling
- ⦿ Min. godstjocklek
- ⦿ Säkerhetsfaktor = 2

4.1.4 Trycksvängningar

Tryckstöt

Vid varje ändring av flödes hastigheten i ett rörsystem uppstår en tryckvåg. Denna tryckvåg kan medföra så kraftiga svängningar att det uppstår en tryckstöt (tryckslag) som kan överstiga rörens tillåtna belastningar (påverkan).

I pumpsystem kan pumpstopp förekomma vid strömbrott, plötsliga blockeringar, snabb stängning av ventiler osv. Om detta inträffar i änden på en lång ledning kommer tryckvågorna att reflekteras från ledningens andra ände och kan orsaka skador när de vänder tillbaka till utgångspunkten - speciellt om denna ände är helt avstängd, så att ökade trycket inte kan undvikas. Risken för tryckslag kan göras att man måste installera tryckslagshämmande anordningar och vara extra uppmärksam vid driftförändringar.

Facklitteraturen är omfattande och tillhandahåller utförliga anvisningar om beräkningsmetoder för tryckledningar i olika driftssituationer. Dessa beräkningsmetoder är dock både komplicerade och tidskrävande. Det finns emellertid särskilda dataprogram för detta, så det finns lösningar på även de mest komplicerade problem.

Dessa program tar hänsyn till pumpens speciella karakteristik, tryckhöjd och rotationsvidmoment, till ventilstängning

och till luftklockor m.m. Som en följd av detta riskerar man till exempel trycksvängningar, flödes hastighet, tryckhöjd och svängningstal, luftvolymen för luftklocka och tryckförändringar längs ledningen som funktion av tiden.

Kraftiga tryckökningar kan även orsakas av för snabb fyllning av en tryckledning och svängningar mellan eventuellt inneslutna luftmassor. Ledningen ska därför projekteras så att den kan ventileras överallt och man i övrigt kan använda låga fyllningshastigheter.

Tryckvågshastigheten är beroende av rörmaterial, godstjocklek och det medium som transporteras i ledningen.

För Wavin-rör med vatten som medium (även avloppsvatten) gäller följande värden för hastigheten a [m/s]:

Tryckklass PN	uPVC a [m/s]	PE 100 a [m/s]	PE 80 a [m/s]
16	444	319	-
10	362	259	246
8	327	-	-
6,3	-	210	199
6	288	-	-
5	263	-	-
4	237	168	161

Tabell 4.

Alla kända material uppvisar i varierande grad tendens till utmattning vid dynamisk påverkan. Tryckslag kommer därför att förkorta rörens livslängd. Hur mycket rörens livslängd förkortas med beror på sammansättningen hos den dynamiska påverkan, dvs.:

- ⦿ Hur länge tryckökningen varar
- ⦿ Maxvärdet för denna i förhållande till nivån på den statiska grundbelastningen
- ⦿ Tidsintervallet mellan tryckökningarna (frekvensen) m.m.

För tryckrör som används i vattenförsörjningssystem kan följande tryckökningar tillåtas:

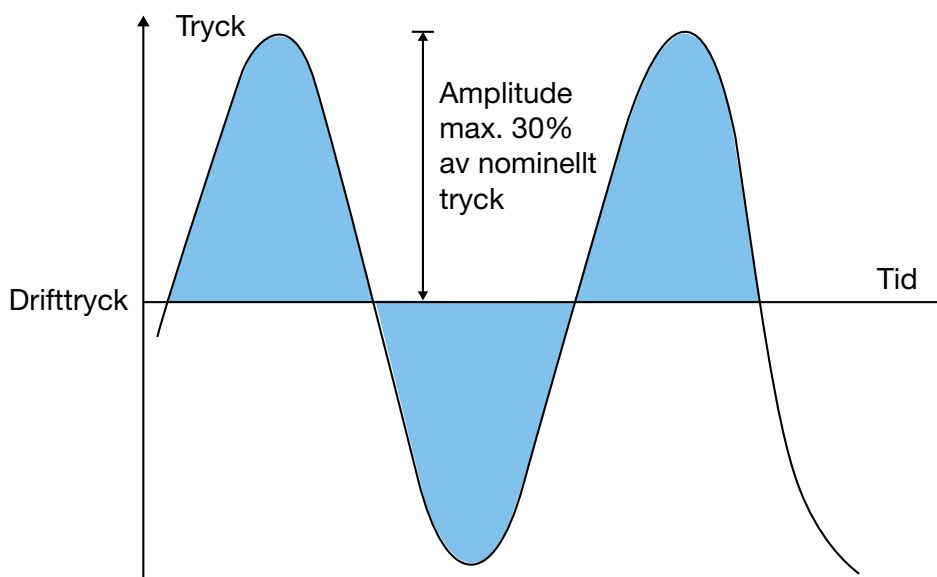
Vid sällan förekommande tryckökningar, t.ex. provtryckning, strömavbrott m.m., kan det tillåtas att det maximala trycket överstiger det nominella med 50 %.

Det finns tätningsslingor i uPVC-tryckrör och vakuum bör som regel alltid undvikas. Mindre vakuumstötter kan dock accepteras, då tätningsslingorna är testade enligt EN1452 med ett vakuumtryck på 0,3 bar.

Även här rekommenderas vakuumventiler för att undvika ett vakuumtryck.

Vid användning av ett rör med 0,3 bars vakuum rekommenderas att man använder PN10 som minimum, och det bör installeras med minimal deformation och rörgravsfyllningen bör komprimeras till 95 % standard proctor.

För uPVC-rör gäller dessutom att det vid ofta förekommande tryckökningar (max. 106 gånger på 50 år) kan tillåtas att et maximala trycket överstiger det nominella med 25 %. Trycksvängningarna får dock inte orsaka större tryckamplitud än 30 % nominellt tryck.



Figur 5 - Exempel på trycksvängning.

4.1.5 PE100 Slitstyrka

Hög motståndskraft mot slitage

I många industrier är PE100-materialet känt för att ha en mycket hög motståndskraft mot slitage – även under speciella förhållanden.

PE100 eller PEH är ett material med en utomordentligt hög slitstyrka och hög kemisk beständighet och används därför i många branscher.

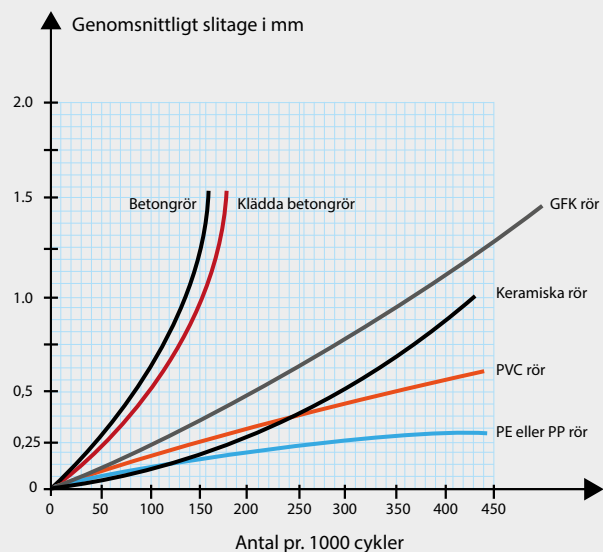
PEH används med andra ord inte bara i kombination med rörledningar för vatten och avloppssystem samt gasledning, utan har även andra användningsområden.

I kemikalieindustrin används PEH t.ex. för rör och rördelar och PEH-skivor för bland annat svetsning av kärl och behållare, medan rör av PEH i maskinindustrin används för kugghjul, kedjestyrningar och glidlistor.

I transportanläggningar för massagods som kol, korn eller sand används PEH till slitaskivor och beklädnad av silos, där råmaterialet konstant glider över skivmaterialen. I livsmedelindustrin används PEH speciellt till skärbrädor, formar för livsmedel och skiljeväggar i frysar.

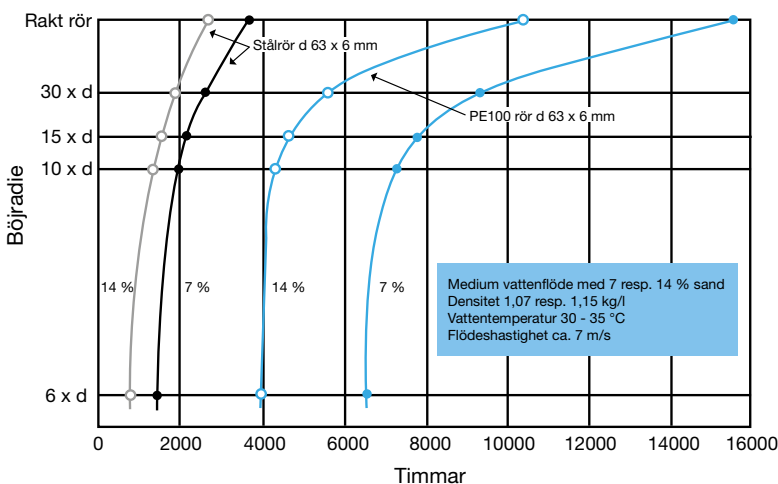
PE100 lämpar sig dig dessutom betydligt bättre för transport av en fastflytande blandning än till exempel betong- eller stål-

rör. Detta visar många års erfarenheter och resultaten från en mängd olika tester.



Jämför PE-rör med rör av andra material och se tydligt fördelarna med PE-rören. Slitagekurvan visar den genomsnittliga slitstyrkan hos PE-rören och andra rör med hjälp av "Darmstädter Metod".

För slitstyrka vid riktningsändring mätt till håll. Även här utkonkurrerar PE-rör stålrör. PE-rör har en längre livslängd under samma belastningar.



Tidsintervall för slitage av PE-rör och stålböjar med olika böjradier före håltagning.

5 Sammanfogning av tryckrörssystem

5.1 PE tryckrör

Numera är svetsning det vanligaste sättet att foga samman PE-rör. Metoden kan användas för att foga samman rör direkt mot rör eller rördel. Andra metoder för sammanfogning av PE-rör är exempelvis flänsförband och mekaniska kopplingar.

Svetsning

Det finns många fördelar med svetsning av fogar. Här nämner vi några av dem:

- ◉ En svetsad fog är minst lika stark som själva röret. Den ser till att polyetenrörets korrosionsbeständighet är precis lika hög i fogarna som i resten av röret – d v s en svetsad rörsträcka är lika starkt som ett enda, mycket långt rör.
- ◉ Svetstekniken bevarar polyetenrörets ursprungliga flexibilitet i hela rörsträckans längd. Tack vare de starka svetsfogarna kan man utan problem svetsa ihop en lång rörsträcka på marken och sedan lägga ned den i rörgraven oavsett om det sker med vanlig förläggning, nedplöjning eller relining.

Idag används det huvudsakligen två svetsmetoder till PE-tryckrör:

- ◉ Stumsvetsning
- ◉ Elektrosvetsning

Vid elektrosvetsning rekommenderas inte lägre temperaturer än -15 grader C. Det kan i vissa fall finnas begränsningar för maski-

nen som gör att man inte kan svetsa vid så låga temperaturer.

Vid stumsvetsning rekommenderar vi att -20 grader inte underskrids. Andra förhållanden som påverkar är bl.a. vind. Rörändar måste pluggas igen.

5.1.1 Stumsvetsning

Stumsvetsning är en teknik som använts i många år vid sammanfogning av polyetenrör. Vid stumsvetsning placeras rörändarna i en stumsvetsmaskin och spänns fast, varpå de hyvlas rena och parallella med hjälp av en elektrisk rörhyvel. Rörändarna värms upp av en termostatstyrd, teflonbelagd värmespegel som placeras mellan de två rörändarnas ytor. När rörändarna har smält tillräckligt mycket tas spegeln bort och rörändarna pressas ihop tills de har svalnat. Stumsvetsningen ger en svetsvulst både in- och utvändigt på röret. Vulsten behöver vanligtvis inte tas bort, men kan vid behov avlägsnas med specialverktyg. En visuell kontroll av den utvändiga vulsten ger besked om svetsningens kvalitet.



Stumsvetsning.

För mer information, se NPG-stumsvetsning av PE-rör, och stum- och elektrosvetsning av mantlade PE-rör.

5.1.2 Elektromuffsvetsning

Den här svetsmetoden innebär att man använder rördelar av polyeten med inbyggda värmetrådor som fogar samman rörsystemet. Systemet kan användas både för huvudledningar och serviser. Det finns sadelgrenrör för anborring, dubbelmuffar, reduktioner, T-rör, böjar och ändhuvar med inbyggda värmetrådor. Metoden kan användas för såväl rör som rördelar, både sektionssvetsade och formsprutade rördelar.

En rördel för elektrosvetsning har en inbyggd motståndstråd i form av en metallspiral på elektrosvetsrördelens insida. När en elektrisk ström passerar genom spiralen fungerar den som ett värmeelement och smälter polyetenmaterialet, vilket gör att rördelen svetsas fast på röret. Innan man svetsar samman rör ska man först skrapa bort den oxiderade ytan i svetszonen för att försäkra sig om att svetsytan är ren och fri från oxiderat material. Efter rengöring med isopropanol markeras rördelens

insticksdjup på röret. Sedan monterar man elektrosvetsrördelen och kontrollera att fogen inte kan röra sig under svetsningen. En svetsmaskin ansluts och leder ström genom rördelens värmetrådor, varpå sammansvetsningen sker. Under den följande avsvälningstiden, kyltiden, är det viktigt att rör och rördel är fixerade.



Elektromuffsvetsning.

För mer information, se NPG-broschyr för elektrosvetsning av PE-rör, samt broschyr Spegel- och elektrosvetsning av mantlade PE-rör.

5.1.3 Flänsförband

I ett flänsförband för PE-rör ingår följande komponenter:

- ⦿ Bordring i PE
- ⦿ Lösfläns i stål
- ⦿ Packning
- ⦿ Bultförband (bultar, muttrar, och brickor)

Packningar

Vid flänsförband bör alltid packningar användas. På marknaden finns såväl styva som mjuka packningar. Valet av packningar bör göras utifrån tryck, medie- och monteringsbarhet. Gummipackning med stålkärna och integrerad o-ring ger en god tätning och är lätt att montera. Det är viktigt att erforderligt tätningstryck uppnås för att packningen ska täta. Detta tätningstryck styr minsta åtdragningsmomentet på bultförbandet.

Bultförband

Vid val av bultförband bör erforderlig bultlängd samt korrosionsaspekter beaktas. För installation i mark rekommenderas varmförzinkade bultar och för marina applikationer varmförzinkade bultar med offeranoder av zink eller aluminium. Kontrollera att bultar och brickor är smorda innan montering.

Linjering och centrering

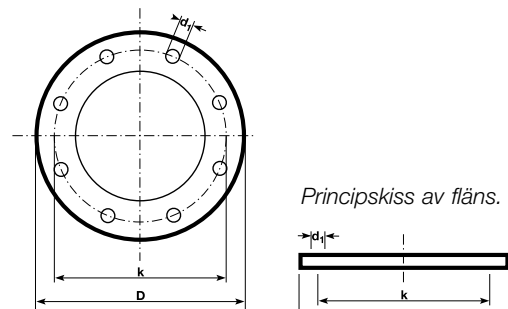
Kontrollera att bordringarna ligger i linje med varandra och att avståndet mellan tätnings ytorna är så litet som möjligt.

Säkerställ att packningen är centrerad och att lösflänsen är centrerad på bordringen.

Återdragning ska göras stegvis med korsvis åtdragning. Bultarna ska dras korsvis och samtliga bultar ska dras till samma moment innan höjning. Det slutgiltiga åtdragningsmomentet avgörs av packningens tätningstryck. Som tumregel kan tätningstrycket sättas till 2x det inre trycket och då kan åtdragningsmomenten i tabellen nedan användas. Flänsförbandet måste efterdras korsvis tidigast 8 timmar efter montering.

Montering

Vid montering av flänsförband skall alltid momentnyckel användas.

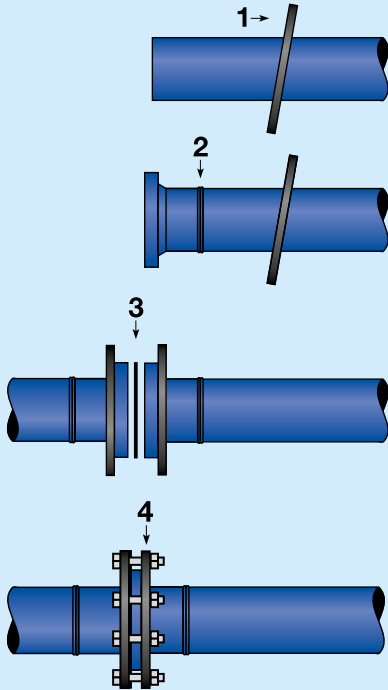


Principskiss av fläns.

Diameter Nominell DN mm	Hålcirkeldiameter mm K		Antal bult		Bultdimension		Bultlängd Fläns/Fläns (minimum)	Bultlängd Fläns/Ventil (minimum)	Åtdragningsmoment SE og NO (NM)		Åtdragningsmoment DK (NM)
	PN10	PN16	PN10	PN16	PN10	PN16			PN10	PN16	
63	125	125	4	4	M16	M16	90	90	25	25	40
75	145	125	4	4	M16	M16	100	90	25	25	40
90	160	160	8	8	M16	M16	100	100	25	25	40
110	180	180	8	8	M16	M16	100	100	25	25	40
125	180	180	8	8	M16	M16	120	110	25	25	40
140	210	210	8	8	M16	M16	120	110	31	31	40
160	240	240	8	8	M20	M20	120	110	43	43	80
180	240	240	8	8	M20	M20	130	130	53	53	80
200	295	295	8	12	M20	M20	140	130	51	41	80
225	295	295	8	12	M20	M20	140	130	55	43	80
250	350	350	12	12	M20	M20	150	150	43	55	120
280	350	350	12	12	M20	M24	150	150	62	67	120
315	400	400	12	12	M20	M24	170	160	58	73	120
355	460	470	16	16	M20	M24	200	180	69	94	120
400	515	525	16	16	M24	M27	220	180	98	128	180
450	620	650	20	20	M24	M30	250	200	99	144	180
500	620	650	20	20	M24	M30	270	210	108	153	180
560	725	770	20	20	M27	M33	300	300	146	197	220
630	725	770	20	20	M27	M33	310	300	164	215	230
710	840	840	24	24	M27	M33	330	310	186	246	250
800	950	950	24	24	M30	M36	350	320	240	310	320

Åtdragningsmomenten är beräknade med Specmas G-ST-P/S packning och med ett packningstryck på 2 ggr rörets PN klass.

Principskiss för åtdragning av bultar till lösfläns i stål/ bordring i PE (polyeten).



1) Skjut in lösflänsen på PE-röret.

2) Stumsvetsa bordringen på röränden enligt svetsanvisningen. Det går även att använda elektromuffsvetsning. Kom ihåg att skjuta lösflänsen på plats vid bordringen före svetsning.

3) Montera packningen.

4) Dra åt bultarna med momentnyckeln enligt anvisningarna.

5.1.4 Mekaniska kopplingar

Mekaniska kopplingar kan användas för fogning av PE-rör i små dimensioner. Kopplingarna är vanligen tillverkade av mässing eller plast. I kopplingarna finns en låsring med hullingar som åstadkommer en förankring av PE-röret. För vissa kopplingar krävs en invändig stödhylsa vid monteringen, kontakta leverantören för mera information.

Omvandlingstabell

Tryckrörsindustrin har två olika metoder för att ange ett rörs dimension. Den ena är den nominella DN-dimensionsstorleken.

Denna används vanligtvis för rör av stål och järn.

Plaströr betecknas med den utvändiga diametern eller OD.

Diameter Nominell	Nominell Rörstorlek	Utvändig Diameter	
DN	NPS	OD	
[mm]	["]	[mm]	
6	1/8	10	
8	1/4	12	
10	3/8	16	
15	1/2	20	
20	3/4	25	
25	1	32	
32	1 1/4	40	
40	1 1/2	50	
50	2	63	
65	2 1/2	75	
80	3	90	
100	4	110	
125		125	
125		140	DIN
150	6	160	
150		180	GAS
200	8	200	
200		225	DIN

Diameter	Nominell Rörstorlek	Utvändig Diameter	
DN	NPS	OD	
[mm]	["]	[mm]	
250	10	250	
250		280	DIN
300	12	315	
350	14	355	
400	16	400	
450	18	450	DIN
500	20	500	
500		560	DIN
600	24	630	
700	28	710	
800	32	800	
900	36	900	
1000	40	1000	
1100	44	1200	
1200	48	1200	
1400	56	1400	
1600	64	1600	
2000	80	2000	

DIN = Tysk Industriel Norm.

GAS = Diameter används i gasdistributionsnätet.

NPS = National pipe straight (ANSI)

5.1.5 Hopklämning av PE-rör

Hopklämning av PE-rör görs oftast vid reparationer, men även vid normalt avslag på ledningsnätet där det saknas ventiler.

Denna vägledning gäller Wavin PE-rör av typen PE80, PE100, PE-Plus och PE100 RC SafeTech.

Det finns ett flertal rekommendationer och standarder för området, men vi har valt att referera till UK Gas Standard PL2 part 7.

ASTM-standarderna F1734-03 och F1563-01 kan också nämnas.

Våra rekommendationer gäller för rör i dimensionsintervallet Ø16 – Ø250mm.

Denna vägledning beskriver klämning i temperaturområdet -5° C till 30° C, och den maximala klämtiden är 6 timmar.

Klämverktyget med ett automatiskt stopp så att maximal klämning inte kan bli mindre än 80 % av rörets godstjocklek x 2. Exempel 63 mm rör i SDR11 har en godstjocklek på 5,8 mm. $(5,8\text{mm} \times 2) \times 0,8 = 9,3\text{mm}$.

Godstjocklekarna är i enlighet med EN12201-2.

Klämverktyget ska vara rent och fritt från sår och kanter som kan skada röret under klämning. Röret måste vara rengjort, såväl invändigt som utvändigt, för att undvika skador.

För klämverktygets rulldiameter se tabell för klämning av PE-rör i tabellen nedan.

För SafeTech och PE-Plus avlägsnas manteln innan klämningen utförs. Manteln måste avlägsnas på ett sådant avstånd från klämpunkten att eventuella elektromuffar som används för förstärkning inte berörs av hopklämningen. Vi rekommenderar ett avstånd av 4 ggr Dy på vardera sidan.

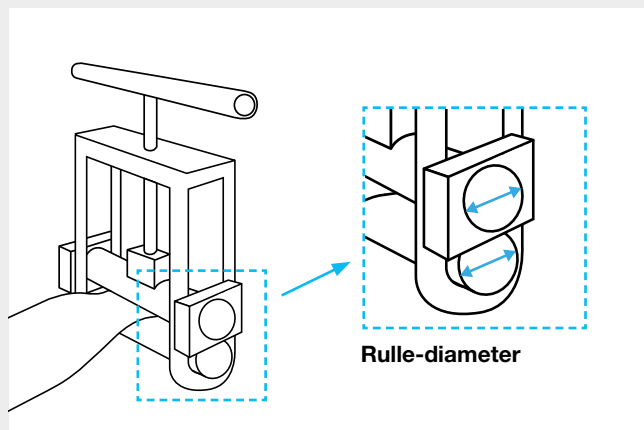
I de fall där en rörbit ska kapas rekommenderar vi att en ändmuff svetsas på som försegling av röränden.

Provtryck av ledningen får inte göras under klämning.

Rör med större revor eller skador får inte klämmas då revor kan utvidgas och ledningen skadas permanent.

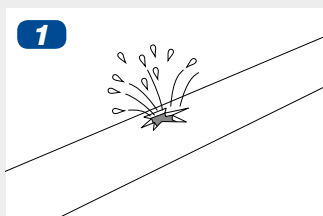
Klämning bör göras med försiktighet så att röret konditioneras efter hand. En klämhastighet på 40-50mm/min kan vara lämplig vid 20°C, men bör halveras vid 10°C till -5°C.

OBS! Det klämda området måste märkas ut tydligt eftersom röret inte ska klämmas på samma ställe två gånger.

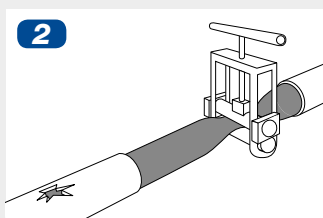


Tabell för klämning av PE-rör

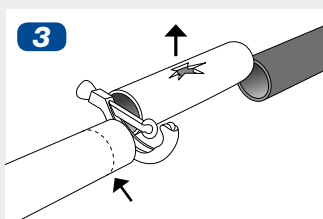
Rördimension Yttermått Dy SDR 11	Avstånd till rördel 4 x Dy	Rörvägg mm	Max. hop- klämning = 80 % mm	Rulle Diameter mm	Beräknad klämtid vid 40 mm/min	Max. rekommend- erad tid hopklämd
32 mm	128 mm	3	4,8	38	1	6 timmar
63 mm	252 mm	5,8	9,3	38	2	6 timmar
110 mm	440 mm	10	16	38	3	6 timmar
160 mm	640 mm	14,6	23	50	4	6 timmar
200 mm	800 mm	18,2	29	50	4,5	6 timmar
225 mm	900 mm	20,5	33	50	5,0	6 timmar
250 mm	1000 mm	22,7	36	50	5,5	6 timmar



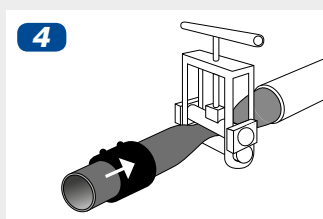
Skadat rör.



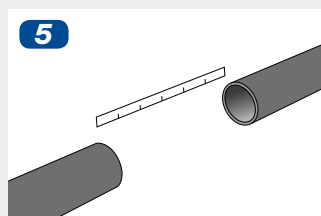
Klämrollarna rengörs. Manteln avlägsnas och vattnet stängs av med klämverkyget.



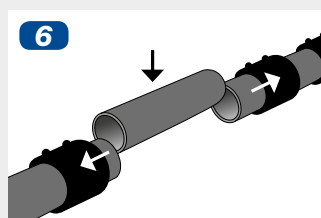
Det defekta rörstycket kapas. Manteln avlägsnas vid svetszonen.



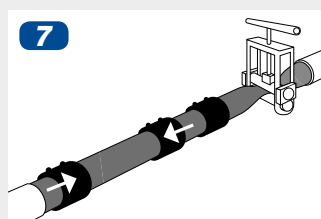
Vi rekommenderar att du skjuter på en muff över röret på stället där klämverkyget satt.



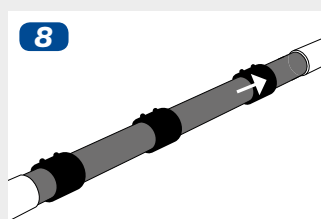
Ett rörstycke som passar perfekt mellan de båda rörändarna skärs till.



Två muffar skjuts på befintligt rör. Nytt rörstycke placeras mellan rörändarna.



Muffarna skjuts försiktigt på över rörfogarna igen så att de sitter exakt mitt på fogarna. Det nya rörstycket svetsas på.



När klämverkyget har aktiverats skjuter du den sista elektromuffen på plats över det belastade materialet (vid klämmärkena). På så sätt stabiliserar du röret ordentligt och garanterar att ledningen får en lång livslängd.

5.2 uPVC tryckrör

5.2.1 Muffning

Alla dimensioner av Wavin uPVC-tryckrör och tillhörande rördelar är utrustade med det effektiva tätningssystemet Wavisafe® för att göra monteringen så lätt och säker som möjligt.

Wavisafe® tätningselementet är en konstruktion av fastsittande fabriksmonterade EPDM gummiringar.

Såväl gummiringen som förseglingssystemet har utvecklats av Wavin.

Wavisafe® tätningssystemet ger enkel montering av både rör och rördelar.

Tätningringen smörjs med glidmedel. Spetsänden på rören slipas lätt och förs in i muffen. Monteringen går lätt eftersom tätningringen har en låg kompression.



5.2.2 Limning

Limning av uPVC-tryckrör används för sammanfogning av material där man önskar en fast förbindning på samma sätt som medsvetsning. Detta kallas även en kemisk svetsning.

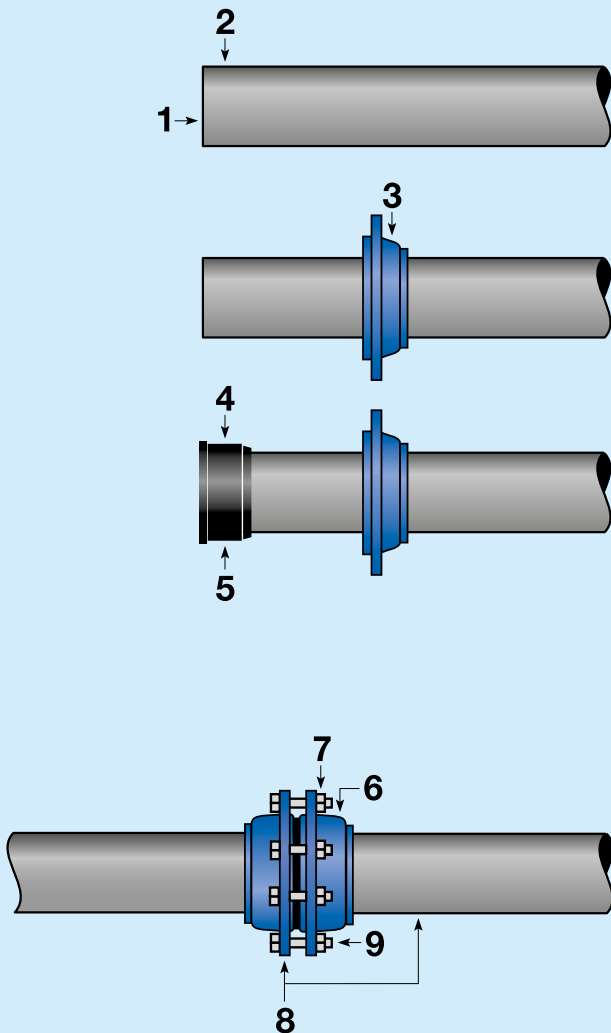
Wavins uPVC-tryckrör med Wavisafe® tätningssystem är utrustade med en fastsittande fabriksmonterad EPDM gummiring. Limning av uPVC-tryckrör med tätningring bör undvikas. För limning av rör finns särskilda rörsystem designade (konstruerade) för detta.

5.2.3 Flänsmontering

Wavin standard Kombiflänsar används för montering av 2 rör eller ett rör till ventiler och formstycken med flänsar, borrarad enligt PN10 (alternativt PN16).

Montering av Wavin Kombifläns - ej dragfast

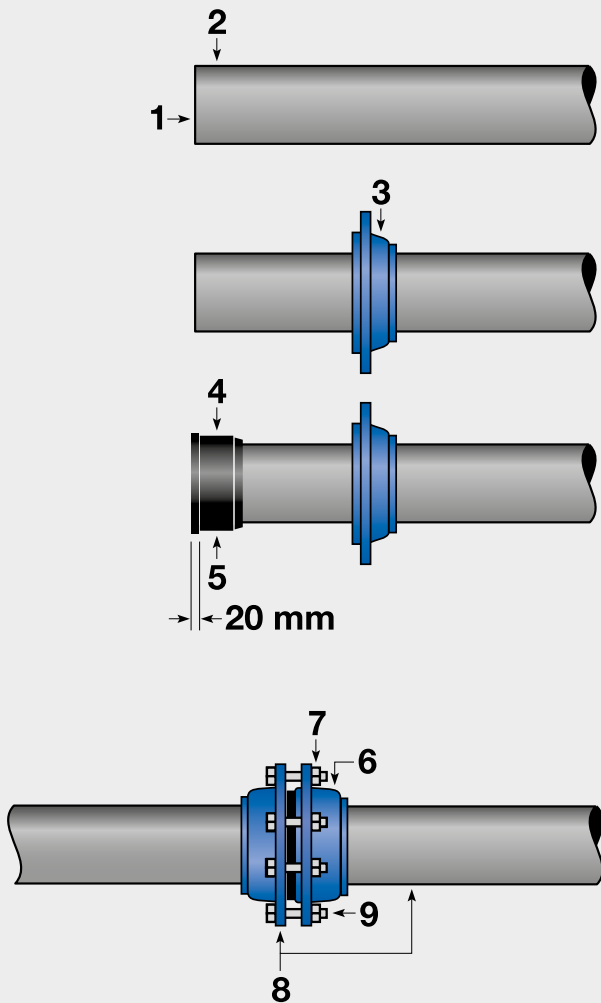
Kombiflänsar består av 2 delar: gjutjärnsfläns och gummipackning. Användningsområdet är vatten och neutrala vätskor med max. 70° C. Toleransområdet är ± 1 mm.



1. uPVC-röret kapas vinkelrätt med en fintandad såg.
2. Röränden får inte slipas utan ska bara rensas från sågspån, jord eller orenheter.
3. Gjutjärnsflänsen skjuts in på röret med den minsta änden först.
4. Gummipackningen skjuts därefter in på röret med den minsta änden först, tills den största änden ligger an mot uPVC-röränden.
5. Ett tunt lager glidmedel appliceras på utsidan av gummipackningen. Röränden med påmonterad fläns och gummipackning förs i position för hopspänning, dvs. så röränden ligger an mot ventilen eller formstyckets fläns.
6. Gjutjärnsflänsen dras med händerna in över gummipackningen så långt det går.
7. Bultarna monteras och dras åt för hand till anslaget.
8. Kontrollera att skarven är "rak".
9. Bultåtdragning görs därefter med verktyg. Korsdra för att säkerställa en jämn åtdragning.

I övrigt rekommenderar vi att man följer tillverkarens anvisningar. Produktprogrammet säljs inte i Sverige.

Montering av Wavin Kombifläns - dragfast



1. uPVC-röret kapas vinkelrätt med en fintandad såg.
2. Röränden får inte slipas utan ska bara rensas från sågspån, jord eller orenheter.
3. Gjutjärnsflänsen skjuts in på röret med den minsta änden först.
4. M/rörgodsklämringen/gummiringen skjuts därefter in på röret tills den största änden är 20 mm över uPVC-röränden.
5. Ett tunt lager glidmedel appliceras på utsidan av gummipackningen. Röränden med påmonterad fläns, rörgodsklämring/gummipackning förs i position för sammanfogning så att röränden ligger an mot ventil eller formstyckets fläns.
6. Gjutjärnsflänsen dras med händerna in över klämringen och gummipackningen så långt att den kan komma.
7. Bultarna monteras och dras åt för hand till anslaget.
8. Kontrollera att skarven är "rak".
9. Bultåtdragning görs därefter med verktyg. Korsdra för att säkerställa en jämn åtdragning.

Produktprogrammet säljs inte i Sverige.

OBS!

Vid sammanfogningen måste 2 extra långa "hjälpbultar" användas - mellanring behövs inte.
Endast Ø225 - Ø315 mm.

5.3 Sammanfogning av gasrör

Följande skarvetoder är tillåtna:

- ⊕ Stumsvetsning
- ⊕ Elektrosvetsning

Flänsförband får inte användas för ledning i mark.

Se ytterligare information i EGN.

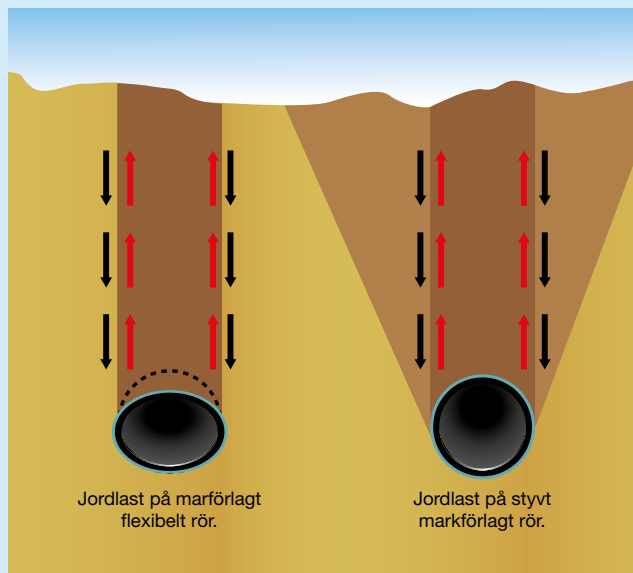
6 Läggningsvägledning

Funktionsprincip styva rör kontra flexibla rör

En markförlagd ledning ska kunna uppta belastningar från jord, trafik och grundvattentryck. Generellt gäller:

- ⦿ Jordlasten ökar med ökat förläggningsdjup
- ⦿ Trafiklasten är störst vid grunda förläggningsdjup
- ⦿ Utvändigt vattentryck kan variera oberoende av förläggningsdjup

Ett styvt rör är ett rör som upptar yttre belastningar utan att rörets ringvävsnitt märkbart förändras. Vid sättning kommer p.g.a. jordfriktion last att överföras till jordpelaren ovanför röret och belastningen kan därför bli avsevärt mycket större än vikten hos jordpelaren ovanför. Hos ett flexibelt rör medför en ökad yttre belastning en ökad ovalisering i rörvävsnittet, vilket gör att jordbelastningen på ett flexibelt rör begränsas till jordpelaren ovanför röret.



Läggningsanvisning för rörledningar – principskiss

Vid förläggning av uPVC och PE tryckrör hänvisas till gällande AMA Anläggning. Placera ledningarna så att de inte kan orsaka skada på andra ledningar, konstruktioner och anläggningar samt så att dessa i sin tur inte kan orsaka skada på de nya ledningarna. När det gäller avstånd mellan ledningar, avstånd till andra konstruktioner och anläggningar, märkning av ledningar samt trafikförhållanden och förstärkning hänvisas till gällande AMA Anläggning. Lägga ut, luckra upp och jämna till ledningsbädden så att rören har jämnt stöd hela vägen.

Bädden ska ha en tjocklek av 15 cm och minst 10 cm vid muff. Kringfyllningen ska säkerställa att röret har tillräckligt bra sido-stöd och därför är det viktigt att den packas väl.

Se till att ledningen inte rubbas i höjded vid understoppning och packning. Kringfyllningsmaterialet läggs försiktigt ut med skopa från minsta möjliga höjd, upp till 30 cm ovan rörets hjässa.

Material som används till ledningsbädd och kringfyllning bör uppfylla följande kriterier:

- ⦿ Det får inte förekomma kornstorlekar större än 31,5 mm
- ⦿ Materialet får inte vara fruset
- ⦿ Kringfyllningsmaterialet får inte innehålla vassa stenar eller liknande material

Resterande fyllning ska läggas på ett sådant sätt att det uppfyller kraven som konstruktionen ovanpå ledningen (väg, trottoar eller liknande) ger upphov till.

Vid trafiklast bör minsta jordtäckning vara 0,8 m ovan röret, såvida det inte vidtas särskilda åtgärder. Kravet på att ledningar ska förläggas på tjälfritt djup innebär att ledningar för exempelvis vattenförsörjning vanligtvis förläggs djupare än 1,2 m.

6.1 PE tryckrör

6.1.1 Läggningsanvisning för PE tryckrör

Läggningsanvisning för tryckrör i PE80 och PE100 material

Rören tillverkade i PE80 och PE100 material skall läggas enligt anvisningarna i AMA Anläggning med största tillåtna kornstorleken på kringfyllningsmaterialet max 31,5 mm.

Läggningsanvisningar för tryckrör i RC material

Denna läggningsanvisning gäller rörtyperna Safetech, Safetech RCn, TS och PE100 RC i SDR17 och lägre.

Rören tillverkade i RC material skall, avseende återfyllningsmaterial och packning, läggas enligt anvisningarna i Anläggning AMA men största tillåtna kornstorleken på kringfyllnings- och ledningsbäddsmaterialet får ökas till:

- ⦿ 50% av rördiametern dock max 90 mm för rör i grönyta
- ⦿ 50% av rördiametern dock max 65 mm för rör i trafikyta

Återfyllningsmaterialet bör vara graderat.

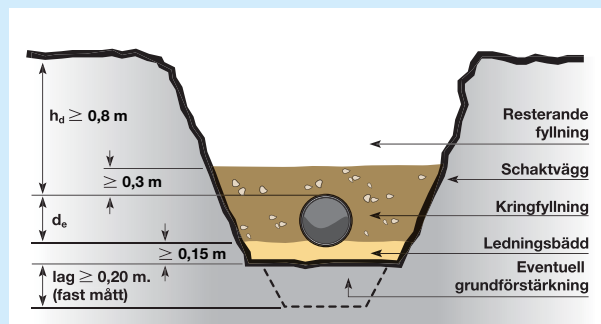
Återfyllningsmaterialet får dock inte vara så stort så att rörets form förändras.

Läggningsanvisning för gasrör

Markförläggning skall utföras enligt anläggning AMA 07 med följande tillägg:

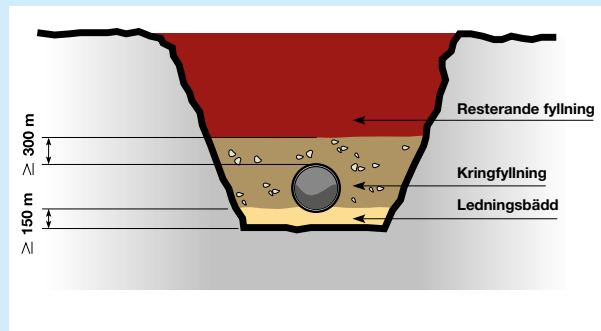
Återfyllningsmaterialet och materialet i ledningsbädden får ha största kornstorlek av 20 mm för okrossat och 8 mm för krossat material.

Ledning i mark skall ha minst 1 m täckning, i gata i villaområde minst 0,8m och i grönområde eller tomtmark samt GC-vägar minst 0,6 m. Ledningar med större diameter än 160 mm utan skyddsror skall alltid ha en täckning på minst 1 m.



Ex. Skiss över rörgravens uppbyggnad.

För mera information se broschyr, NPG Läggnings av plaströr.



6.1.2 Buckling i mark

För markförlagda rör blir det tillåtna bucklingstrycket högre eftersom röret får stöd från den omgivande marken.

Markens E-modul, den s.k. tangentmodulen E'_t måste bestämmas för att kunna beräkna det tillåtna bucklingstrycket.

Enligt Svenskt vattens publikation P92 kan E'_t beräknas enligt formeln:

$$E'_t = a + b \times H \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Där a och b erhålls ur tabell 1 nedan.

Packning	a	b
Särskild god packning	1400	1300
Packning enligt AMA	1200	1100
Endast packning av stödpackzonen	1000	830
Ingen packning	800	550

Tabell 1.

H = fyllnadshöjd (för fyllnadshöjder >6 m används 6 m).

Det tillåtna bucklingstrycket kan nu beräknas enligt formeln:

$$q_b = 5,65 \times \sqrt{E'_t \times SN} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Denna formel gäller för omgivande återfyllningsmassor med $E'_t \geq 36 \times SN$.

Om omgivande återfyllningsmassor är lösa med $E'_t < 36 \times SN$ används istället formeln:

$$q_b = 24 \times SN + 0,67 \times E'_t \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

För att få fram det slutgiltiga tillåtna dimensionerande bucklingstrycket, q_{bd} måste hänsyn tas till rörets ovalitet samt säkerhetsfaktorn.

$$q_{bd} = \frac{q_b \times \beta}{S_f}$$

Där q_{bd} är det dimensionerande tillåtna bucklingstrycket enligt formel 3 eller 4 och S_f är säkerhetsfaktorn som normalt sätts till 1,5 för markförlagda rör.

β är en reduceringsfaktor som beror av rörets ovalitet och beräknas enligt formeln:

$$\beta = \left(1 - 3 \times \frac{\delta}{D_y}\right)$$

δ är ovaliteten i mm.

Vi kontrollerar nu att det sammanlagda bucklingstrycket från:

- ⊕ Jordlast [q_{jd}]
- ⊕ Trafiklast [q_{td}]
- ⊕ Grundvattenstryck [q_{wd}]

är lägre än det dimensionerande tillåtna bucklingstrycket q_{bd} .

Exempel

Ett PEH 500 SDR 26 rör installeras med 5 m läggningsdjup. Inget grundvatten eller trafiklast finns. Installation och packning utförs enligt anläggnings AMA.

De hydrauliska förutsättningarna är att röret kan utsättas för -40 kPa under längre perioder. Klarar röret undertrycket?

Vi beräknar först $E'_t = a + b \times H$.

Ur tabell 1 fås $a=1200$ och $b=1100$; $E'_t = 1200 + 1100 \times 5 = 6700 \text{ kN/m}^2$.

En kontroll av fyllmassornas styvhet i förhållande till rörets ringstyvhet enligt formeln $E'_t \geq 36 \times SN$ visar att fyllmassornas tangentmodul på 6700 väl överstiger $36 \times SN = 144$. Bucklingstrycket skall alltså beräknas enligt formel 3.

Bucklingstrycket beräknas enligt formel 3: $q_b = 5,65 \times \sqrt{E'_t \times SN}$

till:

$$q_b = 5,65 \times \sqrt{6700 \times 4} = 925 \text{ kN/m}^2$$

Från markberäkningarna vet vi att den beräknade ovaliteten är 2,5%.

β beräknas enligt formel 6: $\beta = (1 - 3x \frac{\delta}{D_y})$ till:

$$\beta = (1 - 3x \frac{0,025 \times 500}{500}) = 0,91$$

Vi beräknar bucklingstrycket enligt:

$$q_{bd} = \frac{q_b \times \beta}{S_f} \text{ till: } q_{bd} = \frac{925 \times 0,91}{1,5} = 562 \text{ kN/m}^2$$

Röret kommer att utsättas för följande bucklingsbelastningar:

⊙ Jordlast [qjd]	100 kPa
⊙ Trafiklast [qtd]	0 kPa
⊙ Grundvattenstryck [qwd]	0 kPa
⊙ Hydrauliska belastningar	40 kPa
Totalt	140 kPa (=kN/m²)

Vilket är avsevärt lägre än det tillåtna 562 kN/m², installationen bör alltså fungera.

6.1.3 Böjning av PE-rör

Inledning

Små riktningssändringar vid läggning av PE-rör kan ske genom att röret böjs. Hur mycket röret kan böjas avgörs dels av de uppkomna påkänningarna i röret men också av effekterna av de krafter som måste till för att böja större rör. Dessa krafter kan utgöra ett arbetsmiljöproblem men också göra det svårt att positionera röret i rörgraven.

Böjning

Böjningsgraden [G] definieras som böjningsradien [r] dividerat med rörets ytterdiameter [Dy] se bild 1 nedan.

$$G = \frac{r}{D_y} \text{ och } r = D_y \times G$$

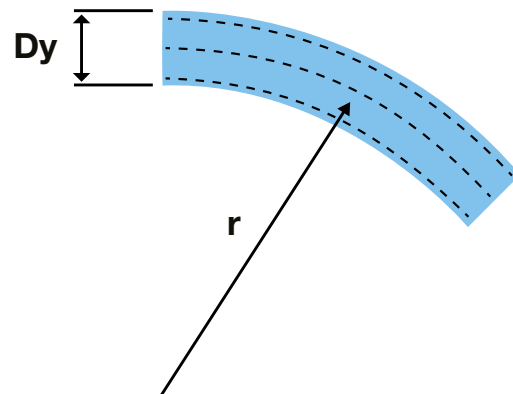


Bild 1.

Rekommendationer

För tryckrör kan röret böjas till max 50 ggr D_y ($G > 50$) av praktiska och arbetsmiljömässiga skäl rekommenderas böjning till max 100 ggr D_y ($G > 100$).

För fördjupning och bakgrundsdata se nedan.

Vad tål röret?

Vid böjning av ett rör kan två typer av brott inträffa:

- ⊙ Brott p.g.a. för stor töjning i rörmaterialet.
- ⊙ Brott p.g.a. buckling av röret

Brott orsakad av töjning

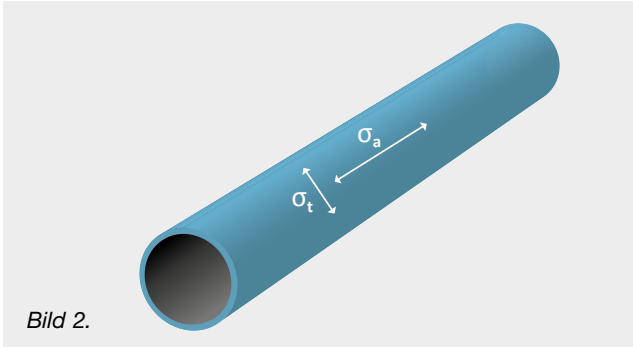
Töjningen [ϵ] blir som störst i rörets ytterperiferi och förhållandet mellan töjning och böjradie fås ur formeln:

$$r = \frac{D_y}{2 \times \epsilon} \text{ eller } \frac{1}{D_y} = \frac{1}{2 \times \epsilon} \text{ vilket ger: } G = \frac{1}{2 \times \epsilon}$$

I temperaturintervallet -30°C till +40°C kan en töjning på 3% tillåtas. Böjningsgraden blir då:

$$G = \frac{1}{2 \times 0,03} = 17$$

tillåten böjning på ett trycklöst rör är alltså max 17 ggr Dy (G≥17).



Vid trycksättning av röret till det max tillåtna trycket kommer den tangentiella spänningen σ_t att bli 8 MPa för ett PE100 rör och 6,4 MPa för ett PE80 rör.

Den axiella spänningen σ_a blir 0,5x σ_t alltså 4 MPa för PE100 material och 3,2 MPa för PE80 material.

Eftersom den tillåtna långtidsspänningen är 8 respektive 6,4 MPa för PE100 respektive PE80 material kan vi tillåta ett spännings-tillskott på:

8-4=4 MPa för PE100 material och

6,4-3,2=3,2 MPa för PE80 material

Om vi känner E-modulen kan vi beräkna töjningen med hjälp av Hooks lag: $\sigma = E \times \epsilon$

Med E långtid till 250 MPa får vi en töjning på

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{4}{250} = 1,6\% \text{ för PE100 och}$$

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{3,2}{250} = 1,3\% \text{ för PE80}$$

Tillåten böjning blir då

$$G = \frac{1}{2 \times 0,016} = 31,2 \text{ för PE100 och}$$

$$G = \frac{1}{2 \times 0,013} = 38,5 \text{ för PE80}$$

Med en säkerhetsfaktor på ca 1,5 kan den tillåtna böjradien sättas till 50 ggr Dy.

Brott orsakad av buckling

Vid böjning av ett rör kommer rørets tvärsnitt att ovaliseras. Ovaliseringen gör att böjmotståndet minskar vilket, med bibehållet böjmoment, leder till en ökad ovalisering. Vid ökad böjning når röret ett kritiskt tillstånd efter vilket brott (buckling) sker mycket snabbt.

Den kritiska böjradien kan beräknas enligt formeln:

$$r = \frac{Dy}{1,12 \times s / D_m}$$

För ett SDR26 rör fås

$$r = \frac{500}{1,12 \times 19,2 / 481} = 11184 \text{ mm}$$

vilket ger en böjningsgrad på

$$G = \frac{11184}{500} = 22$$

vilket innebär att det är töjningen i röret som är begränsande. Vi måste upp till ett SDR-värde på 41 för att bucklingsrisken skall bli lika stor som brotttöjningsrisken.

6.1.4 Förankring

Praktiskt taget alla fogtyper för PE-rör är att betrakta som dragsåkra, dvs fogarna kan överföra krafter i rørets längdriktning. Sadana krafter uppkommer i första hand av det invändiga trycket i ledningen och av temperaturförändringar i rørsystemet. Ett rørsystem som kan överföra krafter i längdriktningen behöver inga stöd block, förutsatt att fogsysteomet kan uppta de aktuella krafterna.

Svetsfogar i PE-rör har i det närmaste samma hållfasthet som röret självt, och för svetsade PE-rørsystem behövs därför normalt inga andra förankringar än de som anges nedan:

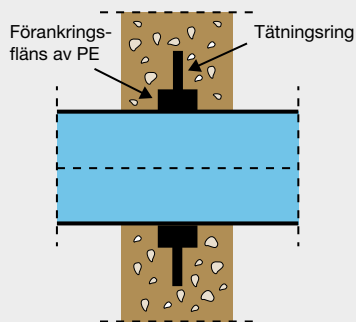
- ☉ Förankring av PE-røret vid övergångspunkten mot ventilkammare, pumpstationer och muff-fogade rørsystem
- ☉ Förankring på bägge sidor om böjar på icke mark-förlagda PE-rör

Förankring av PE-rørets ändpunkter behövs på grund av att det invändiga vattentrycket ger upphov till en mindre diameter-ökning och motsvarande förkortning av PE-ledningen om denna inte är förankrad. Temperaturväxlingar kan också ge längdförändringar i PE-røret. Fixeringen av ändpunktema är speciellt viktig om ledningen är förlagd i skydds-rör.

För en ledning i mark kommer jordfriktionen att bidra till förankringen av ledningen. För stora PE-ledningar behövs dock alltid förankring av ändpunktema eftersom jordfriktionen normalt inte räcker till för att förhindra en mindre rörelse vid ändpunkterna. Axiella krafter kommer därför att kunna överföras från PE-rørsystem till ventilkammare och pumpstationer. Anslutningspunkterna behöver därför dimensioneras för

dessa krafter, som kan bli stora och även kräva speciellt utformade förankringsanordningar, se nedan. Vid ingjutning av rör i betongvägg måste även risken för vattenläckage mellan rör och betong beaktas. Den ingjutna delen av PE-röret bör därför ha en tätningsslans fastsvetsad på röret.

Exempel på tätning- och förankringsflansar för PE rör:



Förankringsflansar för ledning på stöd (ledningen fixeras med ett stålsvep mellan PE-flansarna.

Montage- och temperaturkrafter vid anslutningspunkter kan beräknas med hjälp av nedanstående formler:

Axialkraft vid montage på grund av töjning av PE-röret:

$$F = 1000 \times A \times E \times \epsilon$$

Där F = axial kraft i röret (kN)
 A = rörets tvärsnittsarea, $0,25\pi (D_y^2 - D_i^2)$ (m²)
 E = rörets tids- och spänningsberoende E-modul (MPa), se tabell 3.
 ϵ = rörets töjning vid montage ($\Delta L/L$)

Axialkraft på grund av förhindrad längdutvidgning i PE röret vid temperaturförändring:

$$F = \alpha \times A \times E \times \Delta T$$

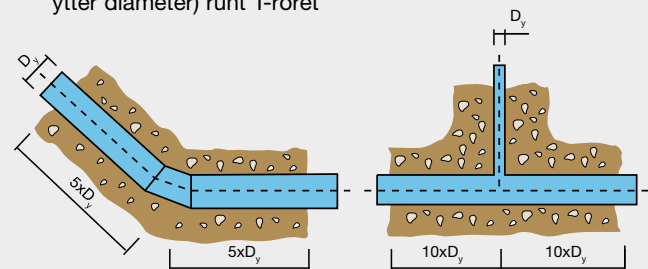
Där F = axialkraft i röret (kN)
 α = PE rörets längdutvidgningskoefficient (mm/m°C; vanligen 0,16-0,18)
 A = rörets tvärsnittsarea, $0,25\pi (D_y^2 - D_i^2)$ (m²)
 E = rörets tids- och spänningsberoende E-modul (MPa), se tabell 3.
 ΔT = temperaturförändring (°C)

Axialkrafterna på grund av eventuell töjning vid montage och temperaturförändringar i ledningen relaxerar till viss del med tiden och krafternas initialstorlek blir beroende av hur snabbt montaget respektive temperaturförändringen sker. Vid beräkning av initial-krafterna väljs värdet på E-modulen ur med hänsyn till dessa tider.

Vid anslutning av svetsade PE-ledningar mot ventilkammare och andra rörmaterial måste alltid övergångspunkten förankras för en kraft motsvarande hela vätsketrycket i ledningen. Montageförhållanden och temperaturförändringar kan också ge upphov till tilläggskrafter i förankringspunkterna. Beräkning av sådana krafter kan göras med hjälp av ovanstående ekvationer.

För all minimera rörelser vid böjar och avgreningspunkter i markförlagda PERörsystem rekommenderas att dessa punkter alltid kring fylls med väl packat friktionsmaterial (packningsgrad > 90 % mod. Proclor). Packad kringfyllning bör utföras för:

- ⦿ Alla böjar > 10° på en sträcka av minst $5 \times D_y$ på vardera sidan om böjen (Om böjar med gradtal >45° ersätts med två böjar med halva gradtalet fås en bättre hydraulisk funktion och ett mindre jordtryck mot böjarna J)
- ⦿ Alla T-rör på en sträcka av minst $10 \times D_y$ (grenledningens ytter diameter) runt T-röret



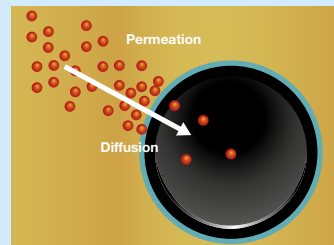
Kringfyllning med packat friktionsmaterial runt böjar och T-rör för att minimera rörelser i markförlagda rörsystem av PE.

Utförs kringfyllningen på nämnda sätt kommer rörelser i dessa punkter normalt att bli mycket små (vanligen mindre än 1 % av ledningens diameter). Ibland tillämpas ingjutning av segmentsvetsade T-rör och böjar av PE för att skydda rördelarna. Om rördelarna ingjuts måste betongkringgjutningen dimensioneras (armeras) för hela det invändiga vattentrycket i ledningen.

6.1.5 Permeation

Inledning

Plastmaterialens uppbyggnad av kolvätekedjor medger genomträngning av vissa kemikalier.



I detta sammanhang talar vi om *permeation* dvs en gas eller vätskas genomträngning genom ett solitt material och *diffusion* som är benämningen på ett ämnes spridning i ett annat ex. ett organiskt lösningsmedels spridning i ett plastmaterial.

Plastmaterialalets egenskaper

Det vanligaste materialet i tryckvattenledningar är polyeten vilket är ett delkristallint material som innehåller både kristallina, ordnade och amorfa oordnade delar. De kristallina delarna är praktiskt taget ogenomträngliga vilket innebär att motståndskraften mot permeation ökar med ökande kristallinitet. Ökad kristallinitet ger också ökad densitet vilket alltså innebär ökad densitet ger ökat permeationsmotstånd, PEH är alltså bättre än PEM avseende permeation. PVC, som numera används i blygsam omfattning till tryckvattenrör, har stort motstånd mot genomträngning från kemikalier i låga koncentrationer. PVC materialets struktur och därmed också dess permeationsmotstånd förstörs dock vid högre koncentrationer.

Kemikaliernas egenskaper

Polyeten och de flesta plastmaterial är opolära ämnen vilket innebär att ämnets molekyler inte har någon utpräglad positivt eller negativt laddad sida. Enligt regeln "lika löser lika"

är det främst opolära ämnen som kan tränga in i plastmaterialet. Vatten är t.ex. ett starkt polärt ämnen och kan därför inte tränga in i plastmaterialet. Opolära ämnen är t.ex. organiska lösningsmedel som toluen och bensen vilka ingår i bensin och lösningsmedel som trikloretylen.

Ämnets storlek påverkar också genomträngningsförmågan och det är främst organiska ämnen med korta kolvätekedjor som är problematiska.

Känner man koncentrationen av det förorenade ämnet kan mängden av det inträngda ämnet, det s.k. Flux-värdet, beräknas.

Utspädning

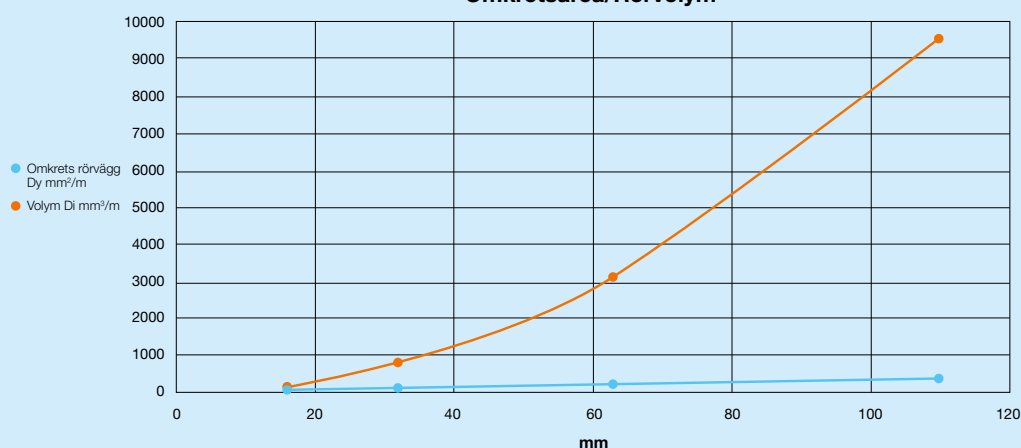
Halten av förorening i dricksvattnet avgörs också av utspädning i vattnet. Ett större flöde ger självklar en större utspädning och lägre föroreningshalt. Rörets dimension har också en avgörande betydelse eftersom rörarean (och därmed vatten-volymer) ökar exponentiellt jämfört med omkretsarean (=exponerad yta), se diagrammet nedan.

Permeationsproblematiken är därför störst vid små ledningar med liten förbrukning.

Permeation av syre

Ett specialfall är permeation av syre från omgivningen till vattnet. Detta är huvudsakligen aktuellt för inomhusapplikationer som golvvärme och tappvatten där syre kan medföra korrosionsproblem på metalldelar. Detta löses dock med barriär system på ledningarna. Beträffande jord- och bergvärme är ledningarna visserligen inte barriärskyddade med förlagda i en syrefri miljö vilket gör att problemet kan försummas.

Omkretsarea/Rörvolym



6.2 uPVC tryckrör

6.2.1 Läggningsanvisning för uPVC tryckrör

Rören tillverkade i uPVC material skall läggas enligt anvisningarna i AMA Anläggning med största tillåtna kornstorleken på kringfyllningsmaterialet max 31,5 mm samt i övrigt enligt principskiss sid 31.

6.2.2

Se 4.1.4 i denna handbok.

Böjning av uPVC-tryckrör

Generellt rekommenderar vi inte att man böjer uPVC-rör utan att man istället använder böj där avvinkling krävs.

I de fall där man av praktiska skäl väljer att böja röret rekommenderar vi inte att man underskrider en böjradie på $300 \times D_y$.

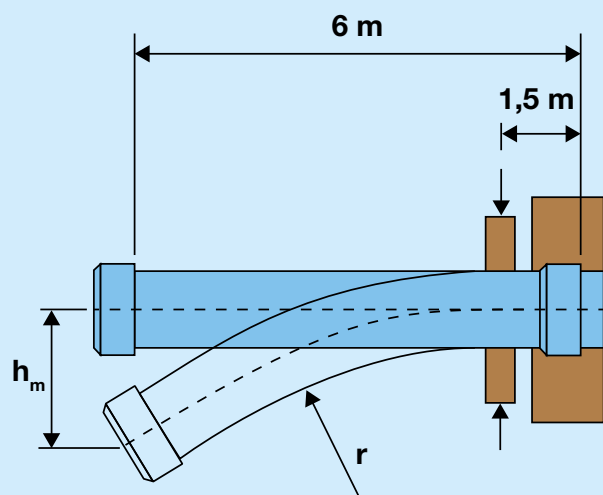
För ett 110 mm rör ger detta till exempel en avvinkling h_m (30) på 31 cm (Se tabell under).

De angivna värdena är vid 20°C.

Borra aldrig i ett rör som är böjt.

Dy (mm)	r (m) 30	h_m (m) 300	h_m (m) 500	h_m (m) 600
63	19	0,54	0,32	0,27
75	23	0,45	0,27	0,23
90	27	0,38	0,23	0,19
110	33	0,31	0,18	0,15
160	48	0,21	0,13	0,11
200	60	0,17	0,10	0,08
225	68	0,15	0,09	0,08
250	75	0,14	0,08	0,07
280	84	0,12	0,07	0,06
315	95	0,11	0,06	0,05
400	120	0,08	0,05	0,04

Avvinkling i själva muffen under läggning bör undvikas. Detta kan skapa problem vad gäller kontroll av instickslängden, och kan leda till läckage. Om man mot förmodan väljer att avvinkla i muffen, rekommenderar vi att följande värden inte överskrids: För dimensioner upp till 315 mm = 2° och utgör ca 20 cm på 6 meter rör. För dimensioner 315-400 mm = 1,5° och utgör ca 15 cm på 6 meter rör.



6.2.3 Förankring

Vid dimensionering av en förankring beräknas först axialkraften. Storleken på denna beror på rörledningens dimension och arbetstryck (provtryck) och beräknas enligt följande:

Formel 4.

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

där N = axialkraft [kN]

d_y = rörets utvändiga diameter [mm]

p = max. förekommande tryck i ledningen [bar]
ev. provtryck

Förankring av T-stycken, slutmuffar och ventiler

Förankring ska göras av de formstucken som på grund av inre vattentryck utsätts för skjuvningskrafter t.ex. böjar, T-stycken, slutmuffar, reduktioner och ventiler.

Om det finns andra ställen på en ledning där man misstänker att det finns en risk för extra stora krafter när trycket släpps på ska förankringar göras även där.

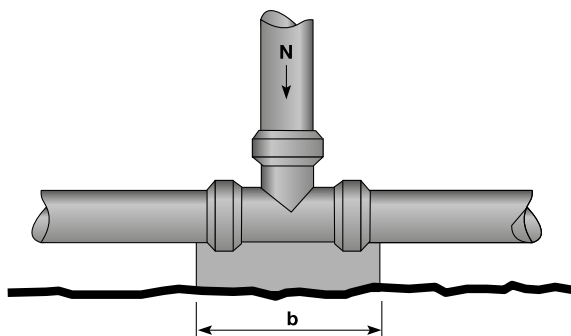
Axialkraften som förankringen ska beräknas för kan lätt räknas ut enligt tabell 7 med hjälp av denna förenklade formel:

Formel 5.

$$N = p \times N_1$$

När N_1 = axialkraft vid 1 bar [kN] (tabell 7)

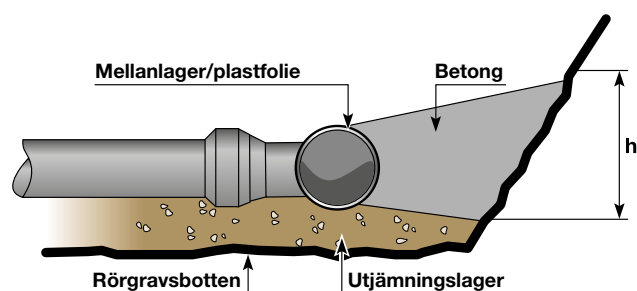
p = max. förekommande tryck i ledningen (bar)
ev. provtryck



Figur 7 - Principskiss för förankring av T-rör.

Utvändig diameter [mm]	Axialkraft vid 1 bar N_1 [kN]
40	0,13
50	0,30
63	0,32
75	0,45
90	0,64
110	0,95
125	1,23
140	1,54
160	2,00
200	3,15
225	4,00
250	4,90
280	6,16
315	7,80
400	12,60
500	19,60
630	31,20

Tabell 7 - För ett invändigt tryck på 1 bar gäller följande axialkrafter i kN:



Figur 8 - Principskiss för förankring av T-rör.

Förankring av böjar

Vid böjar kan den resulterande kraften beräknas enligt följande:

Formel 6.

$$R = 2 \times N_I \times p \times \sin \frac{\alpha}{2}$$

där N_I = axialkraft vid 1 bar [kN] (tabell 7)

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

α = böjningsvinkel [grader]

R = resulterande kraft [kN]

Vinkel	11°	22°	30°	45°	60°	90°
k	0,19	0,38	0,52	0,77	1,00	1,41

Tabell 8 - Tabell över vinkelkonstanter.

Förankringskloss

Vid beräkning av den areal som krävs för att avgöra storleken på förankringsklossen ska man ta hänsyn till det tillåtna marktryck som vid varje givet tillfälle kan finnas vid geotekniska undersökningar.

I många fall kan det vara tillräckligt att räkna med:

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

men den projektansvarige ska alltid avgöra om detta värde är relevant i det aktuella fallet.

Bredden av en förankring kan då beräknas med hjälp av följande formel:

Formel 8.

$$b = \frac{R}{h \times \sigma_{jord}}$$

där b = bredd av förankring [m]

h = höjd av förankring [m]

R = resulterande kraft [kN]

σ_{jord} = tillåtet jordtryck [200 kN/m²]

En förutsättning för förankringens styrka är att betongen gjuts mot en fast sida i utgrävningen. Förhållandena kan dock vara sådana att det måste gutas mot noggrant packad fyllning. I så fall kan man i sina beräkningar ta hänsyn till fyllningens lägre styrka.

För att förhindra att betongen skadar det aktuella formstycket läggs ett mellanskikt av markduk före gjutningen.

Den resulterande kraften som förankringen ska beräknas för kan enkelt räknas ut enligt tabell 7 och 8 med hjälp av denna förenklade formel:

Formel 7.

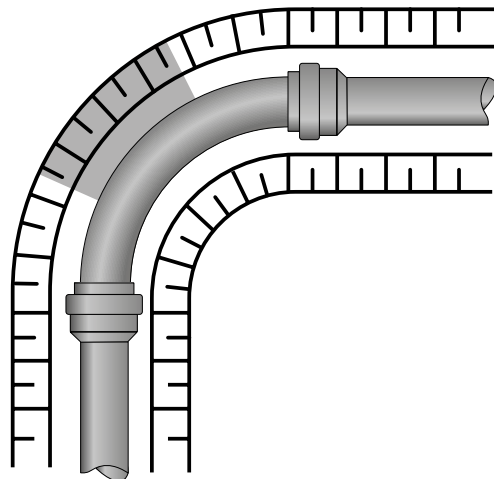
$$R = k \times p \times N_I$$

där R = resulterande kraft [kN]

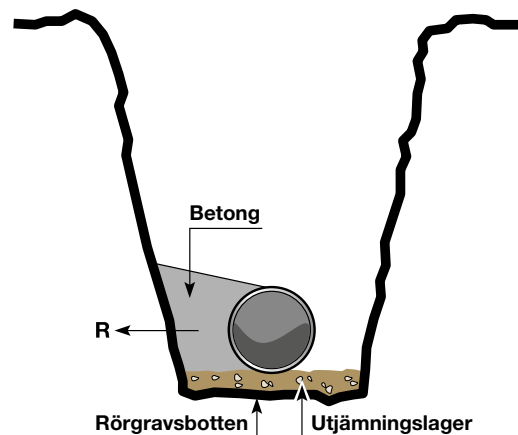
k = konstant för resulterande kraft (se tabell 8)

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

N_I = axialkraft vid 1 bar [kN] (tabell 7)



Figur 9 - Principskiss för förankring av böj.



Figur 10 - Principskiss för förankring av böj.

Exempel på förankring av böj

Förutsättningar:

- Ø200 x 45° uPVC-tryckrörsböjning
- Provtryck (maxtryck) 9 bar

$$R = k \times p \times N_l$$

där $k = 0,77$ enligt tabell 8

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

$$N_l = 3,15 \text{ enligt tabell 7}$$

Resulterande kraft blir då:

$$R = 0,77 \times 9 \times 3,15 = 21,83 \text{ kN}$$

Formel 7 används enligt följande:

Man kan nu beräkna betonggjutningens (betongklossens) storlek med hjälp av formel 8:

$$b = \frac{R}{h \times \sigma_{jord}}$$

σ_{jord} sättes till 200 [kN/m²]

höjden sätts till rörets höjd: $h = 0,2 \text{ m}$, bredden ska då vara minimum:

$$b = \frac{21,83}{0,2 \times 200} = 0,55 \text{ m}$$

Förankring av reduktionsstycke

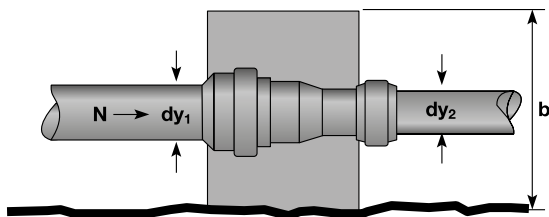
Axialkraften för ett reduktionsstycke ges med hjälp av följande formel:

Formel 9.

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

där dy_1 = det största rörets utvändiga diameter

dy_2 = det minsta rörets utvändiga diameter



Figur 11 - Principskiss för förankring av reduktion.

Exempel på förankring av reduktionsstycke

Förutsättningar:

- Ø200/110 uPVC-reduktion
- Provtryck (maxtryck) 9 bar som sätts in i formel 9:

$$N = \frac{\pi \times (200^2 - 110^2) \times 9}{10^4 \times 4}$$

$$N = 19,72 \text{ kN}$$

Förankringen (betongklotens) bredd beräknas därefter:

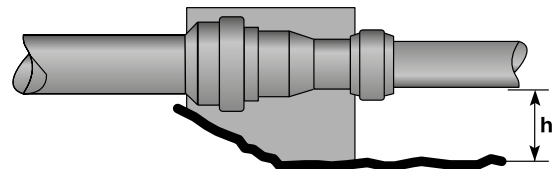
$$h \text{ sätts} = 0,2 \text{ m}$$

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

$$b = \frac{N}{h \times \sigma_{jord}}$$

$$b = \frac{19,72}{0,2 \times 200}$$

$$b = 0,49 \text{ m}$$



Figur 12 - Principskiss för förankring av reduktion.

7 Schaktfri läggning av PE-rör

De senaste årens ekonomiska utveckling har betytt ökad uppmärksamhet på "No Dig" metoder samt återanvändning av befintliga uppschaktade massor.

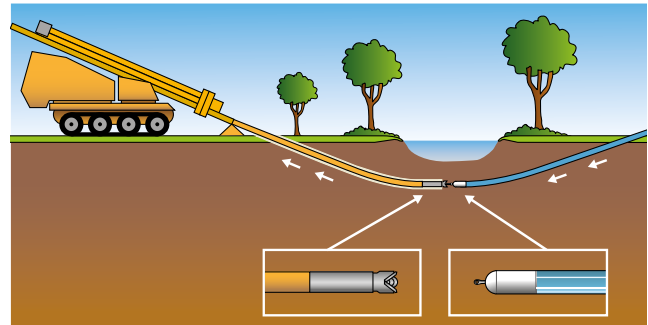
Metoder för schaktfri förläggning

Det finns flera olika metoder för schaktfritt byggande med ledning av PE-rör, här nämner vi några av dem:

- 🕒 Styrd borrhning
- 🕒 Rörspäckning
- 🕒 Relining

7.1 Styrd borrhning

Metoden går till så att man gör begränsade schakt vid start- och slutpunkt. Vid startgropen placerar man ett borrhgregat och ett pilothål borrar. Borren som används kan styras och via en sond kan borrhuvudets läge kontrolleras. En borrvätska pumpas genom borrhöret som spolat det lösa jordmaterialet bakåt till startgropen. Markbeskaffenhet och grundvattennivå har betydelse för genomförandet. Metoden är särskilt lämplig för sand- och lerjordar. Borren styrs så att den kommer fram till slutpunkten. Där byts den ut mot en brotsch som förstörar

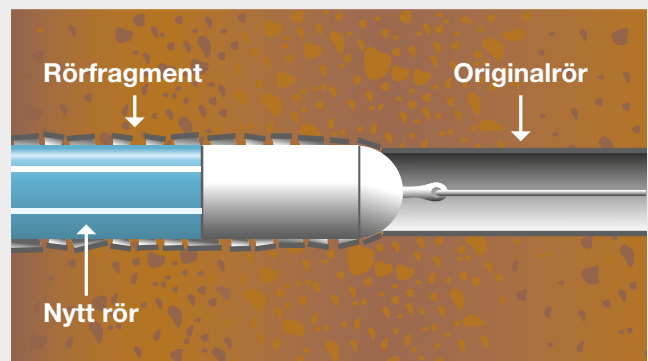


Styrd borrhning.

borrhålet när borrhöret borrar tillbaka mot borrhgregatet. Till brotschen kopplas det PE-rör som ska installeras. Vid stora dimensioner kan borrhningen behöva utföras i flera steg. Vid indragningen av PE-röret i det borrhade hålet kommer det att vara omgivet av borrvätska och löst jordmaterial. Borrhgregatets kapacitet avgör hur stor dimension och hur lång sträcka man kan installera. PE-röret kommer att utsättas för betydande dragkraft och utvändigt tryck från borrvätskan, därför bör man välja ett relativt tjockväggigt PE-rör vid denna metod av förläggning, som regel $SDR \leq 17$.

7.2 Rörspäckning

Installationen utförs via schaktgropar. Ett draghuvud med större dimension än den befintliga ledningens innerdiameter placeras framför PE-röret och dras genom ledningen som då spräcks och expanderar, vilket innebär att den installerade ledningen kan ha en större dimension än den befintliga ledningen. Det är draghuvudets dimension som avgör hur mycket ledningen kommer att expandera. Raka ledningssträckor kan infodras ca 100 m med denna metod. När ledningen spräcks kommer jordmassor att förflyttas uppåt och befintlig vattengång kommer normalt att bibehållas. För rörspäckning bör PE-röret dimensioneras för $SDR \leq 17$.



7.3 Relining

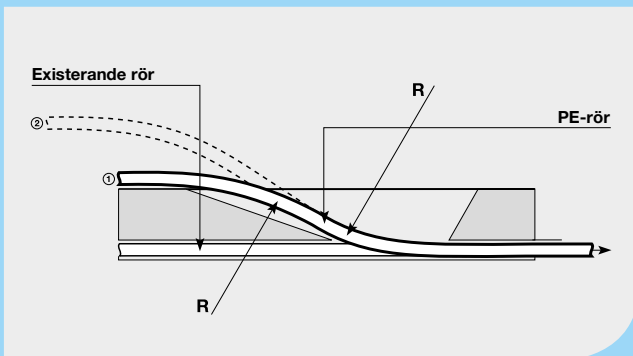
Denna metod innebär att en ledning med en mindre dimension än den befintliga ledningens innerdiameter dras in i hel längd via en schaktgrop. Storleken på gropen bestäms av läggningsdjup, PE-rörets dimension och vilken böjningsradie PE-röret kan utsättas för. En väl tilltagen grop underlättar installationen. PE-röret bör vara ca 5 cm mindre än innerdiametern på befintlig ledning. Spalten mellan infodringsrör och befintlig ledningen kan injekteras eller lämnas som den är. PE-röret dimensioneras beroende på vilket alternativ som väljs, vid injektering $SDR \leq 26$ och utan injektering ≤ 17 .



7.3.1 Maximal indragningslängd

Raka rörlängder

Den nödvändiga kraften $F_{nodv.}$ för att dra en rörsektion genom en befintlig rörledning fås genom ekvationen:



Formel 1.

$$F_{nodv.} = q \times L (\mu \cos \Phi \pm \sin \Phi) \text{ (N)}$$

där q = rörets vikt/längdenhet [N/m]
 L = rörets längd [m]
 μ = friktionskoefficient (beroende på underlag, upp till 0,8)
 ϕ = hällningsvinkel [°] (befintlig ledning)

Kraften $F_{nodv.}$ får inte överstiga den tillåtna dragkraften F . Se tabell 1 kap.7.

eller:

Formel 2.

$$L_{till.} = \frac{F}{q \times L (\mu \cos \Phi \pm \sin \Phi)}$$

där $L_{till.}$ = tillåten dragningskraft av raka PE-rör
 F Se tabell 1 kap.7.



Tabell 1.

Tillåten dragkraft F (kN) för PE-rör															
DIM. de mm	PE80						PE100 / SafeTech								
	PN 6,3 / SDR 17			PN 10 / SDR 11			PN 6,3 / SDR 26			PN 10 / SDR 17			PN 16 / SDR 11		
	F kN	e mm	Vikt* kg/m	F kN	e mm	Vikt* kg/m	F kN	e mm	Vikt* kg/m	F kN	e mm	Vikt* kg/m	F kN	e mm	Vikt* kg/m
63	5,65	3,8	0,71	8,34	5,8	1,05				8,48	3,8	0,71	12,51	5,8	1,05
75	7,97	4,5	1,00	11,66	6,8	1,46				11,96	4,5	1,00	17,48	6,8	1,47
90	11,48	5,4	1,44	16,86	8,2	2,12				17,22	5,4	1,45	25,29	8,2	2,12
110	17,15	6,6	2,15	25,13	10,0	3,16	16,75	4,2	1,41	25,73	6,6	2,16	37,70	10,0	3,17
125							21,75	4,8	1,83	32,81	7,4	2,76	48,82	11,4	4,10
140							27,40	5,4	2,30	41,21	8,3	3,46	60,95	12,7	5,12
160							35,95	6,2	3,02	53,90	9,5	4,53	80,03	14,6	6,72
180							45,03	6,9	3,78	68,29	10,7	5,74	101,15	16,4	8,50
200							55,82	7,7	4,69	84,39	11,9	7,09	124,74	18,2	10,48
225							70,16	8,6	5,89	106,89	13,4	8,98	158,04	20,5	13,28
250							87,00	9,6	7,31	131,23	14,8	11,02	194,52	22,7	16,34
280							108,63	10,7	9,13	164,84	16,6	13,85	243,79	25,4	20,48
315							138,17	12,1	11,61	208,88	18,7	17,55	308,79	28,6	25,94
355							175,04	13,6	14,70	265,60	21,1	22,31	392,95	32,3	33,01
400							221,89	15,3	18,64	336,21	23,7	28,24	498,95	36,4	41,91
450							336,21	23,7	28,48	375,75	26,7	31,83	553,69	40,9	46,90
500							346,27	19,1	29,33	526,58	29,7	44,61	778,07	45,4	65,91
560							434,52	21,4	36,81	659,35	33,2	55,85	975,18	50,8	82,61
630							550,49	24,1	46,63	835,53	37,4	70,78	1235,18	57,2	104,63
710							700,15	27,2	59,31	1060,05	42,1	89,80	1569,59	64,5	132,96
800							887,57	30,6	75,19	1344,85	47,4	113,92	1990,86	72,6	168,65

PE80 = 8 MPa i dragspänning.

PE100 = 12 MPa i dragspänning.

* Vikt = 1,06 minimivikt.

7.3.2 Böjda rörlängder

Vid indragning av PE-röret i böjda rörledning ökas indragningskraften F_{nodv} med en faktor $e^{\mu\beta}$. Det vill säga att den maximalt tillåtna indragningslängden L_{till} reduceras till:

Formel 14.

$$L_{\beta} = \frac{L_{till}}{e^{\mu\beta}}$$

där: β = PE-rörets avvinkling i radianer

μ = friktionkoefficienten

L = tillåten dragningskraft av raka PE-rör

7.4 Repor PE

PE-rör är generellt sett relativt okänsliga för repor men kan vid ovarsam hantering repas. Största tillåtna repdjup är 10 % av godstjockleken, dock max 3 mm. Utvecklingen av nya PE-råvaror har gjort att det nu finns PE-material som är speciellt tåliga mot repor. Vid applikationer där det finns risk för repbildning, t ex vid styrd borring eller vid förläggning i schakt där man använder befintliga massor för återfyllning bör därför PE-rör av sådant material väljas.

8 Ovanjordsinstallation

8.1 PE-tryckrör

8.1.1 Upphångningsavstånd

Vid upphängning av rör vid ovanjordsinstallationer behöver man bestämma upphångningsavståndet så att:

- Spänningarna i rörmaterialet inte blir för stora.
- Nedböjningen inte blir för stor.

Det största upphångningsavståndet avseende spänning i rörmaterialet beräknas enligt:

$$L = \left(\frac{3 (Dy^4 - Di^4) \sigma_m \pi}{8qDy} \right)^{1/2}$$

där;

Dy = rörets ytterdiameter [mm]

Di = rörets innerdiameter [mm]

σ = Tillåten spänning i rörväggen (0,7 MPa för trycksatta rör, 2,8 MPa för trycklösa rör)

q = Belastning från rörets egenvikt och innehåll [N/m]

Rörets nedböjning kan beräknas enligt

$$d = \frac{fqL^4}{E \cdot I}$$

där;

d = största nedböjning [mm]

E = rörmaterialets E-modul N/mm²

I = rörets axiella tröghetsmoment [mm⁴]

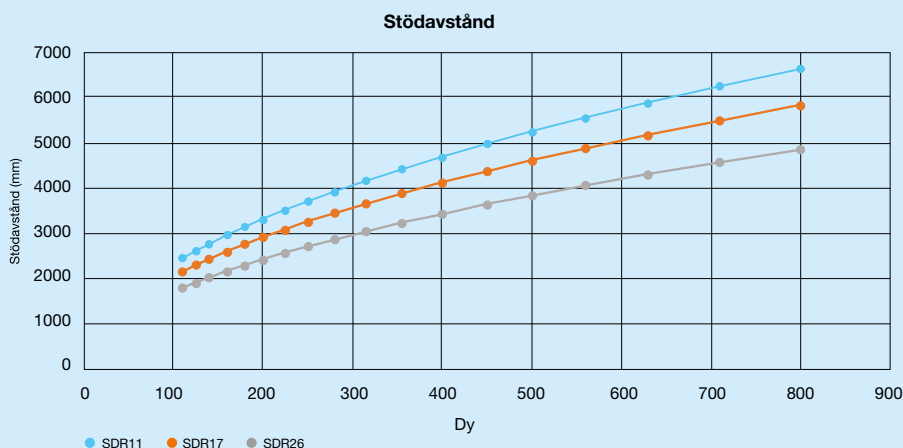
f = deflektionskoefficient

Rörmaterialets E-modul varierar med temperatur och upphångningstiden. Om vi antar att installationen skall vara permanent och att max nedböjning får vara max 30 mm samt att röret är fritt upphängt, kan nedanstående diagram ge vägledning för rör i temperaturer upp till 30°C.

Deflektionskoefficient, f, för olika spann

1 Spann	2 Spann	3 Spann	4 Spann
N-N	N-N-N	N-N-N-N	N-N-N-N-N
f=0.013	f=0.0069	1 2 1 f1=0.0069 f2=0.0026	1 2 2 1 f1=0.0065 f2=0.0031
F-N	F-N-N	F-N-N-N	F-N-N-N-N
f=0.0054	1 2 f=0.0026 f2=0.0054	1 2 2 f1=0.0026 f2=0.0054	1 2 2 2 f1=0.0026 f2=0.0054
F-F	F-N-F	F-N-N-F	F-N-N-N-F
f=0.0026	f=0.0026	1 2 1 f1=0.0026 f2=0.0031	1 2 2 1 f1=0.0026 f2=0.0031
	F-F-F	F-F-F-F	F-F-F-F-F
	f=0.0026	f1=0.0026	f1=0.0026

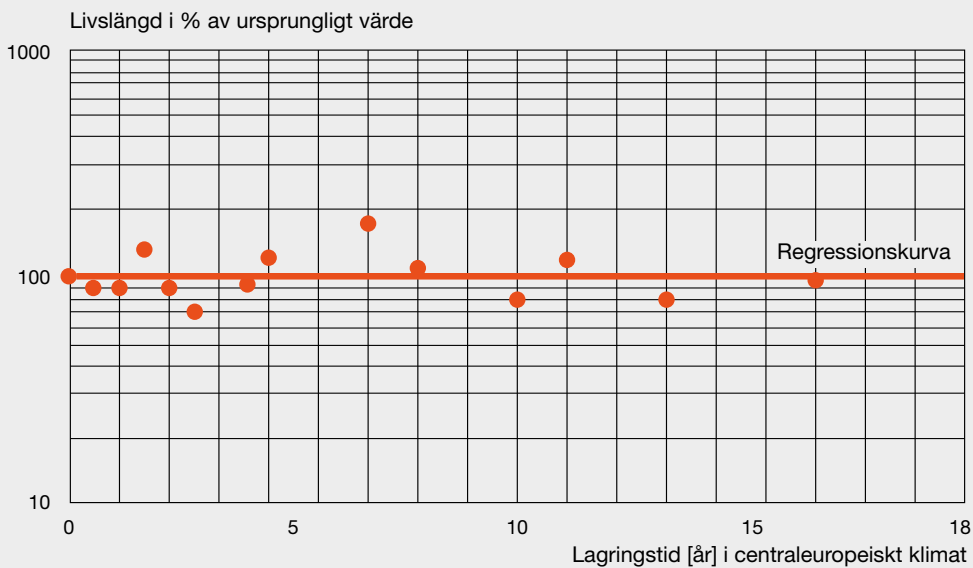
F = Fast inspänd
N = Fritt upphängd



8.1.2 Väderpåverkan PE

För att skydda PE-material för nedbrytning från solens UV strålning tillsätts skyddande ämnen. För svarta rör används kimrök som ger ett mycket gott skydd mot UV strålning. För rör i andra färger tillsätts andra typer av skyddsämnen. I produktstandardEN 12 201 ställs krav på att icke svart material skall provas för väderbeständighet. Kraven är att materialet skall klara 3,5 GJ/m² och år. Denna nivå är strax över den nivå som i EN 12007 anger för södra Sverige och södra Danmark (3,35 GJ/m² och år). Norges årliga instrålning anges till 2,93 GJ/m² och år.

För svarta rör krävs ingen väderbeständighetsprovning men undersökningar utförda av materialtillverkare visar på en hållbarhet utomhus i mer än 18 år.



Krypegenskaper på rör tillverkade i svart Hostalen efter utomhuslagring.

8.1.3 Längdförändring

Plastmaterial i allmänhet och polyeten i synnerhet har en stor termisk längdutvidgningskoefficient jämfört med andra material.

Material	α [mm/°Cx _m]
Polyeten PE80, PE100	0,17
uPVC	0,08
Stål	0,01

Tabell 1.

Som framgår av tabell 1 har Polyeten 17 ggr, och uPVC 8 ggr så stor längdutvidgningskoefficient som stål.

För svetsade PE-rör och limmade PVC rör bör man vara uppmärksam på längdutvidgningen.

Exempel

En PEH ledning PE100/DN400/SDR11 ledning svetsas samman till en 200 m lång sträcka. Ledningen som skall förbinda en pumpstation med en ventilbrunn svetsas en solig vårdag. Solstrålningen värmer upp rören till 30 °C. Under natten faller temperaturen till 5 °C och på morgonen har ledningen förkortats. Förkortningen kan beräknas enligt formeln:

$$\Delta L = L * \Delta t \times \alpha$$

där

ΔL = Längdförändringen [mm]

L = Ursprungslängd [m]

Δt = temperaturändringen [°C].

α = Längdutvidgningskoefficient $\left[\frac{\text{mm}}{\text{m}}\text{°C}\right]$

$$\Delta L = 200 \times (30-5) \times 0,17 = 850 \text{ mm}$$

En ledning som återfyllts och packats kommer att förhindras från att förkortas p.g.a. friktionen mellan rör och mark. I stället kommer rörväggen utsättas för en spänning som normalt inte innebär några problem för röret.

Om rörledningen i ovanstående exempel är fast inspänd mellan t.ex. en pumpstation och en ventilbrunn kommer de uppkomna dragkrafterna i ledningen bli ansevära om anslutningen sker innan återfyllning.

Kraftens storlek beror på spänningen i rörväggen som den förhindrade längdförändringen ger upphov till, men också på rörväggens tvärsnittsarea samt PE materialets E-modul. Spänningen kan beräknas med hjälp av Hooks lag:

$$\sigma = E \times \epsilon$$

Töjningen, $\epsilon = \frac{850}{200000} = 0,004$ och E för temperaturen 17°C (medel av 30 och 5) kan antas till 556 MPa om temperaturändringen tog 12 timmar (se avsnitt materialdata).

Spänningen blir då $\sigma = 556 \times 0,004 = 2,2$ MPa.

Kraften kan beräknas enligt formeln:

$$F = \sigma \times A$$

Där tvärsnittsarean kan beräknas enligt formeln:

$$A_{\text{rörvägg}} = \frac{\pi}{4} \times (D_y^2 - D_i^2)$$

I vårt exempel får vi: $A_{\text{rörvägg}} = \frac{\pi}{4} \times (400^2 - 327^2) = 41\,682 \text{ mm}^2$

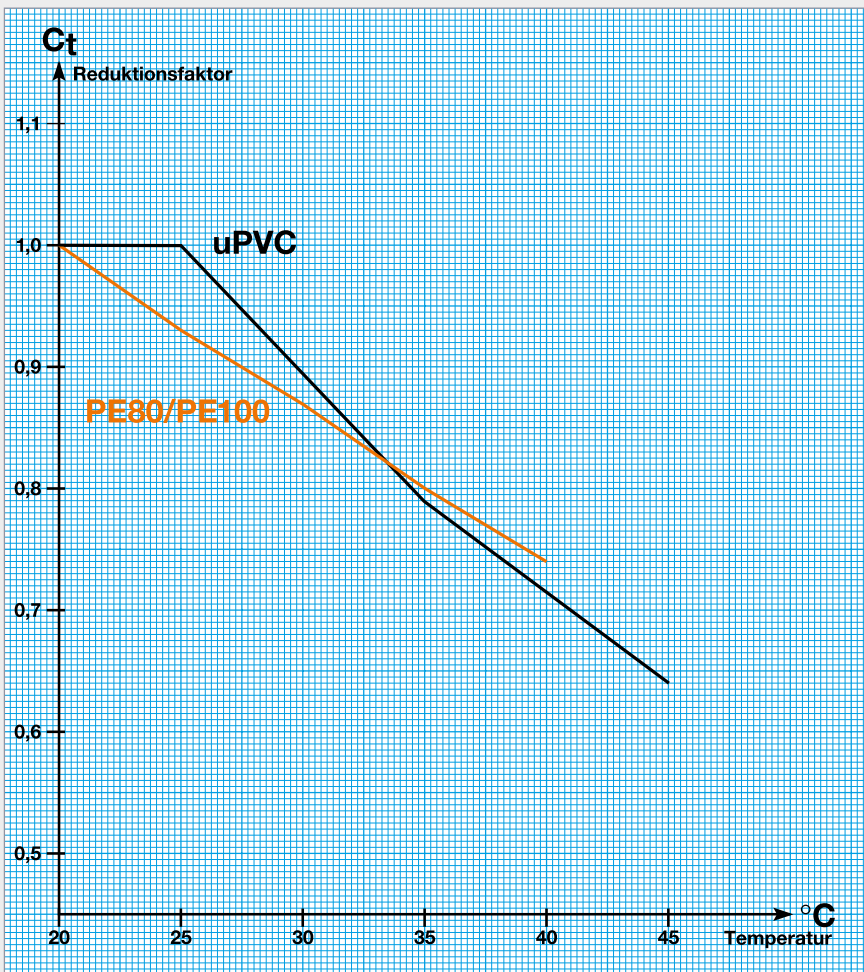
Kraften blir då enligt formel 2: $2,2 \times 41\,682 = 91\,700 \text{ N} = 9,4$ ton
Kraften blir alltså ganska stor och det är viktigt att tillse att rörets fästpunkter kan ta upp dessa krafter.

8.1.4 Tryckreduktion vid höjd temperatur

Användning av plaströr vid högre temperatur än 20°C

I de fall där man i driftssituationen för ett tryckplaströr är tvungen att överskrida rörets maximala, normala drifttemperatur, kan man använda nedanstående diagram för att beräkna den nödvändiga tryckreduktionen för att få ett rör med samma livslängd som vid 20°C.

Diagram 1 - Tillåtet drifttryck vid högre temperatur än 20°C.



Formel 1.

$$PN_t = PN \times C_t$$

Ett exempel:

Ett PE 100-tryckrör, PN 10, ska användas vid en materialtemperatur på 40°C.

$$PN_{40^\circ C} = 10 \text{ bar} \times 0,74$$

Dvs., att röret får ha ett maximalt drifttryck vid 40°C på 7,4 bar, utan att livslängden förkortas.

8.2 uPVC Tryckrör

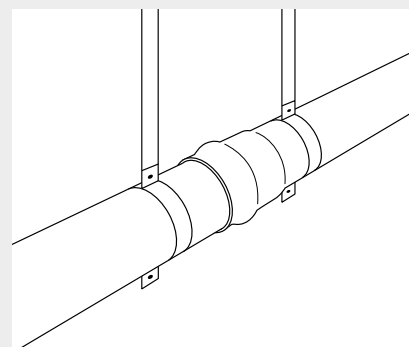
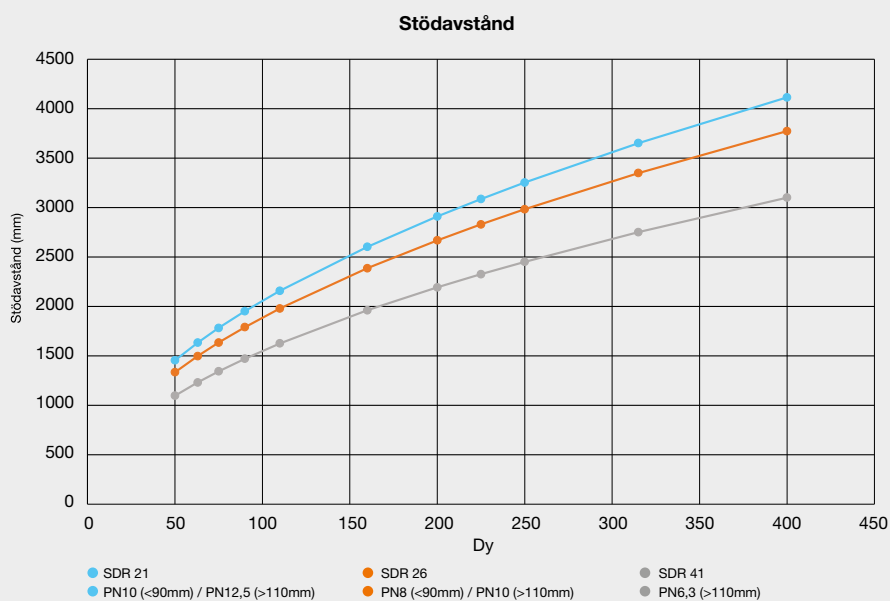
8.2.1 Upphängningsavstånd

Vid upphängning av rör bör man undvika att avståndet mellan stöden blir för stort. Detta resulterar annars i en ofrivillig nedböjning av röret mellan rörbäringarna.

I diagrammen förutsätts att det mellan bäringarna inte överskrids

- ⦿ Vätskedensitet: 1 (vattenfyllda)
- ⦿ Nedböjning: 10 mm över 50 år

För beräkningar se sidan 44 – avsnitt 8.1.1.



Vid upphängning av raka rör ska svep placeras både före och efter vid samtliga muffar som skissen visar.

8.2.2 Väderpåverkan uPVC

uPVC-rör är kända för att vara mycket robusta och tål lagring relativt väl utan skydd, speciellt mot solens UV-strålar.

Vid långvarig lagring missfärgas rören men utan att detta försämrar kvaliteten nämnvärt.

Som oftast är det en kosmetisk fråga, då kunderna inte vill att röret ska ha synliga spår av solblekning.

Med detta sagt är det rätt att påpeka de tekniska förhållanden som uppstår vid UV-bestrålning av uPVC-rör.

1. Vid längre tids UV-bestrålning uppstår missfärgning av röret
2. En viss ökning i draghållfasthet
3. En viss ökning i elasticitet
4. En viss reduktion i slagfasthet

UV-påverkan fortsätter inte när röret inte längre exponeras för UV-strålning.

UV-påverkan påverkar endast det exponerade området och påverkan endast ytan ned till ett djup på 0,025 mm.

UV-påverkan har ingen signifikant påverkan på rör som exponeras i upp till 2 år.

8.2.3 Längdutvidgning

Se 8.1.3.

8.2.4 Tryckreduktion vid höjd temperatur

Se 8.1.4.



9 Sjöledningar

Inledning

PE-rör lämpar sig väl som sjöledningar. Polyetenets stora elasticitet och låga densitet underlättar sänkningen och dess korrosionsegenskaper ger lång funktionstid.

9.1 Förberedelser

Första steget vid en planering av sjöförlagd PE-ledning är att undersöka bottenens beskaffenhet och profil samt att ta reda på vilka påkänningar som ledningen kan komma att utsättas för.

Nedanstående checklista kan vara till hjälp vid förberedelsearbetet.

- ⊕ Bestämning av bottenprofil med hjälp av ekolodning
- ⊕ Karaktäristiska vattennivåer (hög-, medel- och lågvattenyta)
- ⊕ Eventuella tidvattennivåer
- ⊕ Maximal istjocklek
- ⊕ Våg och strömkrafter
- ⊕ Bottenförhållanden, dykbesiktning
- ⊕ Eventuell förekomst av befintliga konstruktioner ex. ledningar, kablar etc.
- ⊕ Risk för ankringsskador
- ⊕ Eventuella bestämmelser för byggande i vatten

9.2 Viktning

Polyetenets flytkraft

Polyetenet i rören har en densitet på ca 0,95 kg/dm³ (liter) vilket innebär att ett helt vattenfyllt rör flyter även om flytkraften är låg.

Exempel

Ett 315 SDR17 PE100 rör som är helt vattenfyllt flyter i sötvatten med en flytkraft på 0,9 kg per meter.

Det behövs alltså väldigt lite vikt för att sänka ett vattenfyllt PE-rör. Huvudskälet till viktning är emellertid inte att få ledningen att sjunka utan att få den att ligga still på botten. Det är alltså i huvudsak för att motstå våg och strömkrafter som vi viktat ledningen.

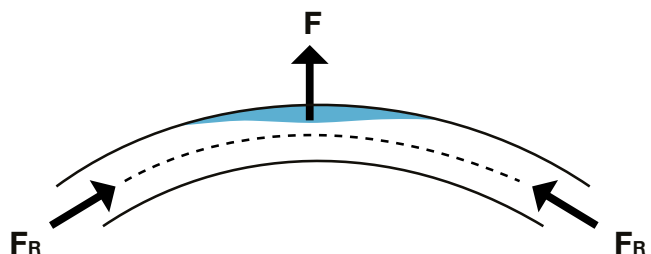
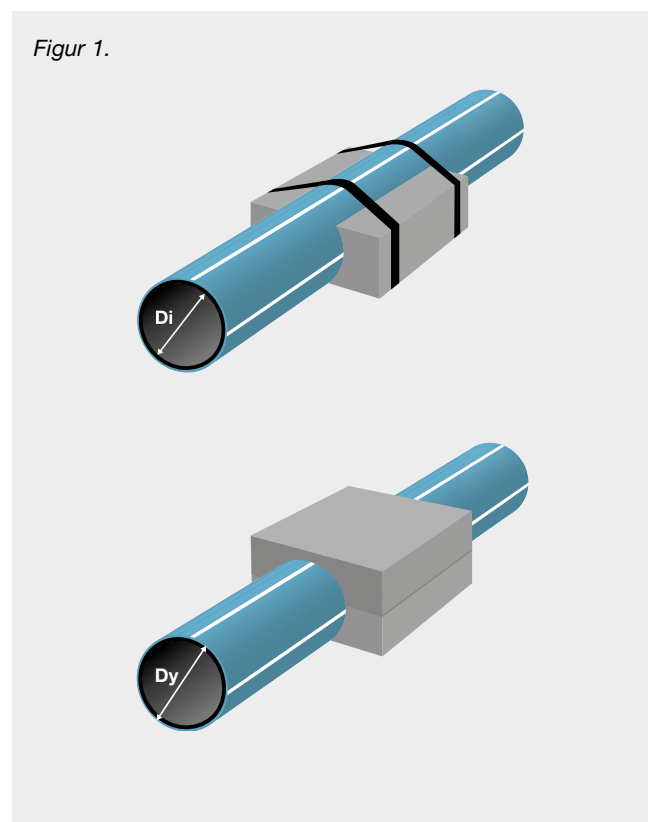
Luft i ledningen

Viktningen är inte i första hand till för att motverka flytkraften från luft i ledningen. Kommer luft in i ledningen sätts hela viktningstekniken ur spel.

Exempel

En PE 500 SDR17 PE100 ligger på botten på ett sådant sätt att en höjdpunkt bildas. I denna höjdpunkt kommer ev luft att ansamlas och åstadkomma en liten lyftkraft F . Eftersom vinkeln α är liten blir utväxlingen och därmed F_R stor kanske 20 ggr F .

Figur 1.



Detta riskerar att ytterligare lyfta ledningen vilket leder till att mer luft ansamlas etc. Har väl luftansamlingen påbörjats är risken stor för uppflytning.

Ledningen skall alltså designas så att ingen luft kan komma in.

Displacement

Viktningens huvudsakliga uppgift är alltså att motverka våg och strömkrafter när den ligger på botten. Det som är avgörande för hur stora våg och strömkrafterna blir är ledningens displacement.

Displacementet är vikten av det vatten som ledningen tränger undan och uttrycks i kg/m.

Exempel

En PE 500 SDR17 PE100 ledning förlagd i sötvatten har displacementet:

$$Depl = \frac{Dy \times \pi \times L}{4} = \frac{5^2 \times \pi \times 10}{4} = 196 \text{ kg/m}$$

Bestämning av viktning

Viktningen uttrycks i % av displacementet och ledningar i skyddade vatten viktas ledningen till 20-30% medan mera utsatta ledningars viktning bör ligga mellan 40-65% vid högre viktning börjar man få problem med flytkraften, se nedan.

Viktprocent och lyftkraft

Eftersom polyetenets densitet ligger väldigt nära vattnets kan man säga att lyftkraften i en luftfylld ledning bestäms av innerdiametern medan displacementet, som vi har sett ovan, bestäms av rörets ytterdiameter. Detta innebär att ledningen förlorar sin lyftkraft vid 65-85 % viktning beroende på SDR-tal.

Våtvikt och torr vikt

Sjövikter tillverkas vanligen i betong som har en densitet på ca 2200 kg/m³. När betongen sänks ned i sötvatten förlorar den skenbart lika mycket i vikt som vikten på det vatten den tränger undan. Eftersom 1 m³ sötvatten väger 1000 kg kommer betongens våtvikt bli 1200 kg/m³.

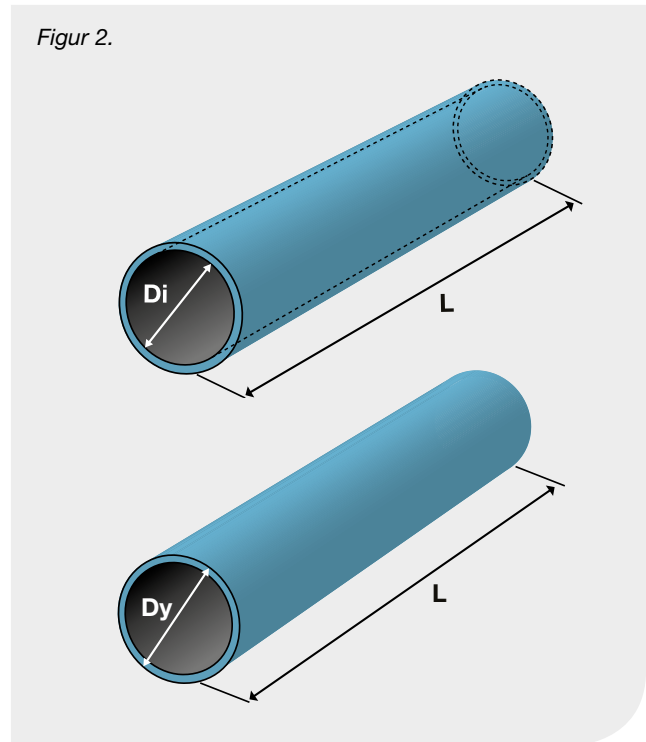
Omvandlingsfaktorn mellan våt och torr vikt är:

1,76 (sjövattnet)
1,9 (havsvattnet)

Vikttyper

Det förekommer flera olika typer av betongvikter på marknaden. Några exempel visas på bild 1. Vid val av vikter bör man tänka på risken för att ex. fiskeredskap skall fastna, att vikterna kan motstå våg och strömkrafter samt vikterna skall vara lätta att montera. Vikternas bredd bör vara minst Dy*0,25.

Figur 2.



Viktutformningen bör också tillåta en viss ledningssvällning som kan uppkomma vid provtryckning och drift. På större ledningar kan de uppkomna krafterna bli stora och riskera att spräcka vikterna. Vanligen löser man detta med gummiinlägg mellan rör och vikt.

Man bör också försäkra sig om att vikterna inte kan glida vid sänkingsförloppet. En vikt som börjar glida kan lätt orsaka en kedjereaktion med katastrofala följder.

Viktavstånd

Viktavståndet avgörs vanligen av tillgången på standardvikter samt vald viktningprocent. Viktavståndet brukar ligga i intervallet 4-6,5 m. För att undvika för högt tryck mellan vikt och ledning bör vikten bredd vara minst 25 % av ledningens diameter.

9.3 Sänkning

Sänkningen sker genom att den viktade ledningen fylls med vatten från landsidan. Vattnet strömmar in i ledningen som sjunker. Sänkningen kan regleras genom att kontrollera den utströmmande luften på sjöänden.

Tillåten böjradie

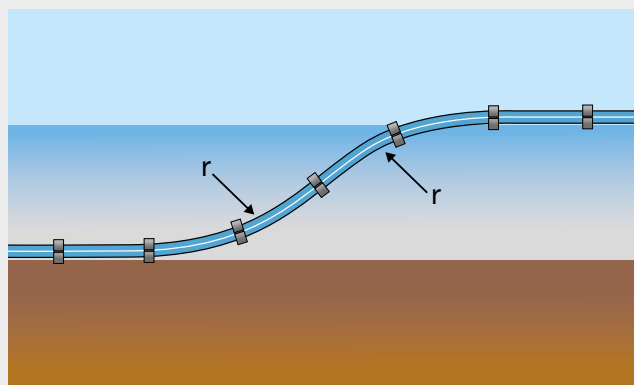
Den största belastning en ledning utsätts för inträffa vanligen vid sänkningen. Böjradien vid utan respektive botten får inte bli för liten, då riskera ledningen att buckla. Eftersom polyetenets hållfasthet är tidsberoende bör man undvika stopp under sänkningen. En lämplig sänkhastighet är ca 500 meter/timma.

Tabellen nedan ger minsta tillåtna böjningsradie vid sänkning.

SDR	Böjradie/Dy
26	22
21	17
17	14
13,6	11
11	9

Den böjningsradie som uppkommer kan beräknas med hjälp av datorsimuleringar. Nedansående faktorer påverkar böjningsradien.

- ⦿ Vatten djupet Större djup ger mindre radie
- ⦿ Viktningsgraden Högre viktning ger mindre radie
- ⦿ SDR-värde Större SDR tal ger mindre radie
- ⦿ Sänkningshastigheten Lägre hastighet ger mindre radie
- ⦿ Dragkraft i ledningen Större dragkraft ger mindre radie



Inre övertryck

För att öka kontrollen samt för att sänka till större djup (större än 8-10 meter) kan ledningen trycksättas.

9.4 Skarvning av svetsade längder

Vid sänkning av längre ledningssträckor delas sjöledningen vanligen upp i ledningssektioner som skarvas på sjön. Vanligast är flänsförband men även stumsvetsning förekommer. Vid användning av flänsförband riskerar flänsförbandets uppstyvning att generera stora spänningar vid sänkning. För att undvika detta bör större flänsförband förses med avstyvande förband.

10 Dimensionsmätning och kvalitet

10.1 PE Tryckrör

10.1.1 Dimensionsmätning av rullade PE tryckrör

För rör på rulle skall enligt EN 12 201 den max tillåtna ovalitet överenskommas mellan tillverkare och slutanvändare. I den tidigare svenska standarden SS 3362 angavs max ovalitet för rullade rör till 6% vilket också är Wavins max gräns för rullade rör DN 16-90 mm. Notera dock att ovaliteten mäts 24 timmar efter utrullning, se nedan.

Ovalitet/rördeformation

I samband med produktion av rör som levereras på rulle så uppstår det en viss ovalitet på röret.

Detta beror på att röret "tvingas" att böja sig utöver sin normala böjradie vid upprullningen.

Standarden säger att centrum på rullen skall vara minimum 18 gånger rörets ytterdiameter, detta för att man skall undvika veckbildning på röret. Wavin producerar alla rullar enligt denna standard.

Ovalitetsprocenten är viktig i samband med ex. svetsning och man beräknar ovaliteten enligt följande formel:

$$\text{Ovalitet} = \frac{(Dy\text{-max}-Dy\text{-min}) \cdot 200}{(Dy\text{-max}+Dy\text{-min})} = < 6$$

Dy-max = maximal uppmätt ytterdiameter

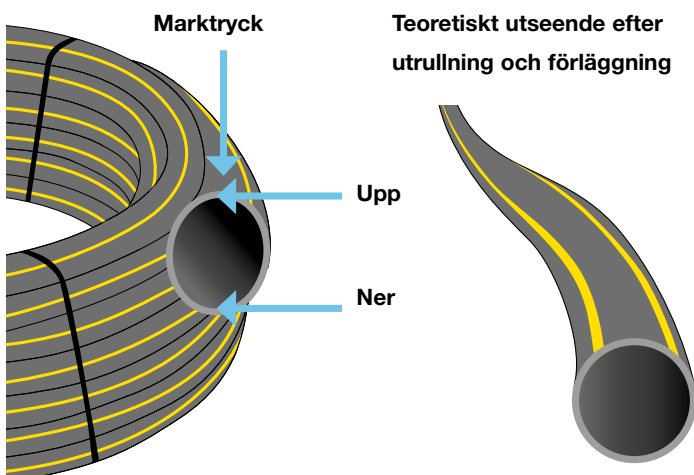
Dy-min = minimal uppmätt ytterdiameter

Wavin har gjort mätningar på hur stor ovaliteten blir på röret och vi kan konstatera att om man mäter på röret när det fortfarande är upprullat så är ovaliteten 15 - 18 %. När man rullar ut röret så återtar röret relativt snabbt sin rundhet och direkt efter utrullning så är ovaliteten redan nere i 7 - 10%.

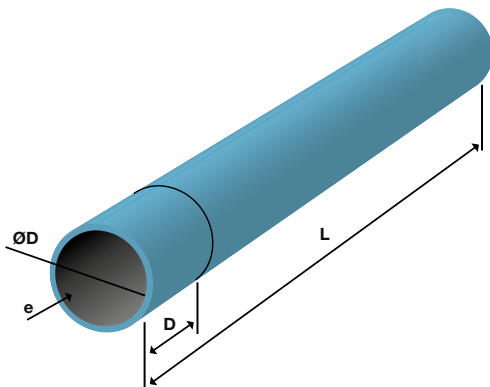
Efter att legat utrullat i 1 dygn är ovaliteten 5 - 6 %.

Mätning av ovalitet sker tidigast 1 dygn efter utrullning av slang. Mätningen utförs ca 0,3 - 0,5 meter in från röränden så att man undviker att få mätfel p.g.a. rörens naturliga "toe in" effekt.

Dessutom så kommer ovaliteten att minska vid förläggning eftersom man rullar ut röret med största diametern upp/ner i schaktet och marktrycket kommer då ytterligare att "deformera" röret positivt.



10.1.2 Dimensionsmätning av raka PE-tryckrör



Figur 1.

Standarder

Dimensionsmätning av PE-tryckrör beskrivs i produktstandarden EN 12201 som i sin tur hänvisar till EN ISO 3126 och ISO 11 992:1997.

Toleranser

Produktstandarden använder toleranser enligt ISO 11 992. Toleranserna indelas i "grades".

För ytterdiametrar finns grade A, B, C, D och E att välja på, för ovalitet finns grade K, L, M och N att välja på och för godstjocklek står valet mellan T, U, V, W, och X.

Enligt EN 12 201 skall:

Ytterdiametrarnas följa grade B för DN t.o.m. 630 och grade A för DN 710 t.o.m. 1000mm.

Ovaliteten följa grade N för DN t.o.m. 800.

Godstjockleken följa grade V

Mätning av medelytterdiameter

Mätningen görs med cirkometer. Mätningen skall enligt EN ISO 3126 ske minst 25 mm från rörets ände eller enligt fabrikantens rekommendation.

Wavin rekommenderar mätning en diameter in på röret, se fig 1.

DN	Min D _{medel} [mm]	Max D _{medel} [mm]	DN	Min D _{medel} [mm]	Max D _{medel} [mm]
16	16,0	16,3	200	200,0	201,2
20	20,0	20,3	225	225,0	226,4
25	25,0	25,3	250	250,0	251,5
32	32,0	32,3	280	280,0	281,7
40	40,0	40,4	315	315,0	316,9
50	50,0	50,4	355	355,0	357,2
63	63,0	63,4	400	400,0	402,4
75	75,0	75,5	450	450,0	452,7
90	90,0	90,6	500	500,0	503,0
110	110,0	110,7	560	560,0	563,4
125	125,0	128,8	630	630,0	633,8
140	140,0	140,9	710	710,0	716,4
160	160,0	161,0	800	800,0	807,2
180	180,0	181,1			

Tabell 1. Tillåtna toleranser på medelytterdiametern.

Temperaturkompensering

Toleranserna i tabell 1 gäller vid 23°C±2. Vid mätning vid andra temperaturer skall uppmätta värden justeras.

Justeringen beräknas med formeln:

$$D_{\text{justering}} = \Delta t \times DN \text{ (i meter)} \times 0,2$$

D_{justering} skall läggas till den uppmätta diametern vid temperaturer lägre än 23°C och dras ifrån vid temperaturer högre än 23°C.

Exempel

Ett DN 500 rörs diameter mäts vid 10°C till 499,5mm.

$D_{\text{justering}} = 13 \times 0,5 \times 0,2 = 1,3 \text{ mm}$; Den kompenserade "rätta" diametern är alltså $499,5 + 1,3 = 500,8 \text{ mm}$

Mätning av ovalitet

Mätning av ovalitet sker genom att bestämma största och minsta diametern i ett tvärsnitt på röret minst en diameter från röränden. Mätningen görs med skjutmått genom att skjutmättet vrids runt röret och största och minsta diametern registreras. Observera att D_{min} får ligga under DN så länge som medeldiametern är o.k.

Ovaliteten beräknas enligt formeln nedan:

$$\text{Ovalitet} = \frac{(Dy\text{-max}-Dy\text{-min}) \times 200}{(Dy\text{-max}-Dy\text{-min})} = < 6$$

Dy-max = maximal uppmätt ytterdiameter

Dy-min = minimal uppmätt ytterdiameter

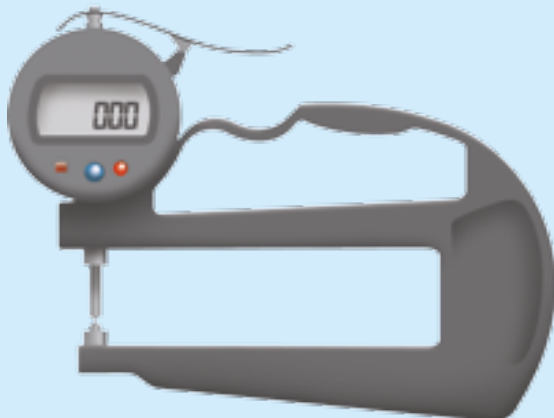
DN	Max ovalitet [mm]	DN	Max ovalitet [mm]
16	1,2	200	4,0
20	1,2	225	4,5
25	1,2	250	5,0
32	1,3	280	9,8
40	1,4	315	11,1
50	1,4	355	12,5
63	1,5	400	14,0
75	1,6	450	15,6
90	1,8	500	17,5
110	2,2	560	19,6
125	2,5	630	22,1
140	2,8	710	24,9
160	3,2	800	28,0
180	3,6		

Tabell 2. Max tillåten ovalitet.

Den tillåtna ovalitet är 2% av DN för DN 16-250 och 3,5% för DN 280-800.

Mätning av godstjocklek

Godstjockleken mäts med särskild tjockleksmätare (figur 2) eller skjutmått.



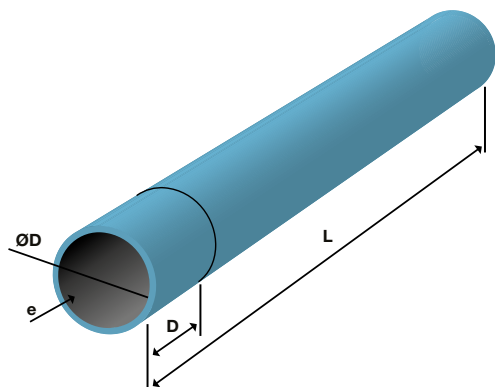
Figur 2.

DN	SDR11		SDR17	
	Min	Max	Min	Max
16	-	-	-	-
20	2,0	2,3	-	-
25	2,3	2,7	-	-
32	3,0	3,4	2,0	2,3
40	3,7	4,2	2,4	2,8
50	4,6	5,2	3,0	3,4
63	5,8	6,5	3,8	4,3
75	6,8	7,6	4,5	5,1
90	8,2	9,2	5,4	6,1
110	10,0	11,1	6,6	7,4
125	11,4	12,7	7,4	8,3
140	12,7	14,1	8,3	9,3
160	14,6	16,2	9,5	10,6
180	16,4	18,2	10,7	11,9
200	18,2	20,2	11,9	13,2
225	20,5	22,7	13,4	14,9
250	22,7	25,1	14,8	16,4
280	25,4	28,1	16,6	18,4
315	28,6	31,6	18,7	20,7
355	32,2	35,6	21,1	23,4
400	36,3	40,1	23,7	26,2
450	40,9	45,1	26,7	29,5
500	45,4	50,1	29,7	32,8
560	50,8	56,0	33,2	36,7
630	57,2	63,1	37,4	41,3
710	64,5	71,1	42,1	46,5
800	72,6	80,0	47,4	52,3

Tabell 3. godstjocklekstoleranser.

10.2 uPVC-tryckrör

10.2.1 Dimensionsmätning av uPVC- tryckrör



Figur 3.

Standarder

Dimensionsmätning av PVC-tryckrör beskrivs i produktstandarden EN 1452-2 som i sin tur hänvisar till EN ISO 3126, ISO 11922-1 och ISO 4065.

Toleranser

Produktstandard EN 1452-2 använder toleranser enligt ISO 11922. Toleranserna indelas i "grades".

Enligt EN 1452-2 ska:

Ytterdiametern följa "grade" D för $DN \leq 50$ och "grade" C för $DN > 50$.

Ovaliteten ska följa "grade" N för $dn \leq 250$ mm och M för $dn > 250$ mm.

Toleransen uttrycker skillnaden mellan den största och minsta diametern på rörets tvärsnitt.

Godstjocklek beskriven i EN 1452-2 hänvisar även till ISO 4065 och ISO 11922-1 "grade W"

Rörlängden, normalt 6 m, är ett minimimått.

Utvändig diameter för uPVC -tryckrör

Mätningen görs i enlighet med ISO 3126 och jämförs med angivna toleransvärden.

Mätningen utförs med cirkometer en diameter in på röret.

For uPVC-tryckrör gäller följande + avvikelse för DN 63 – DN 400

DN	Tolerans [mm]	DN	Tolerans [mm]
63	0,3	225	0,7
75	0,3	250	0,8
90	0,3	280	0,9
110	0,4	315	1,0
160	0,5	355	1,1
200	0,6	400	1,2

Tabell 4. Tolerans från medelstor utvändig diameter.

Mätning av ovalitet

Mätning av ovalitet sker genom att bestämma största och minsta diametern i ett tvärsnitt på röret minst en diameter från röränden. Mätningen görs med skjutmått genom att skjutmättet vrids runt röret och största och minsta diametern registreras. Observera att D_{min} får ligga under DN så länge som medeldiametern är o.k.

Ovaliteten beräknas enligt formeln nedan:

$$\text{Ovalitet} = \frac{(Dy\text{-max}-Dy\text{-min}) \cdot 200}{(Dy\text{-max}+Dy\text{-min})} < 6$$

$Dy\text{-max}$ = maximal uppmätt ytterdiameter

$Dy\text{-min}$ = minimal uppmätt ytterdiameter

Den största tillåtna ovaliteten framgår av tabell 5 nedan.

DN	Max ovalitet [mm]	DN	Max ovalitet [mm]
63	0,8	225	2,7
75	0,9	250	3,0
90	1,1	280	3,4
110	1,4	315	3,8
160	2,0	355	4,3
200	2,4	400	4,8

Tabell 5. Max. tillåten ovalitet,

Mätning av godstjocklek

Godstjockleken mäts med ett specialmätinstrument (figur 2) eller ett skjutmått.



Figur 4.

DN	SDR 21 (PN10*)		SDR 13,6 (PN16*)	
	e-min	Tolerans	e-min	Tolerans
63	3,0	0,5	4,7	0,7
75	3,6	0,6	5,6	0,8
90	4,3	0,7	6,7	0,9

DN	SDR21 (PN 12,5**)		SDR13,6 (PN 20**)	
	e-min	Tolerans	e-min	Tolerans
110	5,3	0,8	8,1	1,1
160	7,7	1,0	11,8	1,4
180	8,6	1,1	13,3	1,6
200	9,6	1,2	14,7	1,7
225	10,8	1,3	16,6	1,9
250	11,9	1,4	18,4	2,1
280	13,4	1,6	20,6	2,3
315	15,0	1,7	23,2	2,6
355	16,9	1,9	26,1	2,9
400	19,1	2,2	29,4	3,2

Tabell 6. Toleranser för godstjocklek

* Nominellt tryck PN enligt designfaktor C = 2,5

** Nominellt tryck PN enligt designfaktor C = 2,0

Mätning av rörlängd

Enligt EN 1452-2 räknas inte mufflängd som en del av rörets nominella längd.

Den föredragna nominella längden på röret är 6 meter.

Utförande av muffar, och acceptabla avvikelser anges i EN 1452-2.



10.3 Tryckprovning

Tryckprovning av trycksatta rör utanför byggnad

För att säkerställa den kvalitet som anläggningsägaren bör och ska förvänta sig är det mycket viktigt att anläggningen täthetsprovats innan den tas i bruk.

Genom att utföra den typen av prover kommer man att kunna upptäcka svagheter vid skarvar, i material och utförande.

Täthetsprovning av trycksatta ledningar beskrivs utförligt i

NS-EN 805, och ställer tydliga krav på system och komponenter utanför byggnaden.

I Norge finns täthetsprovning även beskrivet i VA-miljöblad nr 25.

I Danmark beskrivs täthetsprovning i DANVA-vägledning nr 54.

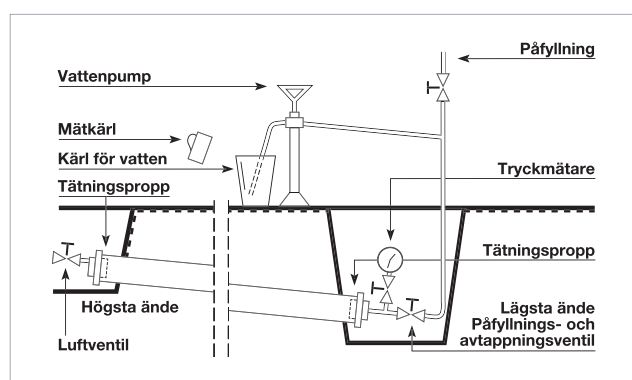
I Sverige hänvisar man till P78 för tryckrör. Det finns även en finsk standard, SFS 3115:E.

Tryckprovning i uPVC-/PE-tryckledning

Innan en uPVC-/PE-ledning tas i bruk (levereras till byggherren) kan den tryckprovats.

Tryckprovningen kan exempelvis utföras enligt Svenskt Vatten P78 respektive P79. Såvida det krävs tryckprovning bör den ingå som en del av projektet och då bör man ta hänsyn till följande:

1. Längdprofilen projekteras med jämn stigning på grund av avluftningen.
2. Det ska monteras avluftare (manuell/automatisk) på alla högpunkter - korrekt placering är nedströms strax efter högpunkten.
3. Det ska etableras avstängningsmöjligheter, så att det går att tryckprova ledningen etappvis.
4. Start- och slutpunkterna på ledningen utförs så att det är möjligt att ansluta påfyllningsplugg på den lägsta punkten respektive avluftare på den högsta punkten.
5. Böjar, T-rör, reduktioner, ventiler, ändmuffar etc. förankras efter det högre provtrycket.
6. I projektbeskrivningen bör det anges vilka krav den projekteringsansvarige ställer på en eventuell tryckprovning, så att den som utför provningen kan vidta de åtgärder som krävs under arbetets gång.
7. Rörmaterialen bör väljas enligt Wavins anvisningar.



Provning av tryckledning, monterad provningsutrustning.

8. Fyll ledningen med vatten.
9. Öka trycket till provtryckningstryck, som regel 1,3 PN.
10. Låt stå i minst 12 h, rekommenderas 24 h.
11. Pumpa upp till provtryckningstryck och mät inpumpad vattenmängd.
12. Håll trycket konstant i 5 timmar och mät inpumpad vattenmängd kontinuerligt. Beroende av inpumpad vattenmängd kan man avgöra om ledningen har ett läckage eller om den är tät.

10.4 Återanvändning

PE och uPVC är plastmaterial som kan återanvändas. Wavins fabriker återanvänder endast sitt egna avfall, vilket beror på de höga krav som vi ställer på renhet.

Wavin är certifierat enligt ISO 14001.

I Sverige och Norge är Wavin medlem av Nordiska Plaströrgruppen (NPG), som organiserar insamlingen av återvinningsmaterial.

I Danmark genomförs ett landstäckande insamlings- och återvinningsystem för byggavfall av företaget WUPPI A/S. Dessa insamlade återvinningsmaterial används inte i vår produktion av rör.

10.5 Plastmaterial och kemikalieresistens

När avloppsvatten leds genom rören i ett avloppssystem påverkas rören kemiskt. Det är därför mycket viktigt att rören har hög kemikalieresistens.

När ett materials kemikalieresistens ska bedömas ingår bl.a. faktorer som temperaturer, koncentration, tid och tryck.

Rör är godkända enligt DS/ISO/TR10358 och tätningringar enligt ISO/TR7620 och EN 681 1-2.

På vår hemsida finns en kemikalieresistenstabell som får användas fritt.

Detta schema är vägledande vid bedömning av kemikalieresistensen.

10.6 Kvalitet - tredjepart certifiering



10.7 Standarder, föreskrifter och anvisningar

Wavin är känt för produkter som är säkra och pålitliga över tid. För att garantera en kvalitet i absolut toppklass omfattas hela vår produktportfölj av en intern och extern kontroll samt övervakning. Wavins kvalitetshantering är certifierad enligt EN ISO 9001:2008 och EN ISO 14001:2004.

Wavins produkter uppfyller kraven i de olika europeiska, internationella och nationella standarderna och föreskrifter. Detta gör sig gällande inom dimensioner, identifikation, material, mekaniska och fysiska förhållanden samt lämplighet för ändamålet. Generellt finns det minst en oberoende tredjeparts-certifiering.

Alla EN-standarder har en standarduppbyggnad.

De består av 7 delar med följande struktur:

1. Generellt
2. Rör
3. Formstycken
4. Ventiler
5. Systemets lämplighet för användning
6. Rekommenderad praxis vid installation
7. Vägledning vid bedömning av överensstämmelse

Plastprodukter som används i marken för gas- och vattenförsörjning omfattas av följande standarder:

EN 1555: "Plastics piping systems for gas supply – Polyethylene (PE) – Part 2: Pipes", 2010.

EN 12201: "Plastics piping systems for water supply – Polyethylene (PE) – Part 2: Pipes", 2011.

ISO TR 10358: "Plastics pipes and fittings – Combined chemical-resistance classification table", 1993.

PAS 1075: "Pipes made from Polyethylene for alternative installation techniques – Dimensions, technical requirements and testing", 2009.

Tillkomsten av de gemensamma europeiska standarderna (EN) är en av de viktigaste prestationerna på den europeiska marknaden. Tekniska föreskrifter och nationella standarder är inte längre handelshinder. När en EN-standard godkänns blir den automatiskt gemensam standard för alla medlemmar i den europeiska unionen och de länder som handlar med dem. När en EN-standard träder i kraft namnges den efter det aktuella landet, t.ex. blir en dansk standard till DS-EN-standard, i Tyskland blir en DIN EN standard osv. Alla har dock samma innehåll (inklusive de karakteristika som anses som minimikrav samt respektive testmetoder).



11 Hantering, lagring och transport

Wavin tryckrör levereras i färdigpaketerade buntar. På så sätt säkerställs ett bra skydd under transport och lagring. uPVC-rören är utrustade med fabriksmonterade fastsittande gummiringar. Både uPVC- och PE-rör levereras från fabriken med plastpluggar som effektivt skyddar rören mot inträngande smuts osv.

Mottagningskontroll och lagring av plaströr

Vid mottagning av rör måste dessa omedelbart kontrolleras med avseende på eventuella skador eller brister.

Det måste även bekräftas att rören motsvarar beställningen både vad gäller dimensioner, material och färgkoder. Avvikelser måste meddelas omedelbart till närmaste kontraktspart.

Rören måste lagras på ett jämnt underlag och får inte utsättas för punktbelastningar eller större nedböjningar. Det kan vara en

god idé att lägga plank eller pallar under lösa rör. Det kommer också att vara enklare att hantera rören om de har lagrats på korrekt stöd och med användning av stöd.

Vid lagring av rör över längre tid måste man bedöma om de eventuellt ska täckas över för att skydda dem mot solljuset. Lagring av rör på höjden kan i en del fall medföra risk för personskador. Eventuell skaderisk måste bedömas från fall till fall. Wavin rekommenderar inte att man staplar mer än 2 ramar på varandra om rören ska lagras en längre tid.

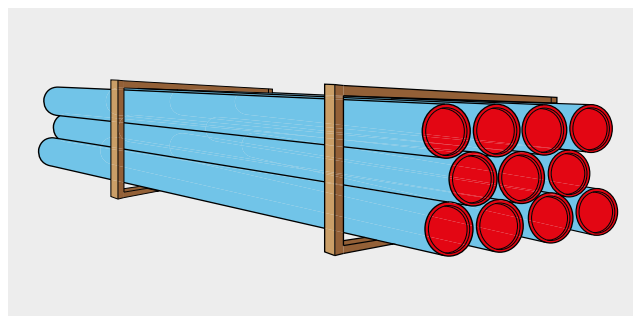
Om området inte är avspärrat eller skyddas på annat sätt kan åtgärder behöva vidtas för att förhindra skadegörelse och stöld.

Transport och lagring

Vid transport och lagring av brutna buntar ska nedanstående följas:

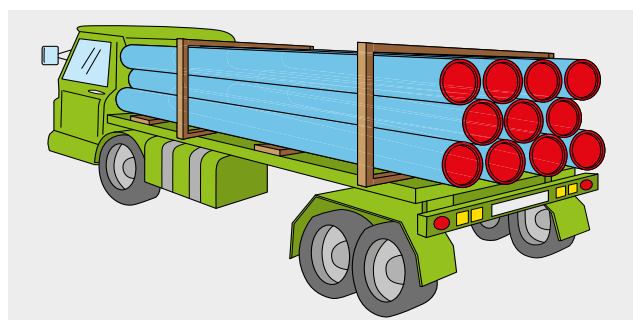
Figur 1

Rör bör så länge det är möjligt hanteras och förvaras i de buntar som Wavin levererar.



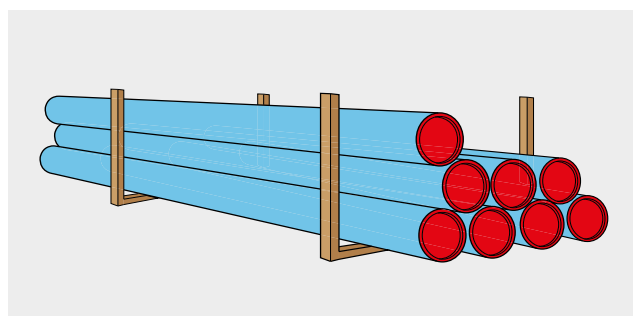
Figur 2

Det ska placeras spridare på flaket. Rören ska stöttas i hela sin längd på flaket. Rören ska lastas och lossas på ett försvarbart sätt. Rören får inte tippas av från eller kastas ned från lastbilen.



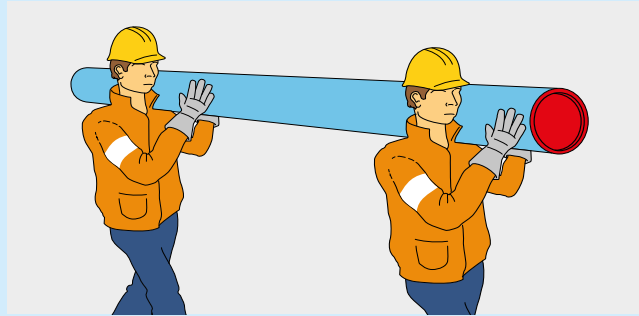
Figur 3

Rörbuntar och lösa rör bör förvaras på stabilt underlag. Lösa, muffade rör lagras liggande omlott muff/spetsände så att inte rören vilar på muffarna.



Hantering i rörgraven**Figur 4**

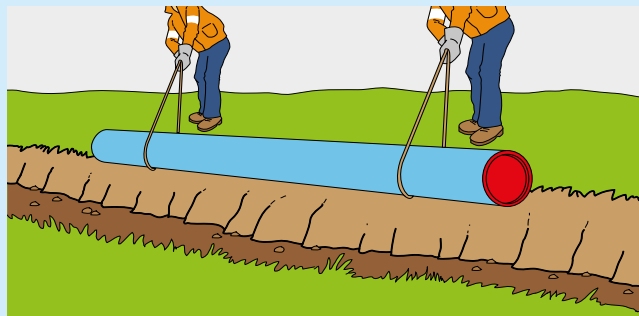
Rör i mindre dimensioner kan hanteras utan användning av hjälpmedel.

**Figur 5**

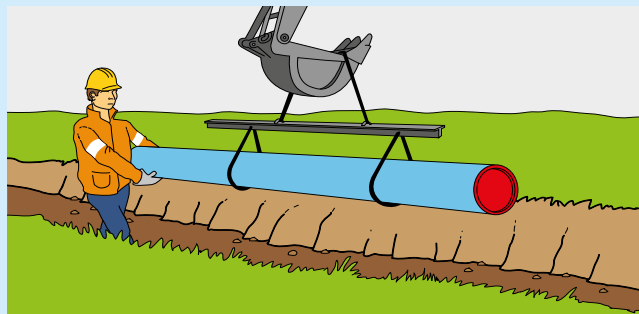
Rör i mindre dimensioner kan hanteras manuellt i rörgraven.

**Figur 6**

Rör i större dimensioner kan göra det nödvändigt att använda lyftslingor. Använd minst två lyftslingor.

**Figur 7**

Rör i större dimensioner kan göra det nödvändigt att använda en speciell kran.



Lagring av rör

Lagring av rör med avseende på deformation och UV-bestrålning. För att skydda PE-material för nedbrytning från solens UV-strålning tillsätts skyddande ämnen. För svarta rör används kimirök som ger ett mycket gott skydd mot UV-strålning. För rör i andra färger tillsätts andra typer av skyddsämnen. I produktstandarden EN 1555 ställs krav på att icke svart material skall provas för väderbeständighet.

Kraven är att materialet skall klara 3,5 GJ/m² och år. Denna nivå är strax över den nivå som i EN 12007 anger för södra Sverige och södra Danmark (3,35 GJ/m² och år). Norges årliga instrålning anges till 2,93 GJ/m² och år.

För svarta rör krävs ingen väderbeständighetsprovning men undersökningar utförda av materialtillverkare visar på en hållbarhet utomhus i mer än 18 år. För gasrör ställs extra höga krav vilket kan motivera nedanstående rekommendationer för Skandinavien.

För svarta PE rör kan rören deformeras i längsled (bananform) vid ensidig uppvärmning.

Materialfärg	Max tid för oskyddad lagring utomhus
Icke svart	1 år
Svart	5 år

Stapling av rörbuntar

Rörbuntar får endast staplas om staplingskraften överförs via emballaget dvs. ramarna är försedda med vertikala stöd mellan de horisontella samt att buntarna ställs med ramvirke på ramvirke.



Rördelar

PE-rördelar förpackas individuellt i PE-påsar samt i kartonger för att skydda dem mot UV-strålning och allmän förorening.

Rördelar får inte tas ut från emballaget förrän precis innan de ska användas, detta för att förhindra eventuell nedsmutsning av svetszonerna, samt oxidering av PE-materialet.

Förutsatt att rördelarna skyddas mot direkt solljus och förvaras i sina originalförpackningar kan de lagras i upp till 10 år om lagringstemperaturen ligger under 50°C. Förvaring ska ske i den tillslutna påsen och i en stängd kartong.

PVC-rördelar ska behandlas som rör och pluggas igen om de lagras utomhus.



12 Tabeller och diagram

Tekniska data för PE- och uPVC-rör

Tekniska data för PE- och uPVC-rör:			Typiska värden			
Beteckning:	Enhet	PE80	PE100	uPVC data:	Anm	Provningsmetod
Densitet	kg/m ³	940	950	1400		ISO 1183
E-modul (vid 20 °C) (1 mm/min.)	MPa	700	1100	3000		ISO 527
Brottspänning korttid	Mpa	20-22	23	50-60	Korttidvärde vid 20 °C	ISO 6259
Brottspänning långtid	Mpa	8	10	25	50 årsvärde vid 20 °C	ISO 6259
Tillåten spänning	Mpa	6,3	8	10-12,5	Enligt EN 12201 och EN 1452	
Brottöjning	%	>600	>600	25-100		
Tillåten töjning	%	2,5-5	2,5-5	1-2,5		
Längdutvidgningskoefficient	mm/mx°C	0,17	0,17	0,08		
Tvärkontraktionstal		0,45	0,45	0,4		
Smältindex (190 °C, 5 kg)	g/10 min.	0,9	0,3			EN/ISO 1133 cond. 18
Värmeledningstal	W/mx ° K	0,43	0,43	0,16		DIN 52 612 v. 23 °C
Dricksvattengodkännanden	Godkänt för användning i dricksvattenapplikationer					
Kemisk beständighet	För rör, DS/ISO TR 10358 och packningar - ISO/TR 7620, samt EN-681 1 och 2.					

Tabell 1.

PE och SDR/PN (bar) värden och styvhet

PE-material	Designkoefficient C	SDR 26	SDR 17	SDR 11
PE80	C=1,25 (Sverige)	PN 5	PN 8	PN 12,5
PE80	C=1,6 (Danmark, Norge)	PN 4	PN 6,3	PN 10
PE80 Gasrör	C=2,0 (Sverige, Danmark, Norge)		PN 5	PN 8
PE100	C=1,25 (Danmark, Sverige)	PN 6,3	PN 10	PN 16
PE100	C=1,6 (Norge)	PN 5	PN 8	PN 12,5
PE100 Gasrör	C=2,0 (Sverige, Danmark, Norge)		PN 6,3	PN 10
Ringstyvhet				
Typisk styvhet PE80 (kN/m ²)		4	16	64
Typisk styvhet PE100 (kN/m ²)		6	20	80

Tabell 2.

PN: Uttryck för rörets tillåtna driftryck vid 20°C för en livslängd på minst 50 år.

SDR: Uttryck för förhållandet mellan rörets utvändiga diameter och godstjocklek. Man räknar ut godstjockleken genom att dividera ytterdiametern med SDR-värdet. Ju högre SDR-värde, desto mindre godstjocklek och därmed lägre tryck som kan ledas genom röret.

Gasrör: För projektering och läggning måste de lokala myndigheterna kontaktas. Det kan finnas särskilda regler i de enskilda länderna eller regionerna.

uPVC och SDR/PN (bar) värden och styvhet

Dimension	Designkoefficient C	SDR 41	SDR 34,4	SDR 33	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11
< 90 mm	C=2,5	-	PN 6	PN 6,3	PN 8	PN10	PN 12,5	PN 16	PN 20
> 110 mm	C=2,0	PN 6,3	PN 7,5	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
Ringstyvhet									
	C = 2,5 (kN/m ²)	-	6	-	14	27	-	99	-
	C = 2,0 (kN/m ²)	3,5	-	7	14	-	51	-	-

PN: Uttryck för rörets tillåtna driftryck vid 20°C för en livslängd på minst 50 år.

Samband mellan SDR och tryckklasser och styvhet för uPVC-tryckrör: XX/EN 1452 och 1456.

E-moduler för PEH [MPa]

Temp °C	0,5h	1h	2h	10h	12h	24h	100h	1000h	1år	10år	50år	100år
4	842	802	760	668	647	617	565	472	411	349	298	288
10	746	710	673	591	573	546	500	418	364	309	264	255
16	667	635	602	529	512	489	447	374	326	276	236	228
23	565	538	510	448	434	414	379	317	276	234	200	193
27	525	500	474	417	404	385	352	295	257	218	186	179
32	463	441	418	367	356	339	311	260	226	192	164	158
38	412	393	372	327	317	302	277	231	201	171	146	141
43	362	344	326	287	278	265	243	203	177	150	128	124
49	328	312	296	260	252	240	220	184	160	136	116	112

Uppgifterna i tabellen ovan är hämtade från "Second edition Handbook of PE-pipe" utgiven av Plastics pipe institute. Värdena på E-modulen avser PEH material med densitet mellan 947-955 kg/m³ som utsätts för enaxlig, kontinuerlig och varaktig spänning på max 2,75 MPa. Värdena skall ses som riktvärden, för exakta värden kontakta respektive materialleverantör.

Produkter och standardföreningar

Godkännande	Dimension i mm	Standard	Nordic Poly Mark		SDR
uPVC-tryckrör för vattenförsörjning och avlopp	1 (dn=63mm) 2 (75 ≤ dn ≤ 225) 3 (250 ≤ dn ≤ 630)	EN 1452	Cert. nr.: 2001		33-21 41-33-26-21-13,6-11 41-26-21-13,6
uPVC-delar Packningar	1 (dn=63mm) 2 (75 ≤ dn ≤ 225) 3 (250 ≤ dn ≤ 630)	EN 1452	Cert. nr.: 2001		33-21 41-33-26-21-13,6-11 41-26-21-13,6
SafeTech	63-400	EN 12201-2	Cert. nr.: 2008		9-11-13,6-17-26
SafeTech Delar	63-400	EN 12201-3	Cert. nr.: 2008		9-11-13,6-17-26
PE80 tryckrör för vatten och avlopp	16-250 16-630 16-250	EN 12201-2	Cert. nr. 2029 Cert. nr.: 2066 Cert. nr.: 2008		11-17-26 11-17 17
PE100 tryckrör för vatten och avlopp	16 ≤ dn < 710 75 ≤ dn < 1000 75 ≤ dn < 1600	EN 12201-2	Cert. nr.: 2066	Cert. nr.: 2008	9-11-13,6-17-26 9-11 13,6-17-26
PE100 tryckrör delar	16 ≤ dn < 710	EN 12201-3	Cert. nr.: 2008		17-26
PE80 spillvatten och avlopp	16-250 16-630 16-250	EN 12201-2	Cert. nr.: 2066	Cert. nr.: 2008	11-17-26 11-17 17
PE100 Elektrovetsdelar	16 ≤ dn < 75 75 ≤ dn < 250 250 ≤ dn < 710	EN 12201-3	Cert. nr.: 2038		11 11-17 11
PE100 Elektrovetsdelar	16 ≤ dn < 75 75 ≤ dn < 250 250 ≤ dn < 710	EN 12201-3	Cert. nr.: 2039		11 11-17 11-17
PE100 gas	16 ≤ dn < 75 75 ≤ dn < 250	EN 1555	Cert. nr.: 2102		11
PE80/PE100 gas	16 ≤ dn < 500 16 ≤ dn < 630	EN 1555	Cert. nr.: 2068		11 17
PE100 Elektrovetsdelar	16 ≤ dn < 75 75 ≤ dn < 250 250 ≤ dn < 630	EN 1555	Cert. nr.: 2040		11 11-17 11-17
PE100 Elektrovetsdelar	16 ≤ dn < 75 75 ≤ dn < 250 250 ≤ dn < 630	EN 1555	Cert. nr.: 2041		11 11-17 11

Flänsar:

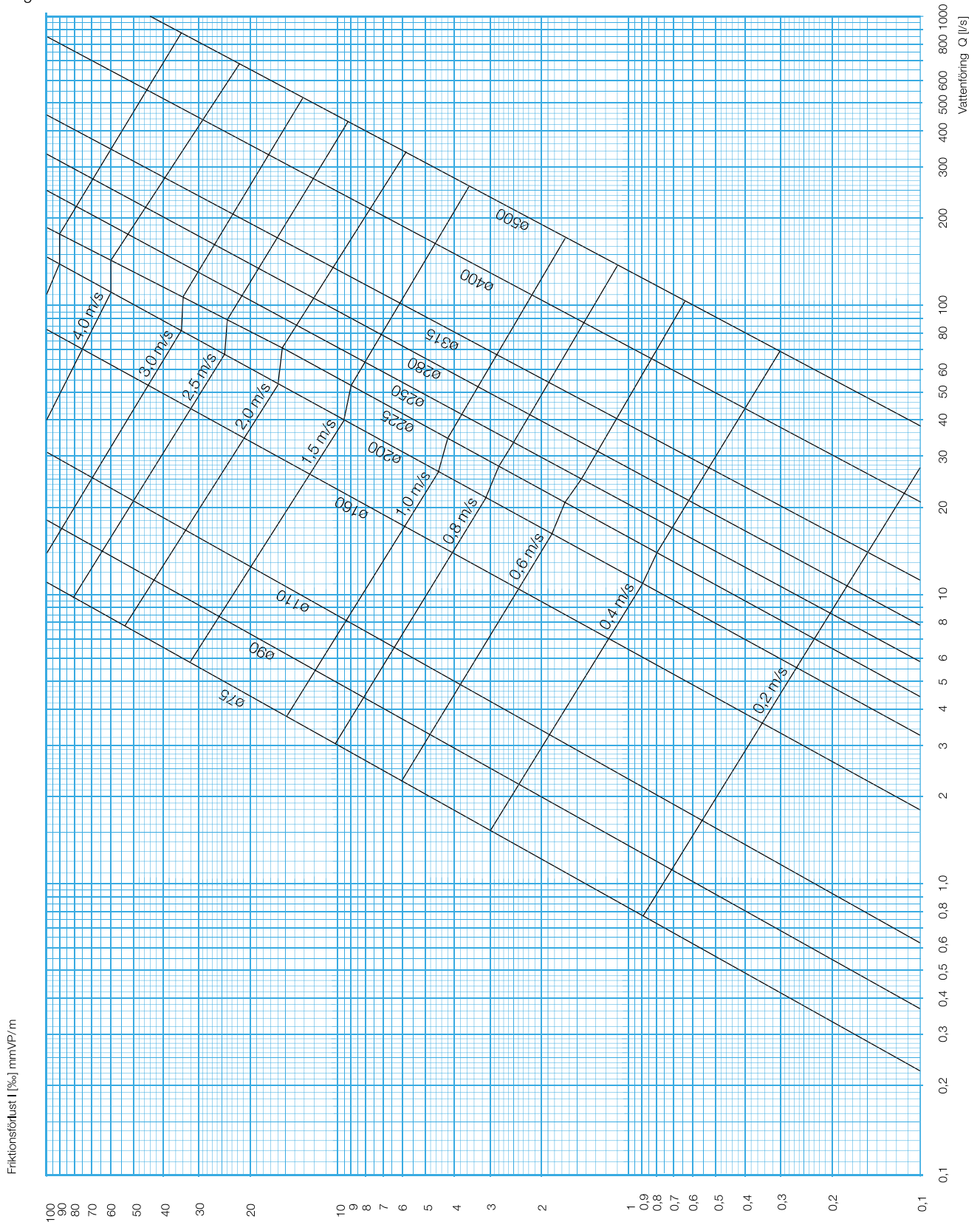
Flänsar uppfyller kraven i följande standarder:

DN	Tryckklass	SSG 7482	EN1092-1	DIN-2642	ISO7005	DIN 2501		
63-315	PN10		X		X	X	SSG 7482	Standard för lösläns framtagen av SSG ett standardiseringsföretag med rötter i skogsindustrin
63-315	PN16						EN1092-1	Europeisk standard för stålflänsar
355-800	PN10			X			ISO 7005	Internationell standard för stålflänsar
355, 400, 500	PN16		X				DIN 2501	Tysk standard för stålflänsar
450, 560-800	PN16	X	X					

Flödesdiagram för uPVC tryckrör PN6

Kurvorna beräknas utifrån uPVC-rörens innerdiameter.

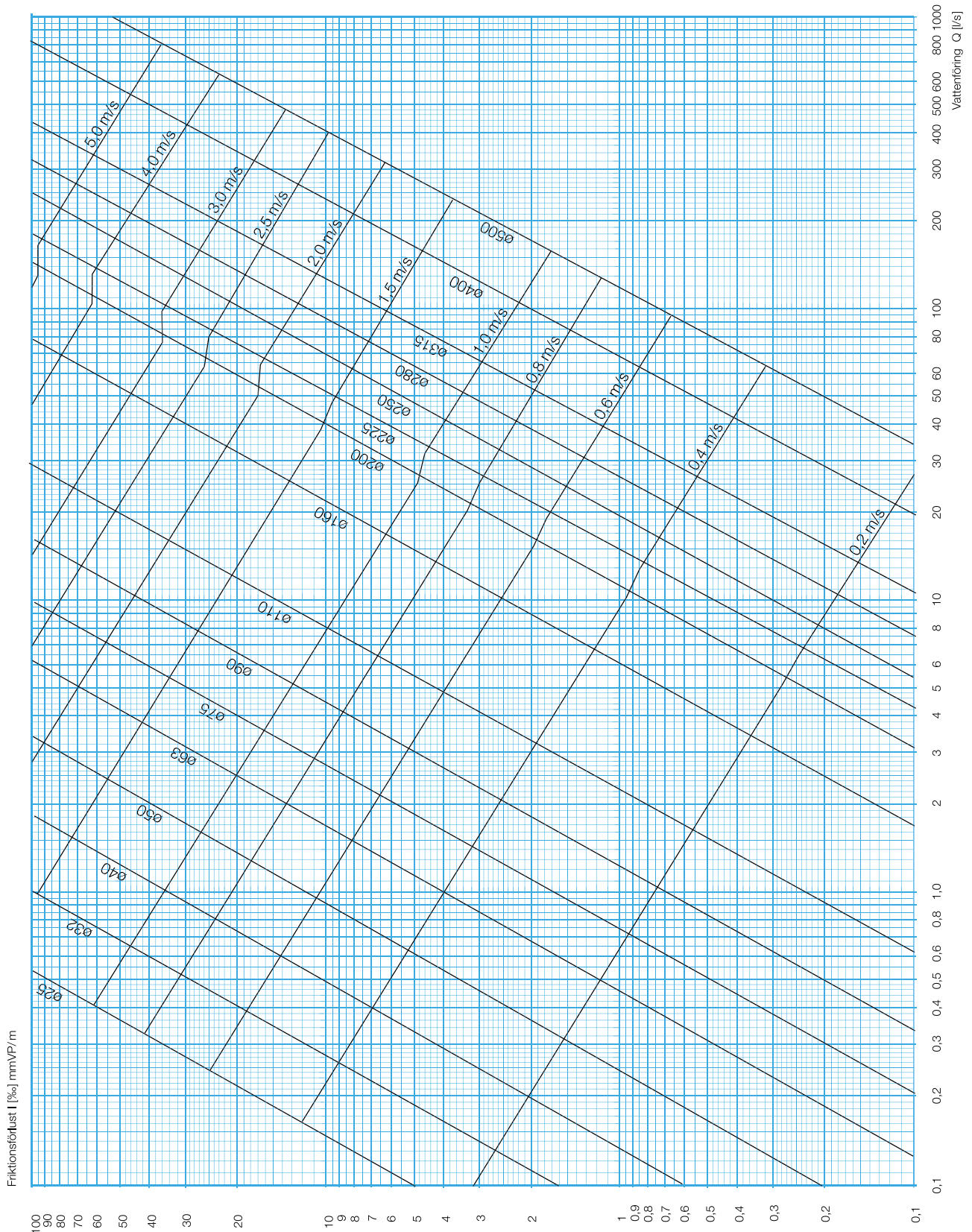
Diagram 1



Flödesdiagram för uPVC tryckrör PN10

Kurvorna beräknas utifrån uPVC-rörens innerdiameter.

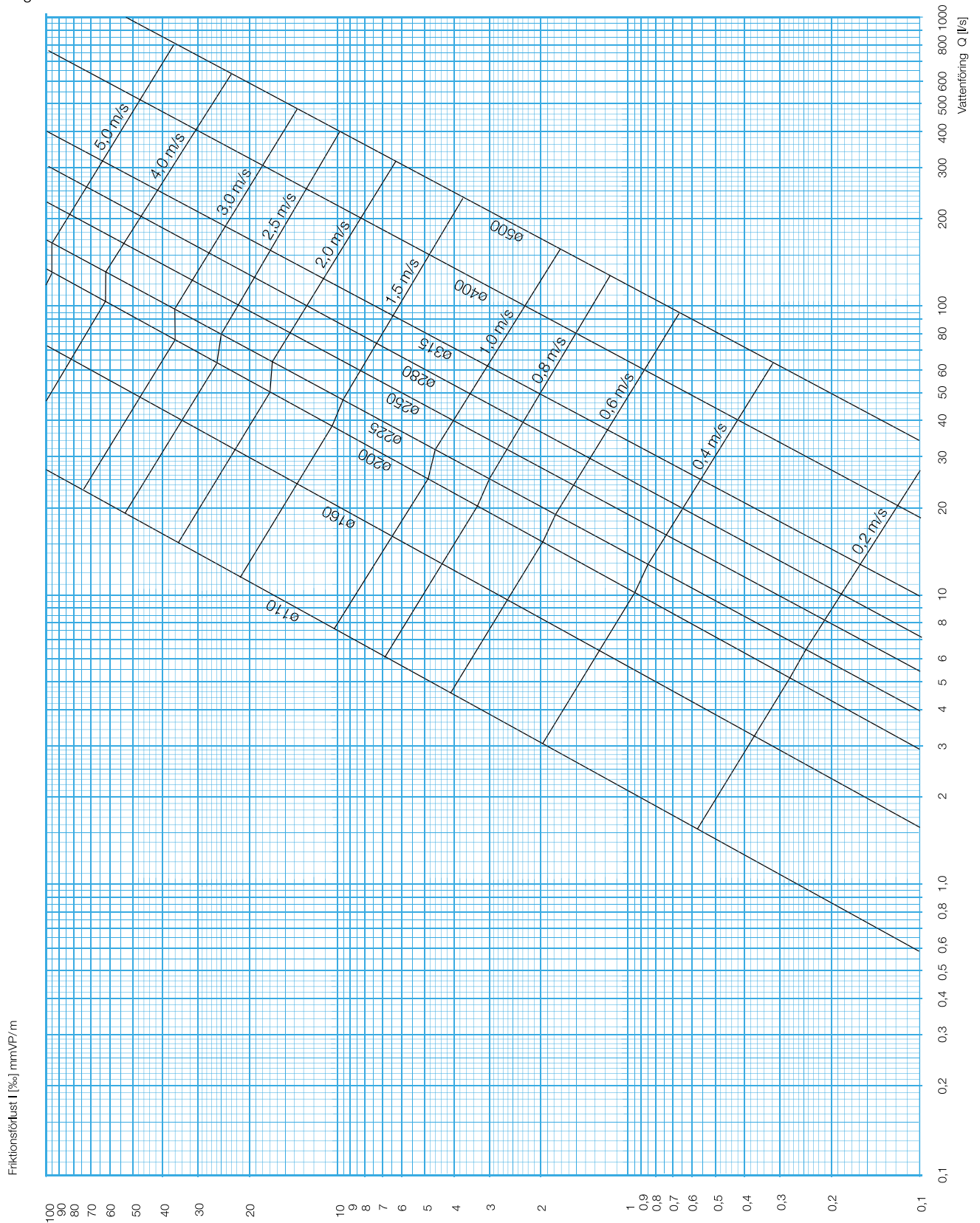
Diagram 2



Flödesdiagram för uPVC tryckrör PN12,5

Kurvorna beräknas utifrån uPVC-rörens innerdiameter.

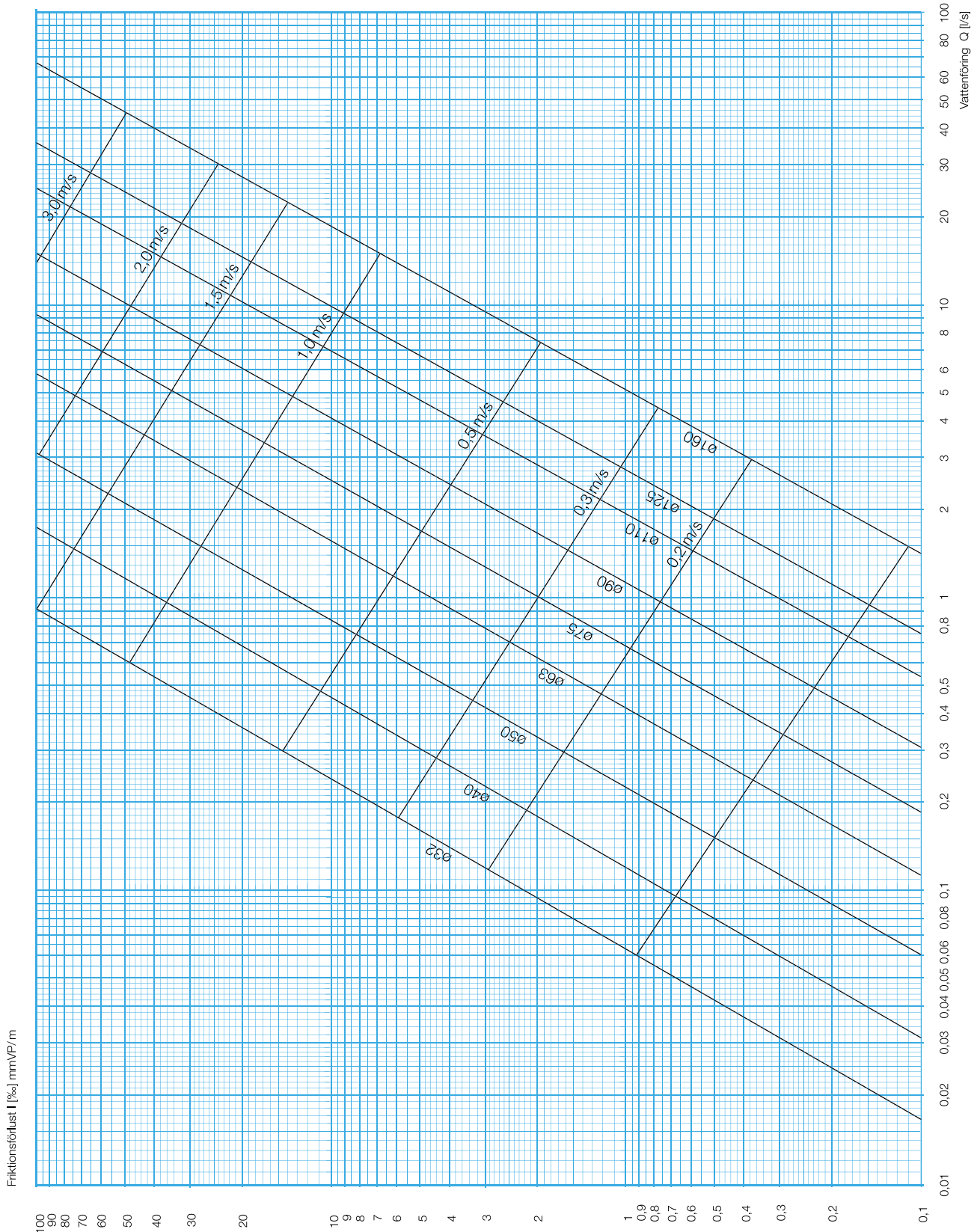
Diagram 3



Flödesdiagram för PE80 tryckrör SDR17

Kurvorna beräknas utifrån PE-rörens innerdiameter.

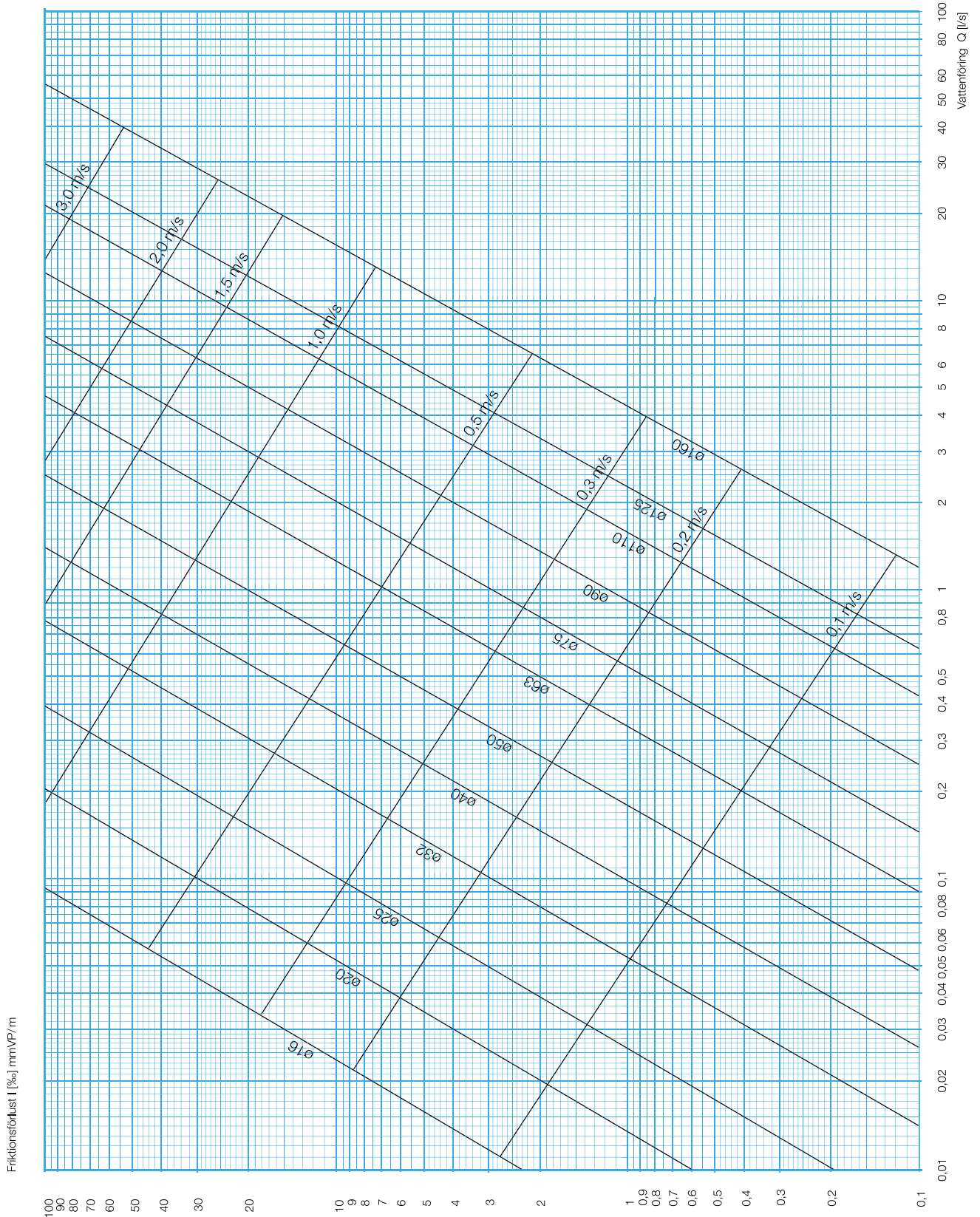
Diagram 4



Flödesdiagram för PE80 tryckrör SDR11

Kurvorna beräknas utifrån PE-rörens innerdiameter.

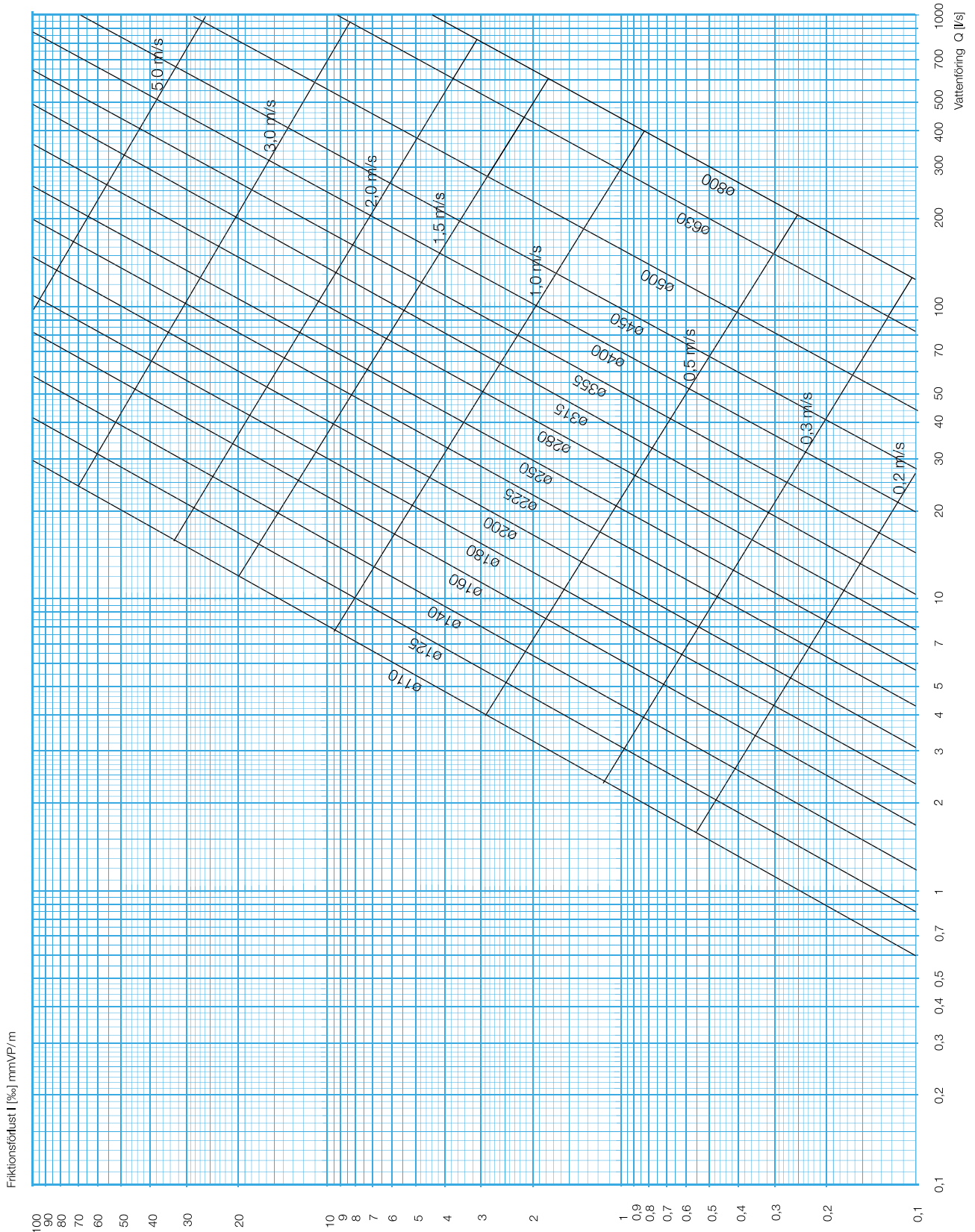
Diagram 5



Flödesdiagram för PE100 tryckrör SDR26

Kurvorna beräknas utifrån PE-rörens innerdiameter.

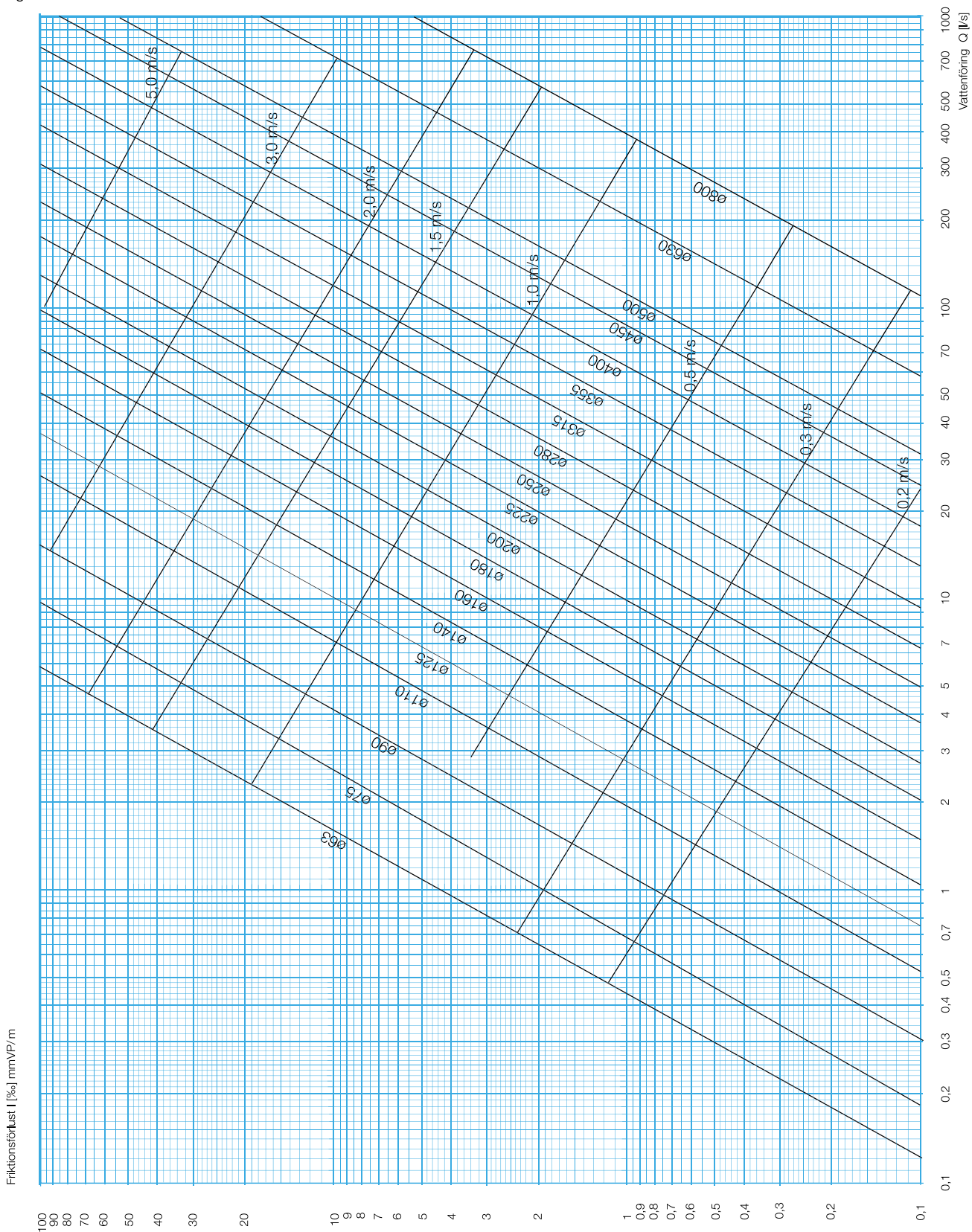
Diagram 6



Flödesdiagram för PE100 tryckrör SDR17

Kurvorna beräknas utifrån PE-rörens innerdiameter.

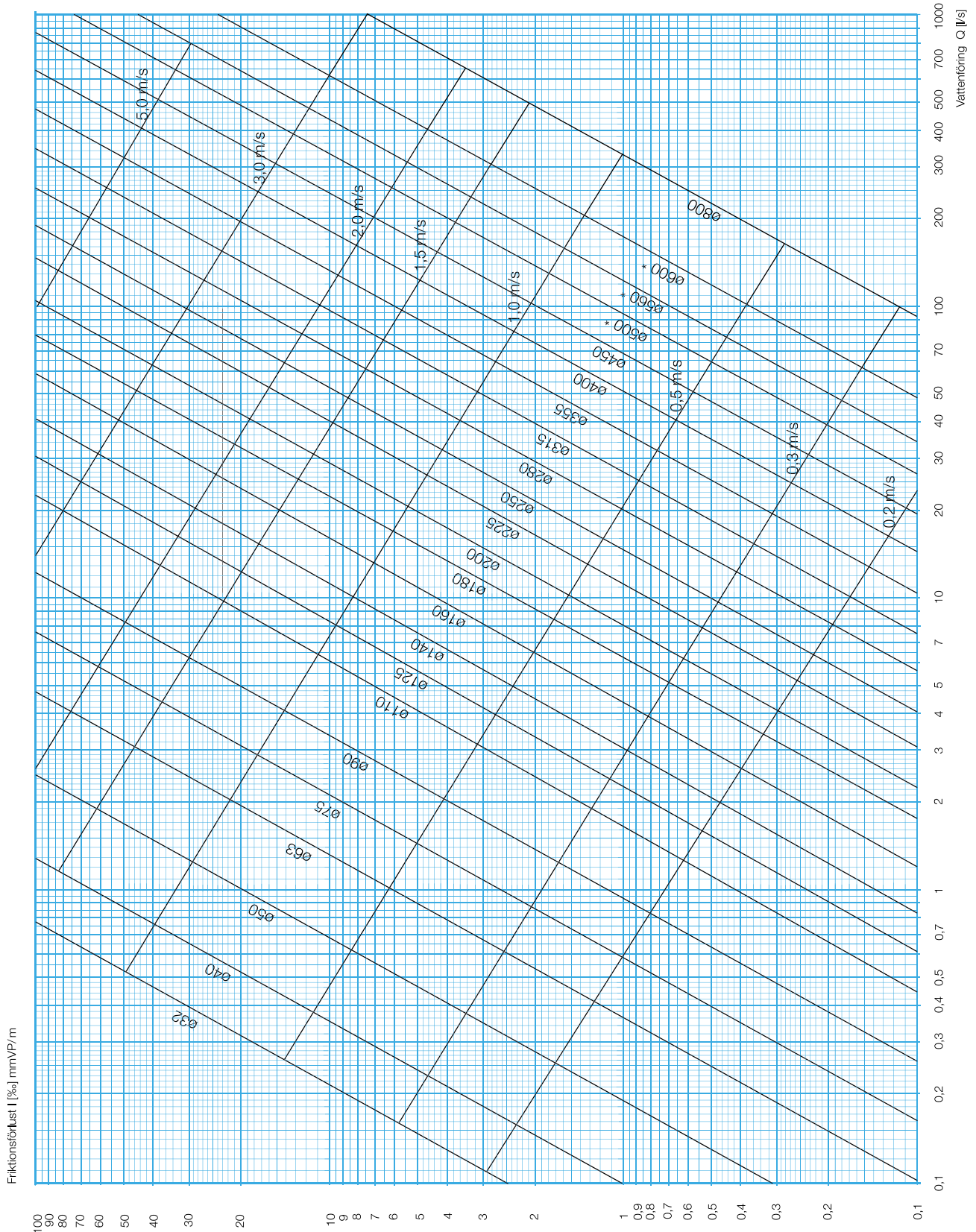
Diagram 7



Flödesdiagram för PE100 tryckrör SDR11

Kurvorna beräknas utifrån PE-rörens innerdiameter.

Diagram 8



13 Referenser

- DS 430 »Läggning av flexibla ledningar av plast i jord«. 2:a utgåvan - april 1986
- DS 439 »Vatteninstallationer«. 4:e utgåvan - juli 2009
- DS 455 »Täthet hos avloppssystem i jord«. 1:a utgåvan - januari 1985
- DS 475 »Norm för etablering av ledningsanläggning i jord«. mars 1995
- DS/EN 1452 uPVC-rör »Trykrör och formstycken av uplasterad polyvinylchlorid (PVC-U) för vattenförsörjning« - Juni 2000
- DS/EN 1610 »Läggning och provning av rör för avloppssystem«. 2:a utgåvan - december 2010
- DS/EN 12201 PE-rör »Trykrör av polyetylen (PEL,PEM,PEH) för vattenförsörjning« - Maj 2003
- ISO 4422: 1996-97 »Pipes and fittings made of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) for water supply - Specifications«.
- ISO 4427: 1996 »Polyethylene (PE) pipes for water supply«.
- DS/ISO/TR 10358: 2002 »Plastics pipes and fittings – combined chemical-resistance classification table«.
- VAV Publikation P 41 »Förankring av markförlagda tryckledningar« Förankringstyper, Dimensionering, Utförande. augusti 1979
- VAV Publikation P 47 » Avloppspumpstationer. Dimensionering, utformning och drift«. mars 1984
- VAV Publikation P 58 »Tryckslag i VA-anläggningar. Orsaker, beräkningsmetoder, skyddsåtgärder, mätningar«. september 1988
- Lars-Eric Janson and Jan Molin: »Design and Installation of Buried Plastics Pipes«. Wavin Januar 1991, ISBN 87-983636-0-3
- ”Danva Vejledning nr. 54, andra utgåvan - Användning av plaströr för vatten- och avloppssystem”. DANVA, Uponor A/S, Nordisk Wavin A/S och KWH Pipe A/S. juli 2006

- ⦿ Borealis: Plastic pipes for water supply and sewage disposal
- ⦿ ASTM F1563-01 Tools to squeeze of Polyethylene gas pipe or tubing
- ⦿ ASTM F1734 Qualification of a Combination of Squeeze Tool
- ⦿ Svensk Vatten publikation P101 Schaktfritt byggande av markförlagda VA-ledningar av plast
- ⦿ Svensk Vatten publikation P98 Plaströr för allmänna VA-ledningar
- ⦿ Svensk Vatten publikation P92 Anvisningar för projektering och utförande av markförlagda självfallsledningar av plast
- ⦿ Svensk Vatten publikation P83 Allmänna vattenledningsnät
- ⦿ NPG Läggnig av plaströr
- ⦿ NPG Stumpsvetsning av PE-rör
- ⦿ NPG Elektrosvetsning av PE-rör
- ⦿ PE Tryckrör tillverkade av PE100RC, Hessel ingenieurtechnik
- ⦿ Svenskt vatten. P92 Anvisningar för projektering och utförande av markförlagda självfallsledningar av plast
- ⦿ Svenskt vatten. P98 Plaströr för allmänna VA-ledningar
- ⦿ Borealis. Plaströr för vattenförsörjning och hantering av avloppsvatten
- ⦿ Vulcan. PE100 Pipe systems 3 edition
- ⦿ +GF+. Teknisk manual för rörmaterial
- ⦿ Energigas Sverige. Energigasnormer (EGN)
- ⦿ NPG. Tryckrörssystem av polyeten (PE)



CONNECT TO BETTER

Se hela vårt sortiment på
www.wavin.se



Dagvatten | Värme och kyla | Vatten och gasdistribution
Avlopp och dränering | Kabelkanalisation

Wavin Sverige

Kjulamon 6 | 635 06 Eskilstuna
Tel. + 46 (0) 16 541 00 00
www.wavin.se | wavin@wavin.se



CONNECT TO BETTER