

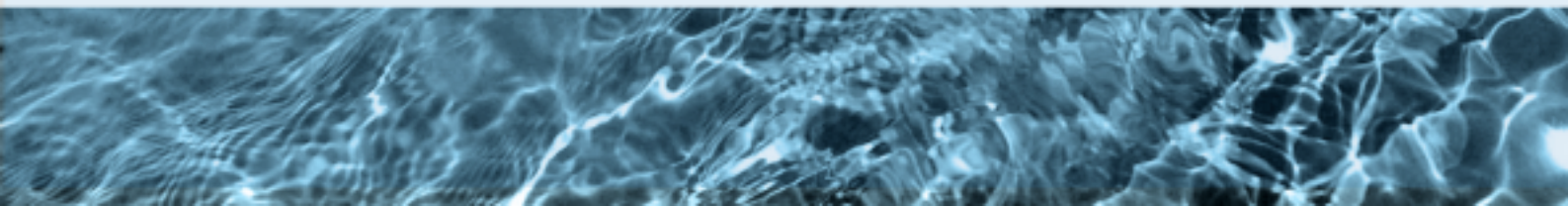
DISTRICT COOLING PIPES

Pipes and components in district cooling systems

RÖR FÖR FJÄRRKYLA

Rör och komponenter i fjärrkylesystem

Technical Recommendations
Tekniska rekommendationer



Rör och komponenter i fjärrkylesystem – Tekniska rekommendationer

Godkända av Euroheat & Powers styrelse

Utarbetade av arbetsgruppen Transport & Distribution

Svensk översättning med originaltext på engelska

EUROHEAT & POWER
RÖR FÖR FJÄRRKYLA
RÖR OCH KOMPONENTER I FJÄRRKYLESYSTEM

Oktober 2008

Tekniska rekommendationer

Förord.

Euroheat & Power (EHP) utarbetar tekniska rekommendationer för rör och komponenter i system för fjärrvärme och fjärrkyla. Genom referenser till dessa krav säkerställs kvaliteten hos produkter och system och underlättas upphandling och installation.

Rekommendationerna baseras på erfarenheter, standarder, utvecklings- och forskningsresultat.

Dessa rekommendationer omfattar endast de typer av rör och material som finns angivna i innehållsförteckningen. Andra material, till exempel armerad plast (AP), glasfiberarmerad plast (GAP) eller segjärn kan användas, men dessa omfattas inte av denna rekommendation.

Dessa rekommendationer är avsedda för fjärrkylesystem som använder behandlat vatten med kvalitetsvärden motsvarande fjärrvärmevatten.

Eftersom dessa krav omfattar olika material och lösningar, måste beställaren göra aktiva val vid upphandling av system.

Text med full spaltbredd i dessa tekniska rekommendationer är krav, medan text med indrag är informativ.

De tabeller som presenteras i dessa rekommendationer är baserade på svensk erfarenhet.

Arbetsgruppen Transport & Distribution vid Euroheat & Power har utarbetat dessa tekniska rekommendationer.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | | |
|------|---|---|
| 1. | ALLMÄNT..... | 1 |
| 1.1. | Tillämpningar..... | 1 |
| 1.2. | Kvalitet..... | 1 |
| 1.3. | Miljö..... | 1 |
| 2. | KONSTRUKTIONSDATA..... | 1 |
| 2.1. | Konstruktionstemperatur..... | 1 |
| 2.2. | Konstruktionstryck..... | 1 |
| 2.3. | Medie..... | 2 |
| 3. | RÖRTYPER..... | 2 |
| 3.1. | Stålrörssystem..... | 2 |
| 3.2. | Belagda stålrör..... | 2 |
| 3.3. | Belagda stålrör med FZM-N-beläggning..... | 3 |
| 3.4. | Förisolerade rör..... | 3 |
| 3.5. | Kopparrör..... | 3 |
| 3.6. | PEX-rör..... | 3 |
| 3.7. | PE-rör..... | 3 |
| 3.8. | Rostfria stålrör..... | 3 |
| 3.9. | Stålrör i stålrör..... | 3 |
| 4. | MÅTT OCH TOLERANSER..... | 4 |
| 4.1. | Förisolerade rör..... | 4 |
| 4.2. | Kopparrör..... | 5 |
| 4.3. | PEX-rör..... | 6 |
| 4.4. | PE-rör..... | 6 |
| 4.5. | Rostfria stålrör..... | 7 |
| 4.6. | Stålrör i stålrör..... | 8 |
| 5. | RÖRDELAR..... | 9 |
| 5.1. | Stålrördelar..... | 9 |
| 5.2. | Förisolerade rördelar..... | 9 |
| 5.3. | Rostfria rördelar..... | 9 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6. | VENTILER..... | 9 |
| 7. | SAMMANFOGNINGSMETODER..... | 9 |
| 7.1. | Stål..... | 9 |
| 7.2. | Härdplastbelagda stålrör | 10 |
| 7.3. | Förisolerade rör | 10 |
| 7.4. | Kopparrör..... | 10 |
| 7.5. | PEX-rör | 10 |
| 7.6. | PE-rör..... | 10 |
| 7.7. | Rostfria stålrör | 10 |
| 8. | KORROSIONSSKYDD..... | 10 |
| 8.1. | Förbehandling på fältet av svetsfogar för belagda stålrör | 10 |
| 8.2. | Korrosionsskyddad sammanfogning på fältet..... | 11 |
| 8.3. | Katodiskt skydd, offeranoder..... | 11 |
| 8.4. | Katodiskt skydd, påtryckt ström | 11 |
| 8.5. | Inspektion på fältet av den skyddande beläggningen | 11 |
| 8.6. | Isolerande kopplingar | 11 |
| 9. | ÖVERVAKNINGSSYSTEM | 11 |
| 9.1. | Förisolerade rör | 11 |
| 9.2. | Belagda rör..... | 12 |
| 9.3. | Stålrör i stålrör..... | 12 |
| 10. | KVALITETSSYSTEM | 12 |
| 10.1. | Hantering av rör | 12 |
| 11. | KUNDINSPEKTION..... | 12 |
| 11.1. | Tillgång..... | 12 |
| 12. | FÖRHINDRANDE AV KONDENSATION | 13 |
| 13. | LÄGGNING | 13 |
| 14. | MÄRKNING..... | 13 |

1. ALLMÄNT

1.1. Tillämpningar

Rekommendationerna gäller rör som installerats inomhus, i kulvert, direkt i mark, i särskilda ledningstunnlar eller på annat sätt utomhus. Rekommendationerna omfattar överförings-, distributions- och serviceledningar.

1.2. Kvalitet

Leverantören ska verifiera överensstämmelse med angivna krav och tillämpningen av riktlinjer och standarder.

1.3. Miljö

Fjärrkylerörens omgivning ska beaktas, exempelvis risken för vattendiffusion och påföljande korrosion.

2. KONSTRUKTIONSDATA

2.1. Konstruktionstemperatur

Fjärrkylmediets temperatur varierar normalt mellan 0 ÷ +20 °C.

Leverantören ska exakt ange eventuella begränsningar.

2.2. Konstruktionstryck

Konstruktionstrycket är 16 bar för stål- och kopparrör. Begränsningen till 10 och 6 bar (PEX) kan gälla plaströr, vilket särskilt understryks i tabellerna.

Begränsningarna till 10 och 6 bar (PEX) för plaströr beror på det faktum att materialtjockleken för 16 bar blir oproportionerligt stor vid stora dimensioner.

Hållfasthetsberäkningar är också gjorda för vakuum.

Lägg märke till de begränsningar som rör med lägre hållfasthet ger för eventuella framtida utbyggnader av distributionsnätet.

2.3. Medie

Det vattenmedie som används för fjärrkyla har samma vattenkvalitetsvärden som för fjärrvärme.

Befintliga erfarenheter visar att korrosion inte är något problem i system för fjärrkyla. Biokorrosion har ännu inte observerats vid temperaturer under 20 °C. I stället förekommer beläggningar, som kan orsaka motstånd i rör och värmeväxlare. Beläggningarna kan öka risken för biokorrosion.

Bildandet av ett korrosionsskyddande lager av magnetit i kylrören är svagare än i fjärrvärmerör på grund av de lägre temperaturerna.

För att undvika beläggningar rekommenderar EHP ett tätt system med behandlat neutralt vatten (t.ex. med samma pH-värden som används för fjärrvärmesystem).

3. RÖRTYPER

3.1. Stålrörssystem

Stålrör av kvalitet SS-EN 10216-1 och SS-EN 10216-2 för sömlösa stålrör och SS-EN 10217-1, SS-EN 10217-2 och SS-EN 10217-5 för svetsade stålrör. Stålrördelar enligt SS-EN 10253-1 och SS-EN 10253-2.

3.2. Belagda stålrör

3.2.1. 3-lagers polyetylenbeläggning

Stålrör och rördelar enligt föregående avsnitt 3.1 med yttre 3-lagers polyetylenbeläggning enligt vad som anges i SS-EN 10288.

Polyetylenbeläggningen skyddar rören mot korrosion. Behandlingen går i korthet till så att rören sandblästras och värms upp till 200 °C, varvid ett 0,07 mm tjockt epoxylager smälts på. Detta följs av ett vidhäftningslager och slutligen extruderas ett polyetylenmantel i önskad tjocklek.

3.2.2. Hårdplastbeläggning

Stålrör och rördelar enligt avsnitt 3.1 med hårdplastbeläggningar.

Behandlingen sker genom sandblästring av röret med stålsand och uppvärmning till ungefär 250 °C. Därefter beläggs röret med ett hårdplastpulver i en fluidiserad bädd, varvid en minst 400 µm tjock beläggning bildas efter smältning.

I kombination med snabbkopplingar åstadkoms ett motsvarande obrutet korrosionsskydd längs hela röret. Ytterligare mekaniskt skydd kan användas vid behov.

3.3. Belagda stålrör med FZM-N-beläggning

Belagda stålrör enligt 3.2 med ett fabriksstillverkat mantelrör av minst 7 mm betong, se även DVGW-arbetsblad GW340.

3.4. Förisolerade rör

Förisolerade rörsystem enligt SS-EN 253, SS-EN 448, SS-EN 488 och SS-EN 489. Rören kan vara försedda med larmtrådar enligt SS-EN 14419.

Rören är i huvudsak avsedda för installation i mark.

Tack vare den sega manteln av HDPE erfordras inget ytterligare korrosionsskydd, till exempel beläggningar eller katodiskt skydd.

3.5. Kopparrör

Kopparrör enligt SS-EN 1057.

3.6. PEX-rör

PEX-rör enligt SS-EN ISO 15875.

3.7. PE-rör

PE-rör enligt SS-EN 12201.

3.8. Rostfria stålrör

Sömlösa rör enligt SS-EN 10216-5 eller längssvetsade rör enligt SS-EN 10217-7, stål nr 1.4404 (syrafast).

3.9. Stålrör i stålrör

Dessa rör består av två koncentriskt placerade stålrör. Isoleringen finns placerad i utrymmet mellan de båda stålrören. Det inre röret används som medierör medan det yttre röret används som skydd mot fukt och för bättre mekanisk stabilitet hos rörsystemet.

Stålrör enligt SS-EN 10216-1, SS-EN 10216-2, SS-EN 10217-1, SS-EN 10217-2 och SS-EN 10217-5. Toleranser för ytterdiameter och vägg tjocklek enligt SS-EN 253.

Konstruktionstryck upp till 64 bar, temperaturområde -30 °C upp till 200 °C i standardhöljen.

Värmeisoleringen ska vara vattenavstötande och kunna motstå deformationer. Följande material används som värmeisolering: Hartsbundna mineralullshöljen, glasullshöljen, kalciumsilikathöljen. PUR kan även användas som isolering mellan rören.

Mellanrummet mellan de två stålrören kan även vara evakuerat. Då ökas rörsystemets värmeisolering och förutsättningarna som gynnar korrosion minimeras. Samtidigt kan medierörets och mantelrörets läckagetätthet övervakas.

Stålmantelröret måste skyddas mot korrosion med en bitumenbeläggning enligt SS-EN 10300 eller med en polyetylenbeläggning enligt SS-EN 10288. Ytterligare katodiskt skydd kan erfordras.

4. MÅTT OCH TOLERANSER

Mått och toleranser följer gällande standarder.

Mer detaljerad information anges för följande rörtyper:

4.1. Förisolerade rör

Vid användning av förisolerade rör, och särskilt vid läggning av sådana i grundvattnet, ska speciell uppmärksamhet ägnas vattendiffusion (t.ex. genom att använda en vattendiffusionsbarriär inuti mantelröret eller använda tjockare PE-hölje). Enligt ett forskningsarbete kan miljö- och medieparametrar påverka valet.

Mått och toleranser enligt SS-EN 253 gäller både förisolerade (fjärrvärme-) rör och rör för fjärrkyla. För rör med nominell diameter < 80 gäller isolering serie 1 och för rör med nominell diameter ≥ 100 gäller serie 0 enligt tabell 1.

Tabell 1

| Medierör, nominell diameter | Mantelrörets ytterdiameter [mm] | Nominell materialtjocklek [mm] för mantelröret |
|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 20 | 75 | 3,0 |
| 25 | 90 | 3,0 |
| 32 | 110 | 3,0 |
| 40 | 110 | 3,0 |
| 50 | 125 | 3,0 |
| 65 | 140 | 3,0 |
| 80 | 160 | 3,0 |
| 100 | 180 | 3,0 |
| 125 | 200 | 3,2 |

| Medierör, nominell diameter | Mantelrörets ytterdiameter [mm] | Nominell materialtjocklek [mm] för mantelröret |
|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 150 | 225 | 3,4 |
| 200 | 280 | 3,9 |
| 250 | 355 | 4,5 |
| 300 | 400 | 4,8 |
| 350 | 450 | 5,2 |
| 400 | 500 | 5,6 |
| 450 | 560 | 6,0 (520 x 5,7) |
| 500 | 630 | 6,6 (560 x 6,0) |
| 600 | 710 | 7,2 |
| 700 | 800 | 7,9 |
| 800 | 900 | 8,7 |

4.2. Kopparrör

Mått och toleranser enligt SS-EN 1057. Rekommendationer för mått presenteras i tabell 2 nedan.

Tabell 2

| Nominell diameter (mm) | Toleranser för ytterdiameter (mm) Alla typer | Toleranser för ytterdiameter (mm) R290 hård | Vägg tjocklek t (mm) | Toleranser för t (mm) |
|------------------------|---|--|----------------------|-----------------------|
| 22 | ± 0,05 | ± 0,06 | 1,0 | ± 0,15 |
| 28 | ± 0,05 | ± 0,06 | 1,2 | ± 0,18 |
| 35 | ± 0,06 | ± 0,07 | 1,5 | ± 0,23 |
| 42 | ± 0,06 | ± 0,07 | 1,5 | ± 0,23 |
| 54 | ± 0,06 | ± 0,07 | 1,5 | ± 0,23 |
| 70 | ± 0,07 | ± 0,10 | 2,0 | ± 0,30 |
| 76,1 | ± 0,07 | ± 0,10 | 2,0 | ± 0,30 |
| 88,9 | ± 0,07 | ± 0,15 | 2,5 | ± 0,38 |
| 108 | ± 0,07 | ± 0,20 | 3,0 | ± 0,45 |

Koppardelar enligt SS-EN 1254 upp till dimension 28. För större dimensioner måste tillverkaren visa att konstruktionsdata uppfylls.

4.3. PEX-rör

PEX-rör enligt SS-EN ISO 15875-2.

Högsta interna övertryck är 6 bar.

Mått och toleranser enligt SS-EN ISO 15875-2 enligt tabell 3.

Tabell 3

| Mått, nominell diameter/ ytterdiameter | Minsta ytterdiameter (mm) | Största ytterdiameter (mm) | Minsta vägg tjocklek e min (mm) |
|---|--|---|--|
| 25 | 25 | 25,3 | 2,3 |
| 32 | 32 | 32,2 | 2,9 |
| 40 | 40 | 40,4 | 3,7 |
| 50 | 50 | 50,5 | 4,6 |
| 63 | 63 | 63,6 | 5,8 |
| 75 | 75 | 75,7 | 6,8 |
| 90 | 90 | 90,9 | 8,2 |

Till dessa mått ska en syrediffusionsbarriär på 0,2-0,4 mm inklusive lim läggas.

EHP rekommenderar användning av en diffusionsbarriär.

4.4. PE-rör

PE-rör enligt SS-EN 12201.

Leveranslängder för små dimensioner ska följa specifikationen. För grövre rör enligt tabell 4 nedan är längden 12 meter. Material PE 100 med tjocklek för PN 16 SDR 11 och PN 10 SDR 17 enligt tabell 1 och 2 i standarden och enligt tabell 4 nedan.

Tabell 4

| Ytterdiameter (mm) | Innerdiameter (mm) | Innerdiameter (mm) | t (mm) | t (mm) |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|
| | 16 bar | 10 bar | 16 bar | 10 bar |
| 110 | 90 | 96,8 | 10,0 | 6,6 |
| 125 | 102,2 | 110,2 | 11,4 | 7,4 |
| 140 | 114,6 | 123,4 | 12,7 | 8,3 |
| 160 | 130,8 | 141,0 | 14,6 | 9,5 |

| | | | | |
|-----|-------|-------|------|------|
| 200 | 163,6 | 176,2 | 18,2 | 11,9 |
| 250 | 204,6 | 220,4 | 22,7 | 14,8 |
| 315 | 257,8 | 277,6 | 28,6 | 18,7 |
| 355 | 290,6 | 312,8 | 32,2 | 21,1 |
| 400 | 327,2 | 352,6 | 36,3 | 23,7 |
| 450 | 368,2 | 396,6 | 40,9 | 26,7 |
| 500 | 409,2 | 440,6 | 45,4 | 29,7 |
| 560 | 458,4 | 493,6 | 50,8 | 33,2 |
| 630 | 515,6 | 555,2 | 57,2 | 37,4 |
| 710 | | 625,8 | | 42,1 |
| 800 | | 705,2 | | 47,4 |

4.5. Rostfria stålror

Rostfria stålror i stål nr 1.4404 (syrafast) med toleranser och mått enligt ISO 1127 enligt tabell 5. Rörets materialtjocklek är beräknad att motstå det inre trycket och vakuum. Materialtillägg för korrosion ingår inte i beräkningen.

Tabell 5

| Nominell diameter | Ytterdiameter (mm) | Vägg tjocklek t (mm) |
|-------------------|--------------------|----------------------|
| 40 | 48,3 | 2,0 |
| 50 | 60,3 | 2,0 |
| 65 | 76,1 | 2,0 |
| 80 | 88,9 | 2,0 |
| 100 | 114,3 | 2,0 |
| 125 | 139,7 | 2,0 |
| 150 | 168,3 | 2,0 |
| 200 | 219,1 | 2,6 |
| 250 | 273,0 | 2,6 |
| 300 | 323,9 | 3,2 |
| 350 | 356 | 4,0 |
| 400 | 406,4 | 4,0 |
| 500 | 508,0 | 5,0 |
| 600 | 610 | 6,3 |

Tunnväggiga rör kan monteras med särskilt utformade förstärkningsringar, anpassade för varje dimension.

4.6. Stålrör i stålrör

Måtten för stålrör i stålrör anges i tabell 6 nedan.

Tabell 6 - Rekommenderade standardmått för stålrör i stålrör för högsta medietemperaturer upp till 60 °C.

| Mått, medierör | Tjocklek värmeisolering (mm)/mått mantelrör (nominell diameter, DN) |
|----------------|---|
| DN 25 | 30 / 150 |
| DN 32 | 30 / 150 |
| DN 40 | 30 / 150 |
| DN 50 | 30 / 200 |
| DN 65 | 30 / 200 |
| DN 80 | 30 / 250 |
| DN 100 | 30 / 250 |
| DN 125 | 30 / 300 |
| DN 150 | 30 / 300 |
| DN 200 | 40 / 350 |
| DN 250 | 40 / 450 |
| DN 300 | 40 / 500 |
| DN 350 | 40 / 500 |
| DN 400 | 50 / 600 |
| DN 450 | 50 / 650 |
| DN 500 | 50 / 700 |

5. RÖRDELAR

5.1. Stålrördelar

Stålrördelar enligt SS-EN 10253-1. Hårdplastbeläggningar för rördelar förlagda i mark enligt SS-EN 10290, alternativt med samma beläggning som eller motsvarande den i 3.3.2.

Stålrördelar sprutas på utsidan med polyuretan som skydd enligt tabell 7 Special Duty PUR-Tar med en minsta tjocklek av 1500 µm eller motsvarande alternativ.

Tabell 7

| | Epoxybeläggning | PUR | PUR-Tar |
|-------------------------|------------------------|------------|----------------|
| Typ Special duty | 350 µm | 1500 µm | 1500 µm |

5.2. Förisolerade rördelar

Förisolerade rördelar enligt SS-EN 448.

5.3. Rostfria rördelar

Måttstandard för rostfria rördelar enligt ISO-standarderna och material i stål nr 1.4432 (syrafast) och tillverkning enligt prEN 10253-3 och SS-EN 10253-4.

6. VENTILER

Ventiler enligt SS-EN 12266 och för direkt markförlagda rör SS-EN 488.

7. SAMMANFOGNINGSMETODER

7.1. Stål

Stålrör och rördelar sammanfogas genom svetsning enligt SS-EN 13941.

7.2. Härdplastbelagda stålrör

Belagda stålrör sammanfogas enligt 7.1 eller med snabbkopplingar i segjärn, godkända för ett arbetstryck om minst 16 bar.

Fogar ska skyddas genom att täckas med smält bitumen om snabbkopplingar och obrutet korrosionsskydd med härdplast inte används.

7.3. Förisolerade rör

Förisolerade rör med medierör av stål sammanfogas genom svetsning enligt avsnitt 7.1. Mantelrörets fogar och skumbeläggning av fogar ska göras enligt SS-EN 489.

7.4. Kopparrör

Kopparrör sammanfogas genom hårdlödning eller presskopplingar.

7.5. PEX-rör

PEX-rör sammanfogas med kopplingar enligt SS-EN ISO 15875-3.

7.6. PE-rör

Sammanfogning genom stumsvetsning av plast (spegelsvetsning) eller elsvetsmuff.

7.7. Rostfria stålrör

Sammanfogningsmetod bågs svetsning med gasskydd med tråd eller rörelektrod (MIG-, MAG- eller TIG-svetsning)

8. KORROSIONSSKYDD

Fogar och rördelar ska ha minst samma korrosionsskydd som röret i allmänhet.

8.1. Förbehandling i fält av svetsfogar för belagda stålrör

Stålytor runt svetsfogar på rör i fält ska rengöras innan det skyddande lagret läggs på svetsområdet.

8.2. Korrosionsskyddad sammanfogning i fält

Kall tejp- och krympfogar på t.ex. svetsfogar monteras enligt tillverkarens skriftliga anvisningar. Materialet ska överensstämma med SS-EN 12068.

8.3. Katodiskt skydd, offeranoder

Katodiskt skydd ska minst utföras med offeranoder (galvaniska anoder).

Förisolerade rör enligt SS-EN 253, SS-EN 448 och SS-EN 489 behöver inget katodiskt korrosionsskydd.

8.4. Katodiskt skydd, påtryckt ström

Katodiskt skydd med påtryckt ström (strömmatade anoder) ska överensstämma med SS-EN 12954 och SS-EN 13509.

8.5. Inspektion i fält av den skyddande beläggningen

Den skyddande beläggningen på färdiga rör ska inspekteras beträffande porer och mekaniska skador.

Kontrollmätning av rörets skyddspotential utförs med intensivmätning.

Intensivmätning innebär att rörets skyddande potential kontrolleras genom mätning längs röret med korta avstånd mellan mätpunkterna. Mekaniska skador på skyddsbeläggningen kan också upptäckas och lokaliseras genom mätning.

8.6. Isolerande kopplingar

Serviceledningar till kundcentraler ska vara elektriskt isolerade med isolerkopplingar direkt innanför grundmur när katodiskt skydd används.

9. ÖVERVAKNINGSSYSTEM

9.1. Förisolerade rör

Detekteringssystem i rör för fjärrkyla ska följa SS-EN 14419 Övervakningssystem. Under byggtiden är det mycket viktigt att rörsystemet inte dränks, eftersom fukten påverkar detekteringsgränserna. Angivna detekteringsgränser ska därför justeras för högre fuktnivåer i systemet.

9.2. Belagda rör

Katodiskt skydd kan användas.

9.3. Stålrör i stålrör

Vakuumsystem och katodiskt skydd kan användas.

10. KVALITETSSYSTEM

10.1. Hantering av rör

Lastning, avlastning och lagring liksom hantering ska utföras enligt leverantörens skriftliga anvisningar.

11. BESTÄLLARENS KONTROLL

11.1. Tillgång

Beställaren ska ges tillgång till tillverkarens verkstäder för inspektion av tillverkningen.

Om detta överenskomms vid beställningstidpunkten ska beställaren ges möjlighet att närvara för inspektion av leveransen före avsändning från fabriken. Tillverkaren ska visa upp rören på ett sådant sätt att det underlättar kundens inspektion. Lämplig lyftutrustning för placering och omplacering av rören och den personal som erfordras för detta ska tillhandahållas av tillverkaren. Tillverkaren ska tillhandahålla ett rimligt urval av mätinstrument. Urvalet ska avtalas skriftligen mellan beställare och leverantör senast i samband med beställningen.

Vid denna tidpunkt ska nedan angivna dokument finnas tillgängliga:

- a) Specifikation av leveransens omfattning.
- b) Rapport över den tekniska provning som ingår i leveransen, t.ex. sträckprovning och böjprovning.
- c) Analyscertifikat över de i rören använda materialens kemiska sammansättning, varudeklaration för övriga material, t.ex. beläggingsmaterial.
- d) Rapport över utförda dimensionsmätningar.
- e) Rapport över oförstörande provning.

12. FÖRHINDRANDE AV DIFFUSION

För att undvika korrosion och våt isolering måste mantelröret vara vattendiffusionstätt.

För de typer av system som inte anses vara vattendiffusionstäta, rekommenderas att medierör som inte är direkt skyddade mot korrosion och som inte är av rostfritt stål ska rostskyddsmålas eller epoxybehandlas innan isoleringen monteras.

13. LÄGGNING

Läggning enligt tillämpliga delar av SS-EN 13941. Fjärrkyla skiljer sig från fjärrvärme på flera speciella punkter.

- Rör i system för fjärrkyla kan, tack vare de låga drifttemperaturerna, normalt förläggas i mark utan expansionselement.
- Speciell hänsyn ska tas till risken för frysning.
- Vid läggning av PE-rör i mark måste på grund av deras lägre hållfasthet hänsyn tas till eventuelltrafiklast eller dynamisk last som kan förekomma i området ovanför röret.
- Vid läggning av rör i områden med högre temperatur än drifttemperaturerna, t.ex. i tunnlar och inomhus, måste rören isoleras mot kondensation. Detta gäller även upphängningsanordningar och liknande. Medierör som inte är av rostfritt stål ska rostskyddsmålas/epoxybehandlas innan isoleringen monteras. Det gäller inte förisolerade rör enligt SS-EN 253, SS-EN 448 och SS-EN 489 under förutsättning att skarvsystemet tätar på korrekt sätt.

14. MÄRKNING

Rör ska märkas med: Tillverkare, standard, mått och tillverkningsdatum samt i förekommande fall certifieringsmärke.

Originalpublikation kan laddas ned från Euroheat & Powers webbplats: www.euroheat.org

Denna publikation med svensk översättning kan laddas ned från Svensk Fjärrvärmes webbplats: www.svenskfjarrvarme.se

Technical recommendations on district cooling pipes

Approved by the Euroheat & Power Board

Prepared by Task Force Transport & Distribution

EUROHEAT & POWER
TECHNICAL RECOMMENDATIONS ON DISTRICT COOLING PIPES
PIPES AND COMPONENTS IN DISTRICT COOLING SYSTEMS

October 2008

Disclaimer:

It should be noted, however, that the recommendations cannot cover all the possible special cases in which further or restrictive measures may be required. In the same line of thinking, they are not intended to hinder the development of new and better products.

Applying the guidelines does not absolve anyone of responsibility for their own actions. Accordingly, Euroheat & Power disclaims any responsibility for any consequence caused by the application of the guidelines by its members or third parties. Nor can Euroheat & Power be held responsible for any advice given by the TF Transport & Distribution in this respect.

Preface.

Euroheat & Power (EHP) draws up technical recommendations for pipes and components in district heating and district cooling systems. Through references to these requirements, the quality of products and systems is ensured and procurement and installation are facilitated.

The recommendations are based on experiences, standards, development and research results.

These recommendations cover only the type of pipes and materials listed in the table of content. Material such as reinforced plastic AP, glass fibre, reinforced plastic GAP or nodular iron can be used but they are not in the scope of this recommendation.

These recommendations are meant for DC systems using treated water with quality values comparable to DH water.

As these requirements include different materials and solutions, the customer should make active selections when procuring a system.

Full column wide text in these technical recommendations includes requirements, while indented text is informative.

The tables presented in this set of recommendations are based on Swedish experience.

The Task Force Transport & Distribution at Euroheat & Power has drawn up these technical recommendations.

TABLE OF CONTENTS

| | | |
|------|---|---|
| 1. | GENERAL..... | 1 |
| 1.1. | Applications..... | 1 |
| 1.2. | Quality..... | 1 |
| 1.3. | Environment..... | 1 |
| 2. | DESIGN DATA..... | 1 |
| 2.1. | Design temperature..... | 1 |
| 2.2. | Design pressure..... | 1 |
| 2.3. | Medium | 2 |
| 3. | PIPE TYPES..... | 2 |
| 3.1. | Steel pipes systems | 2 |
| 3.2. | Coated steel pipes | 2 |
| 3.3. | Coated steel pipes with FZM-N coating | 3 |
| 3.4. | Preinsulated pipes..... | 3 |
| 3.5. | Copper pipes | 3 |
| 3.6. | PEX pipes | 3 |
| 3.7. | PE pipes | 3 |
| 3.8. | Stainless steel pipes | 3 |
| 3.9. | Steel in steel pipes..... | 3 |
| 4. | DIMENSIONS AND TOLERANCES | 4 |
| 4.1. | Preinsulated pipes..... | 4 |
| 4.2. | Copper pipes | 5 |
| 4.3. | PEX pipes | 6 |
| 4.4. | PE pipes | 6 |
| 4.5. | Stainless steel pipes | 7 |
| 4.6. | Steel in steel pipes..... | 8 |
| 5. | PIPE FITTINGS..... | 9 |
| 5.1. | Steel pipe fittings..... | 9 |
| 5.2. | Preinsulated pipe fittings..... | 9 |
| 5.3. | Stainless steel pipe fittings..... | 9 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6. | VALVES | 9 |
| 7. | JOINT METHODS..... | 9 |
| 7.1. | Steel | 9 |
| 7.2. | Thermosetting coated steel pipes..... | 10 |
| 7.3. | Preinsulated pipes | 10 |
| 7.4. | Copper pipes | 10 |
| 7.5. | PEX pipes | 10 |
| 7.6. | PE pipes | 10 |
| 7.7. | Stainless steel pipes | 10 |
| 8. | CORROSION PROTECTION..... | 10 |
| 8.1. | Pretreatment in the field of weld joints for coated steel pipes..... | 10 |
| 8.2. | Corrosion protective joining in the field | 11 |
| 8.3. | Cathodic protection, sacrificial anodes..... | 11 |
| 8.4. | Cathodic protection, forced current..... | 11 |
| 8.5. | Inspection in the field of the protective coating..... | 11 |
| 8.6. | Isolation couplings | 11 |
| 9. | SURVEILLANCE SYSTEM | 11 |
| 9.1. | Preinsulated pipes..... | 11 |
| 9.2. | Coated pipes..... | 12 |
| 9.3. | Steel in steel pipes..... | 12 |
| 10. | QUALITY SYSTEM..... | 12 |
| 10.1. | Handling pipe..... | 12 |
| 11. | CUSTOMER INSPECTION | 12 |
| 11.1. | Access..... | 12 |
| 12. | PREVENTION OF CONDENSATION | 13 |
| 13. | LAYING..... | 13 |
| 14. | MARKING..... | 13 |

1. GENERAL

1.1. Applications

Recommendations concern pipes installed indoors, in ducts, directly buried in the ground, in special utility tunnels or by other means outdoors. The recommendations cover transmission, distribution and house connection pipes.

1.2. Quality

The supplier shall verify conformity with stated requirements and the application of guidelines and standards.

1.3. Environment

The surrounding of DC pipes should be considered; as an example the water diffusion issue and the risk of corrosion associated with.

2. DESIGN DATA

2.1. Design temperature

The DC medium temperature varies normally between $0 \div +20^{\circ}\text{C}$.

The Supplier shall precisely state any limitations.

2.2. Design pressure

Design pressure is 16 bars for steel and copper pipes. The limitation of 10 and 6 bar (PEX) can apply to plastic pipes, which is especially highlighted in the tables.

The limitations of 10 and 6 bar (PEX) for plastic pipes is due to the fact that the material thickness for 16 bar becomes greatly out of proportion with large dimensions.

Strength calculations are also made for vacuums.

Observe the limitations that pipes with a lower strength have on any future expansion of the distribution net.

2.3. Medium

Medium water for district cooling has water quality values typical for district heating.

The existing experiences show that corrosion is not a problem in DC systems. Biocorrosion was not yet encountered at temperatures lower than 20°C. Instead biofouling appears and can create resistance in the pipe and heat exchangers. Biofouling can increase the risk of biocorrosion.

The formation of a layer of corrosion protection by magnetite in the cooling pipes is weaker than in the district heating pipes due to lower temperatures.

In order to avoid biofouling, EHP recommends using a tight system with treated medium water (e.g. with pH values as used for DH systems).

3. PIPE TYPES

3.1. Steel pipes systems

Steel pipe quality EN 10216-1 and EN 10216-2 for seamless steel pipes and EN 10217-1, EN 10217-2 and EN 10217-5 for welded steel pipes. Steel fittings according to EN 10253-1 and EN 10253-2.

3.2. Coated steel pipes

3.2.1. 3-layer polyethylene coating

Steel pipe and pipe fittings according to the previous section 3.1 with outer 3-layer polyethylene coating as set out in EN 10288.

The polyethylene coating protects the pipes from corrosion. Application in brief occurs through the pipes being sandblasted and heated to 200°C whereby a 0.07 mm thick epoxy is melted on. This is followed by an adhesive layer and finally a polyethylene casing in the required thickness is then extruded.

3.2.2. Thermosetting coating

Steel pipes and pipe fittings according to Section 3.1 with thermosetting coatings.

Application is carried out by sandblasting the pipe with steel sand and heating to about 250°C and thermosetting powder is fluidized bed coated whereby a minimum 400 µm thick coat is formed after melting.

Combined with quick couplings an equivalent unbroken corrosion protection is achieved over the entire pipe. Additional mechanical protection can be applied if necessary.

3.3. Coated steel pipes with FZM-N coating

Coated steel pipe according to 3.2 with a factory made casing of concrete of minimum 7 mm, also see the DVGW work sheet GW340.

3.4. Preinsulated pipes

Preinsulated pipes systems according to EN 253, EN 448, EN 488 and EN 489. The pipes can be equipped with alarm wires according to EN 14419.

The pipes are basically for underground installation.

Due to the tough outer casing of HDPE no further corrosion protection such as coatings or cathode protection is needed.

3.5. Copper pipes

Copper pipes according to EN 1057.

3.6. PEX pipes

PEX pipes according to EN 15875.

3.7. PE pipes

PE pipes according to EN 12201.

3.8. Stainless steel pipes

Seamless pipes according to EN 10216-5 or longitudinal welded pipes according to EN 10217-7 steel no. 1.4404 (acid-proof).

3.9. Steel in steel pipes

Steel in steel pipes consist of 2 steel pipes, which are arranged concentrically. The thermal insulation is situated within the space between the 2 steel pipes. The inner steel pipe is used as medium pipe whereas the outer steel pipe is used as protection against moisture and for increasing the mechanical stability of the pipe system.

Steel pipes according to EN 10216 -1, EN 10216-2, EN 10217-1, EN 10217-2 and EN 10217-5. Tolerances for outer diameter and wall thickness according to EN 253.

Design pressure up to 64 bar, temperature range -30°C up to 200°C in standard cases.

Thermal insulation should be water-repellent and should resist deformations. For thermal insulation the following materials are used: resinoid-bonded mineral wool shells, glass wool shells, calcium silicate shells. Also PUR could be used in steel in steel pipes.

The space between the 2 steel pipes can be evacuated. Thereby the thermal insulation of the pipe system is increased and the conditions for promoting corrosion are minimized. At the same time the leak tightness of the medium pipe and the casing pipe can be monitored.

The steel casing pipe has to be protected against corrosion by bituminous coating according to DIN EN 10300 or by polyethylene coating according to EN 10288. Additional cathodic protection may be necessary.

4. DIMENSIONS AND TOLERANCES

Dimensions and tolerances are according to relevant standards.

More detailed information is provided for the following types of pipes:

4.1. Preinsulated pipes

When using preinsulated pipes and especially when laying them in the ground water, special attention should be given to water diffusion (e.g. by using a water diffusion barrier inside of the casing pipe or using thicker PE casing). According to a research work, environmental and medium parameters can affect the choice.

Dimensions and tolerances according to EN 253 apply to both preinsulated (district heating) pipes and district cooling pipes. For pipes < DN 80 insulation series 1 applies and for pipes \geq DN 100 series 0 according to Table 1.

Table 1

| Media pipe DN | Casing outside diameter [mm] | Nominal material thickness [mm] for casing |
|---------------|------------------------------|--|
| 20 | 75 | 3.0 |
| 25 | 90 | 3.0 |
| 32 | 110 | 3.0 |
| 40 | 110 | 3.0 |
| 50 | 125 | 3.0 |
| 65 | 140 | 3.0 |
| 80 | 160 | 3.0 |
| 100 | 180 | 3.0 |
| 125 | 200 | 3.2 |

| Media pipe DN | Casing outside diameter [mm] | Nominal material thickness [mm] for casing |
|---------------|------------------------------|---|
| 150 | 225 | 3.4 |
| 200 | 280 | 3.9 |
| 250 | 355 | 4.5 |
| 300 | 400 | 4.8 |
| 350 | 450 | 5.2 |
| 400 | 500 | 5.6 |
| 450 | 560 | 6.0 (520 x 5.7) |
| 500 | 630 | 6.6 (560 x 6.0) |
| 600 | 710 | 7.2 |
| 700 | 800 | 7.9 |
| 800 | 900 | 8.7 |

4.2. Copper pipes

Dimensions and tolerances are according to EN 1057. Recommendations for dimensions are presented in Table 2 below.

Table 2

| Nominal diameter [mm] | Tolerances for outer diameter [mm] | Tolerances for outer diameter [mm] | Wall thickness t [mm] | Tolerances for t [mm] |
|-----------------------|---|---|-----------------------------|--------------------------|
| | All types | R290 hard | | |
| 22 | ± 0,05 | ± 0,06 | 1,0 | ± 0,15 |
| 28 | ± 0,05 | ± 0,06 | 1,2 | ± 0,18 |
| 35 | ± 0,06 | ± 0,07 | 1,5 | ± 0,23 |
| 42 | ± 0,06 | ± 0,07 | 1,5 | ± 0,23 |
| 54 | ± 0,06 | ± 0,07 | 1,5 | ± 0,23 |
| 70 | ± 0,07 | ± 0,10 | 2,0 | ± 0,30 |
| 76,1 | ± 0,07 | ± 0,10 | 2,0 | ± 0,30 |
| 88,9 | ± 0,07 | ± 0,15 | 2,5 | ± 0,38 |
| 108 | ± 0,07 | ± 0,20 | 3,0 | ± 0,45 |

Copper parts according to EN 1254 up to dimension 28. For bigger dimensions the manufacturer has to prove that design data are fulfilled.

4.3. PEX pipes

PEX Pipes according to EN ISO 15875-2.

Maximum internal positive pressure is 6 bar.

Dimensions and tolerances according to EN ISO 15875-2 as in Table 3.

Table 3

| Dimension DN/OD | Min outer diameter [mm] | Max outer diameter [mm] | Min wall thickness e min [mm] |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 25 | 25 | 25,3 | 2,3 |
| 32 | 32 | 32,2 | 2,9 |
| 40 | 40 | 40,4 | 3,7 |
| 50 | 50 | 50,5 | 4,6 |
| 63 | 63 | 63,6 | 5,8 |
| 75 | 75 | 75,7 | 6,8 |
| 90 | 90 | 90,9 | 8,2 |

To these dimensions an oxygen diffusion barrier including glue 0,2 – 0,4 mm will be added.

EHP recommends the use of a diffusion barrier.

4.4. PE pipes

PE Pipes according to EN 12201.

Delivery lengths for small dimensions should be done according to the specification. For large pipes according to Table 4 below the length is 12 meters. Material PE 100 with thickness for PN 16 SDR 11 and PN 10 SDR 17 according to Table 1 and 2 in the standard and set out in Table 4 below.

Table 4

| Outer diameter [mm] | Inner diameter [mm] 16 bar | Inner diameter [mm] 10 bar | t [mm] 16 bar | t [mm] 10 bar |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 110 | 90 | 96.8 | 10.0 | 6.6 |
| 125 | 102.2 | 110.2 | 11.4 | 7.4 |
| 140 | 114.6 | 123.4 | 12.7 | 8.3 |
| 160 | 130.8 | 141.0 | 14.6 | 9.5 |

| | | | | |
|-----|-------|-------|------|------|
| 200 | 163.6 | 176.2 | 18.2 | 11.9 |
| 250 | 204.6 | 220.4 | 22.7 | 14.8 |
| 315 | 257.8 | 277.6 | 28.6 | 18.7 |
| 355 | 290.6 | 312.8 | 32.2 | 21.1 |
| 400 | 327.2 | 352.6 | 36.3 | 23.7 |
| 450 | 368.2 | 396.6 | 40.9 | 26.7 |
| 500 | 409.2 | 440.6 | 45.4 | 29.7 |
| 560 | 458.4 | 493.6 | 50.8 | 33.2 |
| 630 | 515.6 | 555.2 | 57.2 | 37.4 |
| 710 | | 625.8 | | 42.1 |
| 800 | | 705.2 | | 47.4 |

4.5. Stainless steel pipes

Stainless steel pipes in steel no. 1.4404 (acid-proof) with tolerances and dimensions according to ISO 1127 as set out in Table 5. The pipe's material thickness is calculated to withstand the calculated inner pressure and a vacuum. Material addition for corrosion is not included in the calculation.

Table 5

| DN | Outer diameter mm | Wall thickness t mm |
|-----|-------------------|---------------------|
| 40 | 48.3 | 2.0 |
| 50 | 60.3 | 2.0 |
| 65 | 76.1 | 2.0 |
| 80 | 88.9 | 2.0 |
| 100 | 114.3 | 2.0 |
| 125 | 139.7 | 2.0 |
| 150 | 168.3 | 2.0 |
| 200 | 219.1 | 2.6 |
| 250 | 273.0 | 2.6 |
| 300 | 323.9 | 3.2 |
| 350 | 356 | 4.0 |
| 400 | 406.4 | 4.0 |
| 500 | 508.0 | 5.0 |
| 600 | 610 | 6.3 |

Thin walled pipes can be fitted with especially designed reinforcement rings adapted to each dimension.

4.6. Steel in steel pipes

Dimensions for steel in steel pipes are according to Table 6 below.

Table 6 – recommended standard dimensions of steel in steel pipes for maximum medium temperatures up to 60°C.

| Dimension medium pipe | Thickness thermal insulation [mm] / dimension casing pipe [DN] |
|-----------------------|--|
| DN 25 | 30 / 150 |
| DN 32 | 30 / 150 |
| DN 40 | 30 / 150 |
| DN 50 | 30 / 200 |
| DN 65 | 30 / 200 |
| DN 80 | 30 / 250 |
| DN 100 | 30 / 250 |
| DN 125 | 30 / 300 |
| DN 150 | 30 / 300 |
| DN 200 | 40 / 350 |
| DN 250 | 40 / 450 |
| DN 300 | 40 / 500 |
| DN 350 | 40 / 500 |
| DN 400 | 50 / 600 |
| DN 450 | 50 / 650 |
| DN 500 | 50 / 700 |

5. PIPE FITTINGS

5.1. Steel pipe fittings

Steel fittings according to EN 10253-1. Thermosetting coatings for pipe fittings laid in the ground according to EN 10290 alternatively with a coating as or equivalent to the one in 3.3.2.

Steel fittings are sprayed on the outside with polyurethane for protection as set out in Table 7 Special Duty PUR-Tar with a minimum thickness of 1500 μm or other equivalent alternative.

Table 7

| | Epoxy coating | PUR | PUR-Tar |
|--------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Type Special duty | 350 μm | 1500 μm | 1500 μm |

5.2. Preinsulated pipe fittings

Preinsulated pipe fittings according to EN 448.

5.3. Stainless steel pipe fittings

Dimension standard for stainless steel pipe fittings according to the ISO standard and material in the steel no. 1.4432 (acid-proof) and manufacturing according to prEN 10253-3 and EN 10253-4.

6. VALVES

Valves according to EN 12266 and for directly buried pipes EN 488.

7. JOINT METHODS

7.1. Steel

Steel pipes and pipe fittings are joined through welding according to EN 13941.

7.2. Thermosetting coated steel pipes

Coated steel pipes are joined according to 7.1 or with quick couplings in nodular iron approved for a working pressure of at least 16 bar.

Joints are to be protected by the application of molten bitumen if quick couplings and unbroken corrosion protection with thermosetting plastic is not used.

7.3. Preinsulated pipes

Preinsulated pipes with medium pipes of steel are joined through welding in accordance with Section 7.1. Casing joints and joint foaming should be according to EN 489.

7.4. Copper pipes

Copper pipes are joined by brazing or press fittings.

7.5. PEX pipes

PEX pipes are joined by fittings according to EN ISO 15875-3.

7.6. PE pipes

Jointing through plastic butt welding (mirror welding) or electro sleeve welding.

7.7. Stainless steel pipes

Joint method gas shielded arc welding with wire or hollow electrode (MIG, MAG, and TIG welding).

8. CORROSION PROTECTION

Joints and pipe fittings shall have at least the same corrosion protection as the pipe in general.

8.1. Pretreatment in the field of weld joints for coated steel pipes

Steel surfaces around weld joints on pipes in the field shall be cleaned before the protecting layer is applied on the steel weld area.

8.2. Corrosion protective joining in the field

Cold tape and heat shrinkable joints on e.g. weld joints are fitted according to the manufacturer's written instructions. The material shall conform to EN 12068.

8.3. Cathodic protection, sacrificial anodes

Cathodic protection shall at a minimum be carried out with sacrificial anodes (galvanic anodes).

Preinsulated pipes in accordance with EN 253, EN 448 and EN 489 do not need any cathodic corrosion protection.

8.4. Cathodic protection, forced current

Cathodic protection with forced current (current fed anodes) shall be conform to EN 12954 and EN 13509.

8.5. Inspection in the field of the protective coating

The protective coating on finished pipes should be inspected with regard to pores and mechanical damage.

Control measurement of the pipe's protective potential is carried out with intensive measurements.

Intensive measurement means that the pipe's protective potential is controlled by measuring along the pipe at short distances between measurement points.

Mechanical damage to the protective coating can also be discovered and localized through measurement.

8.6. Isolation couplings

Service pipes to substations shall be electrically isolated using isolation couplings directly inside the foundation wall when using cathodic protection.

9. SURVEILLANCE SYSTEM

9.1. Preinsulated pipes

Detection systems in the district cooling pipes should be according to EN 14419 Surveillance systems. During construction it is very important not to drown the pipe system since moisture will have influence on detection limits. The stated detection limits should therefore be adjusted with reference to higher moisture levels in the system.

9.2. Coated pipes

The cathodic protection can be used.

9.3. Steel in steel pipes

The vacuum systems and cathodic protection can be used.

10. QUALITY SYSTEM

10.1. Handling pipe

Loading, unloading and storage as well as handling shall be performed according to the supplier's written instructions.

11. CUSTOMER INSPECTION

11.1. Access

The customer shall be granted access to the manufacturer's workshops for inspection of manufacturing.

If agreed at the time of order, the customer shall be given the opportunity to be present for the inspection of the delivery before shipping from the workshop. The manufacturer shall display the pipe in such a manner that facilitates the customer's inspection. Requisite lifting equipment for positioning and repositioning the pipe and the staff required for this shall be provided by the manufacturer. The manufacturer shall provide a reasonable scope of measurement instruments. The scope shall be agreed in writing between the customer and supplier at the latest in connection with ordering.

At this time the documents listed below must be available:

- a) Specification of the scope of the delivery;
- b) Report of the technological testing included in the delivery, e.g. tensile testing and bend testing;
- c) Analytical certificate of chemical composition of used materials in the pipe, goods declaration for other materials, e.g. coating material;
- d) Report of executed dimensional measurements;
- e) Report of non-destructive testing.

12. PREVENTION OF CONDENSATION

In order to avoid corrosion and wet insulation the casing has to be water diffusion tight.

For those type of systems that are not considered as water diffusion tight, it is recommended that media pipes which are not directly protected against corrosion and which are not stainless steel shall be anti-corrosion painted or epoxy treated before the insulation is applied.

13. LAYING

Laying according to appropriate parts in EN 13941. District cooling differs from district heating in several special points:

Pipes in the district cooling system can, due to the low operating temperatures, normally be placed in the ground without expansion take-up devices.

Special consideration to the risk of freezing should be observed.

When laying PE pipes in the ground, which have lower strength properties than other types of pipes, consideration must be taken to any traffic loads or dynamic loads in zones above the pipe that might occur.

- When laying pipes in areas with higher temperatures than the operating temperatures, e.g. in tunnels and indoors, the pipes must be insulated against condensation. This also applies to hangers etc. Media pipes that are not of stainless steel shall be anti-corrosion painted/epoxy treated before the insulation is applied. This does not apply to preinsulated pipes according to EN 253, EN 448 and EN 489 under the condition that the sleeve system seals correctly.

14. MARKING

Pipes are marked with: the manufacturer in question, the standard, the dimension and the date of manufacture as well as the certificate mark, where applicable.

This publication can be downloaded from the Euroheat & Power website: www.euroheat.org