UNDERHÅLLSHANDBOKEN FÖR FJÄRRVÄRMEDISTRIBUTION

FRAMTAGEN AV SVENSK FJÄRRVÄRME

Svensk Fjärrvärme

Omslagsbild: Mostphotos
Layout: formiograf, dec 2015

UNDERHÅLLSHANDBOKEN FÖR FJÄRRVÄRMEDISTRIBUTION

FRAMTAGEN AV SVENSK FJÄRRVÄRME

ISBN 978-91-85775-29-3

© 2015 SVENSK FJÄRRVÄRME AB

FÖRORD

Underhållshandboken är resultatet av ett beslut i Svensk Fjärrvärmes Distributionsgrupp redan i september 2010, om att underhåll och underhållsstrategi av fjärrvärmenät skulle vara ett fokusområde för gruppen under kommande år.

På många orter har fjärrvärme funnits länge och näten har en hel del år på nacken. Det är stora investeringar som ligger i backen och därför viktigt att underhålla denna tillgång. Ett planerat underhåll förebygger och minskar risken för avbrott, så att företagen kan erbjuda kunderna säker och pålitlig värmeleverans, vilket är en viktig samhällsfunktion.

Arbetet med att ta fram denna handbok påbörjades år 2011, då Underhållsgruppen bildades som en arbetsgrupp inom Svensk Fjärrvärmes Distributionsgrupp. Gruppen inledde sitt arbete med en inventeringsfas, där litteratur sammanställdes och goda exempel från andra branscher letades fram och kontakter etablerades. Inventeringsfasen avslutades med att struktur och innehåll togs fram för den tänkta Underhållshandboken.

Själva skrivandet startade under 2013, ett drygt år efter det att inventeringsfasen slutförts. Skrivande och arbetet med att ta fram material till boken intensifierades under 2014. Vid Svensk Fjärrvärmes Distributionsdagar i januari 2015 kunde gruppen presentera ett utkast till Underhållshandboken för fjärrvärmedistribution och i november var Underhållshandboken äntligen klar.

I Underhållsgruppen har följande personer ingått:

Harald Andersson, E.ON Värme Sverige AB, Malmö.
Gun Bjurling, Vattenfall Värme AB, Uppsala.
Anders Fransson, Göteborg Energi AB.
Hans Jakobsson, AB Fortum Värme, Stockholm.
Per Johansson, Växjö Energi AB.
Lennart Larsson, Mälarenergi AB, Västerås.
Thomas Lummi, Svensk Fjärrvärme AB, Stockholm.
Thomas Nordin, Värmevärden AB, Hudiksvall.
Kristin Åkerlund, AB Borlänge Energi.

Jag vill tacka alla i Underhållsgruppen för ett mycket gott samarbete. Dessutom riktas ett stort tack till alla övriga som har bidragit samt till de verksamheter och bolag som ställt sina medarbetares tid och resurser till förfogande.

Thomas Lummi, områdesansvarig distributionsteknik, Svensk Fjärrvärme

Innehåll

1. OM UNDERHÅLLSHANDBOKEN 13
1.1 Inledning 13
1.2 Syfte 13
1.3 Mål 13
1.4 Kapitelindelning 13
2. UNDERHÅLL AV FJÄRRVÄRMENÄT 15
2.1 Inledning 15
2.1.1 Varför ska ett fjärrvärmenät underhållas? 15
2.2 Underhållsstrategier 17
2.2.1 Vad, varför, var, när och hur? 18
2.3 Underhållsplaner 18
2.3.1 Förebyggande underhåll – att upprätthålla och kontrollera funktion 18
2.3.2 Avhjälpande underhåll – att återställa funktion 19
2.3.3 Förnyelse av fjärrvärmenät 19
2.4 Dokumentation 20
2.5 Ekonomi 21
2.5.1 Underhållskostnader 21
2.5.2 Driftkostnader 21
2.5.3 Förnyelse 22
2.6 Livslängd för fjärrvärmenät 22
2.6.1 Teknisk livslängd 22
2.6.2 Ekonomisk livslängd 23
2.7 Litteratur 23
3. LAGAR, FÖRORDNINGAR, FÖRESKRIFTER OCH STANDARDER 25
3.1 De viktiga begreppen inom regelverket 25
3.2 Standarder 25
3.2.1 Standardisering 26
3.2.2 Standarder för fjärrvärmebranschen 26
3.2.3 Kommittéarbete 26
3.3 Tolkning av Arbetsmiljöverkets föreskrifter för trycksatta anordningar vid byggnation av distributionssystem för fjärrvärme 27
3.4 Tillverkning 29
3.4.1 Tillverkning enligt AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar 29
3.4.2 Tillverkning enligt AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar 31
3.5 Besiktning enligt AFS 2005:3 Besiktning av trycksatta anordningar 36
3.5.1 Klassning av distributionssystem för fjärrvärme 36
3.5.2 Klass C 36
3.5.3 Klass A och B 36
3.5.4 Bedömningar av ackrediterat organ 38
3.5.5 Egenbesiktning 38
3.6 Tryckprovning och täthetsprovning 39
3.6.1 Förberedelser inför tryckprovning 39
3.6.2 Tryckprovning 39
3.6.3 Täthetsprovning 41
3.7 Oförstörande provning 42
3.7.1 Omfattning oförstörande provning enligt SS-EN 13941 42
3.7.2 Omfattning oförstörande provning enligt SS-EN 13480 42
3.8 Användning, enligt AFS 2002:1 Användning av tryckbärande anordningar 42
3.8.1 Riskbedömning 44
3.8.2 Riskklassning av distributionssystem för fjärrvärme 44
3.8.3 Fortlöpande tillsyn 46
3.8.4. Ombyggnad/reparation eller ändring 47
3.8.5 Uppföljning av olycksfall och tillbud 47
3.8.6 Fortlöpande tillsyn av gasflaskor 47

3.9 Märkning av distributionssystem för fjärrvärme 47
3.10 Litteratur 48
Bilaga 3A Författningar för fjärrvärmebranschen 49
Bilaga 3B. Standarder för fjärrvärmebranschen 71

4. ARBETSMILJÖ 80
4.1 Lagar och myndigheter som styr arbetsmiljöarbetet 80
4.2 Arbetsmiljöorganisation, krav och möjligheter 81
4.2.1 Skyddsombud 81
4.2.2 Skyddskommitté 81
4.2.3 Organisatoriska möjligheter 81
4.3 Systematiskt arbetsmiljöarbete 81
4.3.1 Riskanalyser 82
4.3.2 Arbetsmiljöplaner 82
4.3.3 Skyddsronder 82
4.4 Inrapportering av arbetsplatsolycka 83
4.5 Nybyggnation 83
4.6 För fjärrvärmebranschen extra intressanta arbetsmiljöaspekter 83
4.6.1 Arbete i kammare och tunnlar 83
4.6.2 Arbete i schakt 83
4.6.3 Arbete på hög höjd 84
4.6.4 Arbete på väg och andra lokala föreskrifter 84
4.7 Asbest 84
4.7.1 Inledning 84
4.7.2 Historik 85
4.7.3 Asbest 85
4.7.4 Hur asbest kan skada 85
4.7.5 Åtgärder vid olycka 85
4.8 Brännskador 85
4.9 Kolmonoxidproblemet (vid fyllning av fjärrvärmesystem) 85
4.9.1 Inledning 85
4.9.2 Historik 85
4.9.3 Kolmonoxid 87
4.9.4 Hur kolmonoxid påverkar hälsan 87
4.9.5 Så bildas kolmonoxid vid svetsning 87
4.9.6 Åtgärder för att undvika olyckor 87
4.9.7 Åtgärder vid olycka med misstanke om inandning av för mycket kolmonoxid 87
4.10 Ensamarbete 87
4.11 Isocyanater 87
4.11.1 Inledning 87
4.11.2 Isocyanater 88
4.11.3 Hur isocyanater kan skada 88
4.11.4 Åtgärder för att undvika olyckor 88
4.11.5 Åtgärder vid olycka 88
4.12 Legionella 88
4.12.1 Inledning 88
4.12.2 Historik 88
4.12.3 Legionella 89
4.12.4 Hur legionella smittar 89
4.12.5 Åtgärder för att undvika olyckor 89
4.12.6 Åtgärder vid olycka 89
4.13 Metallförgiftning 89
4.13.1 Inledning 89
4.13.2 Hur metaller kan skada 90
4.13.3 Åtgärder för att undvika skador 90
4.14 Radon 90
4.15 Stora vattenmängder 90
4.16 Svetsning och andra heta arbeten 92

4.17 Vagabonderande strömmar 92
4.17 Litteratur 93

5. MILJÖ 95
5.1 Syfte 95
5.2 Miljölagstiftningen 95
5.2.1 Centrala begrepp inom miljölagstiftningen 95
5.2.2 Kommunikation 96
5.3 Miljöledningssystem 96
5.4 Miljöpåverkan från fjärrvärmedistribution 96
5.5 Fjärrvärmedistributionens miljöpåverkan över livstiden, (”LCA”) 97
5.6 Litteratur 98

6. GRUNDLÄGGANDE UPPBYGGNAD OCH FUNKTION 99
6.1 Inledning 99
6.2 Typer av system 99
6.2.1 Fasta system 99
6.2.2 Flexibla system 100
6.2.3 Hålrörssystem 100
6.2.4 Tunnel- och inomhussystem 103
6.3 Krafter i fjärrvärmesystem 103
6.3.1 Generellt 103
6.3.2 Krafter i system med kompensatorer 104
6.3.3 Krafter i fasta system 107
6.4 Schakt vid befintliga fjärrvärmeledningar 112
6.4.1 Generellt för fjärrvärmeledningar 112
6.4.2 Schakt vid fjärrvärmekammare 113
6.4.3 Schakt vid hålrörssystem med asbestcementrör 113
6.4.4 Schakt vid hålrörssystem med betongkulvert 114
6.4.5 Schakt vid fasta system 115
6.4.6 Schakt vid flexibla system 117
6.4.7 Åtgärder vid sprängning och pålning 118
6.5 Litteratur 118

7. FÖREBYGGANDE UNDERHÅLL (FU) 119
7.1 Inledning 119
7.1.1 Definition av förebyggande underhåll 119
7.1.2 Olika underhållsbehov i samma nät 119
7.1.3 Rutinmässiga regelbundna kontroller 120
7.1.4 Resultat – utfall 121
7.1.5 Åtgärd 121
7.2 Komponenter, systemdelar 121
7.2.1 Ventiler 121
7.2.2 Ventildon 125
7.2.3 Kompensatorer 127
7.3 Betonglådor/kulvertar/tunnlar/(inomhusledningar) 128
7.3.1 Stöd, upplag (hängningar), styrningar, fixar, fixklackar 128
7.3.2 Ventilationstorn i öppna fjärrvärmekulvertsystem 129
7.4 Pyranin 131
7.4.1 Tömningssystem 131
7.4.2 Brunnar 133
7.4.3 Dräneringar 133
7.4.4 Betäckningar/luckor/lock 133
7.4.5 Kammare 135
7.4.6 Märkning av kammare, brunnar och ventiler 138
7.4.7 Genomföringar 139
7.4.8 Inomhusledningar och ovanjord 139
7.4.9 Ledningar under järnväg och större vägar 140
7.4.10 Fuktlarm i fasta system 140
7.5 Litteratur 141

8. AVHJÄLPANDE UNDERHÅLL (AU) 142
8.1 Inledning 142
8.1.1 Definition avhjälpande underhåll 142
8.2 Allmänt om avhjälpande underhåll 142
8.2.1 Var/hur uppstår avhjälpande underhåll 142
8.3 Åtgärder vid avhjälpande underhåll 143
8.3.1 Schakt vid fasta system 143
8.3.2 Schakt vid hålrörskulvert 144
8.3.3 Tillfällig tätning av läcka 144
8.3.4 Reparation av läcka på medierör 145
8.3.5 Engångskompensatorer 146
8.3.6 Kompensatorer 146
8.3.7 Utbyte av kompensator på befintlig ledning 147
8.3.8 Blockeringsmetoder 148
8.3.9 Lagning av muff och yttermantel för fasta system 149
8.3.10 Betongskador 149
8.3.11 Ventiler 150
8.3.12 Betäckningar 150
8.3.13 Oljud 151
8.3.14 Skjuvnings-/sättningsskador 152
8.3.15 Radonrisk vid genomgångar 152
8.3.16 Asbest 153
8.4 Beredskap 153
8.4.1 Organisationsförslag och resurser 153
8.4.2 Strategiska reservdelar i lager 154
8.4.3 Samarbete mellan fjärrvärmeföretag och leverantörer 155
8.4.4 Provisoriska panncentraler 155
8.4.5 Entreprenörer för mark- och rörarbeten 155
8.4.6 Plan för nödlägen, haverier och akuta situationer 155
8.4.7 Färdiga schaktplaner 156
8.4.8 Sektioneringsplaner 156
8.5 Informationskanaler 156
8.5.1 Kommunikationsplan 156
8.5.2 Intern informationsspridning om förändringar i nätet 156
8.6 Litteratur 156
9. DRIFT AV FJÄRRVÄRMENÄT 157
9.1 Tömning 157
9.2 Fyllning 158
9.3 Manövrering av ventiler 160
9.4 Anborrning 160
9.5 Blockering 162
9.6 Sektionering 163
9.7 Felsökning/läcksökning 164
9.7.1 Alla typer av fjärrvärmeledningar 164
9.7.2 Förisolerade fjärrvärmerör med fast förband till PUR-isolering 165
9.7.3 Fjärrvärmeledningar med hålrum 165
9.8 Tryckhållning vid sektionering och spädmatning 166
9.8.1 Tryckhållning i uppdelat ledningsnät med driftsmässigt fristående delar 166
9.8.2 Tryckhållning vid läckage i en framledning med hög drifttemperatur 167
9.9 Rundgångar 167
9.10 Litteratur 168
10. STATUSBEDÖMNING AV FJÄRRVÄRMENÄT 169
10.1 Inspektion vatten i kammare 169
10.1.1 Kort beskrivning av metoden 169
10.1.2 Beskrivning av lämplig användning 169
10.1.3 Resultat/utfall 169
10.1.4 Åtgärder 169

10.1.5 Manuell kontroll 169
10.1.6 Fjärrövervakning....170
10.2 Fuktlarmsövervakning....170
10.2.1 Kort beskrivning av metoden....170
10.2.2 Kort larmsystemshistorik....170
10.2.3 Beskrivning av lämplig användning....170
10.2.4 Resultat/utfall 170
10.2.5 Åtgärd 170
10.2.6 Manuell mätning....171
10.2.7 Fjärrövervakad mätning....171
10.3 Termografering 171
10.3.1 Kort beskrivning av metoden....171
10.3.2 Beskrivning av lämplig användning....171
10.3.3 Resultat/utfall....172
10.3.4 Åtgärd....172
10.4 Sektionering med förlustmätning 172
10.4.1 Kort beskrivning av metoden 172
10.4.2 Beskrivning av lämplig användning 172
10.4.3 Resultat/utfall 172
10.4.4 Åtgärd....172
10.5 Ljud/lyssna 172
10.5.1 Kontroll av ventilers täthet....172
10.5.2 Ljud lokaliserar läckor 173
10.5.3 Kort beskrivning av metoden 173
10.5.4 Beskrivning av lämplig användning....174
10.5.5 Resultat /utfall....174
10.5.6 Åtgärd....174
10.6 Snökoll....174
10.6.1 Kort beskrivning av metoden 174
10.6.2 Beskrivning av lämplig användning....174
10.6.3 Resultat/utfall....175
10.6.4 Åtgärd 175
10.7 Godstjockleksmätning med ultraljud 175
10.7.1 Axiell ultraljudsmätning 175
10.7.2 Radiell ultraljudsmätning 176
10.8 Vattenkemi....177
10.8.1 Olika vattenbehandlingsprocesser 177
10.8.2 Filtrering....177
10.8.3 Att undvika korrosion....177
10.8.4 Vattenkemi och kemikalier....178
10.8.5 Provtagning 180
10.8.6 Vattenförbrukning....181
10.8.7 Allmänt....181
10.9 Materialkunskap....181
10.9.1 Medierör 181
10.9.2 Isolering....181
10.9.3 Yttermantel 181
10.9.4 Betong och armering 182
10.9.5 Tätningar, genomföringar....182
10.10 Litteratur 183
11. STATISTIK OCH NYCKELTAL 184
11.1 Inledning....184
11.2 Skadestatistik 184
11.2.1 Avbrottsstatistik....186
11.3 Nyckeltal 186
11.3.1 Att arbeta med nyckeltal 187
11.3.2 Distributionsnyckeltal 187
11.3.3 Underhållsnyckeltal....187

12. BEGREPPSFÖRKLARINGAR 188
Akut underhåll 188
Avhjälpande underhåll 188
Avtappningsledning 188
Avtappning-/avluftningsventil 188
Betäckning 188
Driftsäkerhet 188
Enhet 188
Fjärrstyrt underhåll 188
Funktionskontroll 188
Funktionssäkerhet 189
Förbättring 189
Förebyggande underhåll 189
Förutbestämt underhåll 189
Förutsägbart underhåll 189
Inspektion 189
Modifiering 189
Reinvestering, utbytesinvestering, förnyelseinvestering 189
Renovering 189
Reparation 189
Rutinmässigt underhåll 189
Samlingsventil, tredjeventil 189
Schemalagt underhåll 189
Tillfällig reparation 189
Tillståndsbaserat underhåll 189
Underhåll 190
Underhållsmässighet 190
Underhållsplan 190
Underhållsstrategi 190
Underhållssäkerhet 190
Uppskjutet underhåll 191
Verifikationskontroll 191
Översyn 191
Övervakning 191

1. OM UNDERHÅLLSHANDBOKEN

1.1 Inledning

Utbyggnaden av fjärrvärmenät i Sverige startade i många städer på 1950-talet. Distributionen skedde, då som nu, med vatten som medium. Fjärrvärmeledningarnas konstruktion och materialval har över tid förändrats, från hålrörssystem (bland annat betongkulvert), till dagens prefabricerade plastmantelrör. I och med att livslängden för fjärrvärmeledningar är så pass lång har vi idag många olika ledningstyper och generationer av tekniska lösningar i våra fjärrvärmenät.

Fjärrvärmenäten i Sverige representerar ett stort anläggningskapital. Det uppskattade nuanskaffningsvärdet är cirka 150 miljarder kronor.

Motiven för att ge ut en underhållshandbok kan vara olika beroende på utgångspunkt och perspektiv. Vanliga utgångspunkter är att:

- säkra arbetsmiljön och miljön
- skapa förutsättningar för hög leveranssäkerhet
- ha en hög effektivitet i systemet med god ekonomi.

Ett fjärrvärmenäts långa livscykel gör att regelbunden statusbedömning av näten är extra viktig. Kontroll över ingående utrustning är ett måste för att på ekonomiskt sett mest förnuftiga sätt kunna planera underhållet av ett, ur leveranssynpunkt, förutsägbart nät.

Branschorganisationen Svensk Fjärrvärme har genom åren producerat kvalificerat material i form av studier och rapporter. Ambitionen med Underhållshandboken är att samla erfarenheter om underhåll från tidigare arbeten som exempelvis Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser, forskningsprogrammen Fjärrsyn och Värmeforsk samt rön från universitet/högskolor, andra branscher och inte minst internationellt, till stöd för fjärrvärmeföretagens underhållsorganisationer. Målsättningen är också att presentera goda exempel på arbetssätt, metoder och erfarenheter från branschen.

Genom att skriva en underhållshandbok för fjärrvärmedistribution skapas en överblick för fortsatt utveckling inom underhållsområdet. Arbetet kan drivas vidare inom branschen och i samarbete med exempelvis Fjärrsyn/Energiforsk, Vinnova, universitet och högskolor.

1.2 Syfte

Det generella syftet med denna handbok är att höja kunskapsnivån och öka medvetenheten inom området underhåll av fjärrvärmedistribution. På det viset ökar säkerheten inom arbetsmiljö, miljö och leveranser av fjärrvärme.

Underhållshandbokens tillkomst ska ses som starten på ett arbete som ger fjärrvärmeföretagens organisationer stöd i det dagliga arbetet med att planera, underhålla och driva fjärrvärmenät. Tanken är att ständigt förbättra innehållet. Löpande revidering bidrar till fortsatt kunskapssamlande och spridning av erfarenheter kring praktiskt underhåll av fjärrvärmenät.

1.3 Mål

Målet är att erbjuda en underhållshandbok för fjärrvärmedistribution med tyngdpunkt på praktiskt underhåll. Boken bygger på erfarenheter från bransch och fjärrvärmebolag och ge stöd i underhållsarbetet – som uppslagsbok eller idébok.

Målgruppen för boken är alla personer som arbetar med underhåll inom området fjärrvärmedistribution, från planering till utförande.

Underhållsgruppens förhoppning är att handboken generellt ska öka kompetensen inom området underhåll av fjärrvärmedistributionsanläggningar.

1.4 Kapitelindelning

Underhåll är ett brett område och det finns naturligtvis mer att skriva om än det vi har tagit upp i

handbokens första utgåva. Fördjupning och utvidgning kan göras i kommande utgåvor.

Tankarna bakom kapitelindelningen

- **Kapitel 1:** Inledning med kort sammanfattning samt de överväganden som ligger bakom beslutet att skriva och ge ut Underhållshandboken.
- **Kapitel 2:** Allmänt och generellt om underhåll samt lite om ekonomi kopplat till underhåll.
- **Kapitel 3:** Lagar, regler och riskklassning. Beskriver regelverket samt bjuder på tolkningar och tillämpning av både vad som ska göras och hur det kan utföras för att uppfylla regelverket. Innehåller även lista över lagar, med korta kommentarer.
- **Kapitel 4:** Arbetsmiljö. Kapitlet ger bredd och fördjupning runt centrala arbetsmiljöfrågor med kunskap och erfarenheter samlade i syfte att förhindra tillbud och olyckor i samband med fjärrvärmedistribution.
- **Kapitel 5:** Miljö. Tar upp fjärrvärmedistributionens miljöpåverkan, både direkt med utsläpp till mark och vatten och indirekt genom värmeförluster och utsläpp till luft.
- **Kapitel 6:** Grundläggande konstruktion och funktion. I kapitlet beskrivs samband mellan krafter och rörelser för fjärrvärmenät av typen hålrör respektive fasta system.
- **Kapitel 7:** Förebyggande underhåll (FU). Texten beskriver det förebyggande underhållet av system och komponenter som ska ingå i löpande underhåll och egenkontroll av fjärrvärmenäten.
- **Kapitel 8:** Avhjälpande underhåll (AU). Felsökning, åtgärder vid skador och beredskap beskrivs i detta kapitel.
- **Kapitel 9:** Drift av fjärrvärmenät. Beskriver hur vi ska arbeta med driftsatta fjärrvärmenät vad gäller exempelvis tömning, fyllning, sektionering och ingrepp i ledningar.
- **Kapitel 10:** Statusbedömning. Ger överblick över olika metoder för att statusbedöma fjärrvärmenät och med beskrivningar av hur och när respektive metod är lämplig att använda.
- **Kapitel 11:** Statistik. Uppföljning och lärande kan bygga på analys av statistik och nyckeltal.
- **Kapitel 12:** Begreppsförklaringar. Ett gemensamt språk är centralt ur kommunikations- och förståelsesynpunkt. Här beskrivs ordens betydelse och vad begreppen omfattar.

2. UNDERHÅLL AV FJÄRRVÄRMENÄT

2.1 Inledning

Ambitionen med detta kapitel är att ge en överblick över området underhåll av fjärrvärmenät. Kapitlet tar upp vanliga argument om varför underhåll av fjärrvärmenät är viktigt. Även utgångspunkter och synsätt kring underhåll diskuteras. Kapitlet kan ses som en introduktion till övriga delar av handboken.

2.1.1 Varför ska ett fjärrvärmenät underhållas?

Grundläggande argument för underhåll av komponenter, anläggningar, system kan beskrivas utifrån tre grunder:

- arbetsmiljö och miljö
- leveranssäkerhet
- ekonomi (effektivitet).

Arbetsmiljö är centralt inom området underhåll av fjärrvärmenät och lyfts ofta fram som fokusområde i företagen. Ett av kapitlen i denna bok handlar om arbetsmiljö. I arbetsmiljö ingår inte bara de anställdas och entreprenörers säkerhet och perspektiv. Säkerheten för tredje part, som trafikanter, fotgängare och boende i ett område där fjärrvärmeleveranser och/eller ledningsbyggnation pågår, är minst lika viktig.

Miljö med påverkan på och utsläpp till omgivning är ett viktigt område eftersom fjärrvärmen ofta lyfts fram som en energilösning med stark miljöprofil. Sveriges koldioxidutsläpp från uppvärmning av bostäder har minskat under de senaste decennierna och det beror mycket på fjärrvärmeutbyggnaden. Påverkan på miljön från fjärrvärmenät kan ske direkt genom läckage av varmt vatten från en ledning med påverkan på växtlighet, mark och byggnader. Exempel på *indirekt* påverkan är värmeförluster från fjärrvärmenäten samt utsläpp av rökgaser från värmeproduktionsanläggningar. Även miljö har ett eget kapitel i denna bok.

Leveranssäkerhet. Hur skapas leveranssäkerhet och vad innehåller begreppet ur kundens, samhällets och leverantörens perspektiv?

De tre delarna för leveranssäkerhet/driftsäkerhet är enligt SS-EN 13306:

- Funktionssäkerhet: systemets förmåga att fungera utan funktionshindrande fel.
- Underhållsmässighet: hur lätt är det att upptäcka, lokalisera och avhjälpa fel.
- Underhållssäkerhet: organisationens förmåga att ställa upp med resurser för underhåll.

Fördjupad förklaring av begreppen finns i *FOU-rapport 1999:41 Underlag för riskbedömning och val av strategi för förnyelse av fjärrvärmeledningar* från Svensk Fjärrvärme.

Ekonomi. Underhållet av fjärrvärmenäten utgör en del av den kostnadsmassa som ska täckas av intäkterna från kunderna. Kontroll över kostnaderna, på såväl kort som lång sikt, är viktigt för att vara konkurrenskraftig mot alternativa värmelösningar men också för att verksamheten ska vara förutsägbar ur ett ägarperspektiv.

I illustration 2.1 listas ett antal kostnadsposter som kan ingå i analysen av de totala drift- och underhållskostnaderna för ett fjärrvärmenät. Storleken för de olika delarna varierar mellan fjärrvärmenäten och kan bero på ålder, typ av ledningar samt status på nätet. Viktigt i sammanhanget är förståelse för den påverkan som de olika kostnadsposterna har på varandra, till exempel sambandet mellan förnyelsetakt, avhjälpande underhåll och leveransavbrott.

Förbättringar av arbetsmiljö, miljö och leveranssäkerhet i fjärrvärmenät används ofta som argument vid prioritering och beslut om underhållsåtgärder och förnyelse av ledningar.

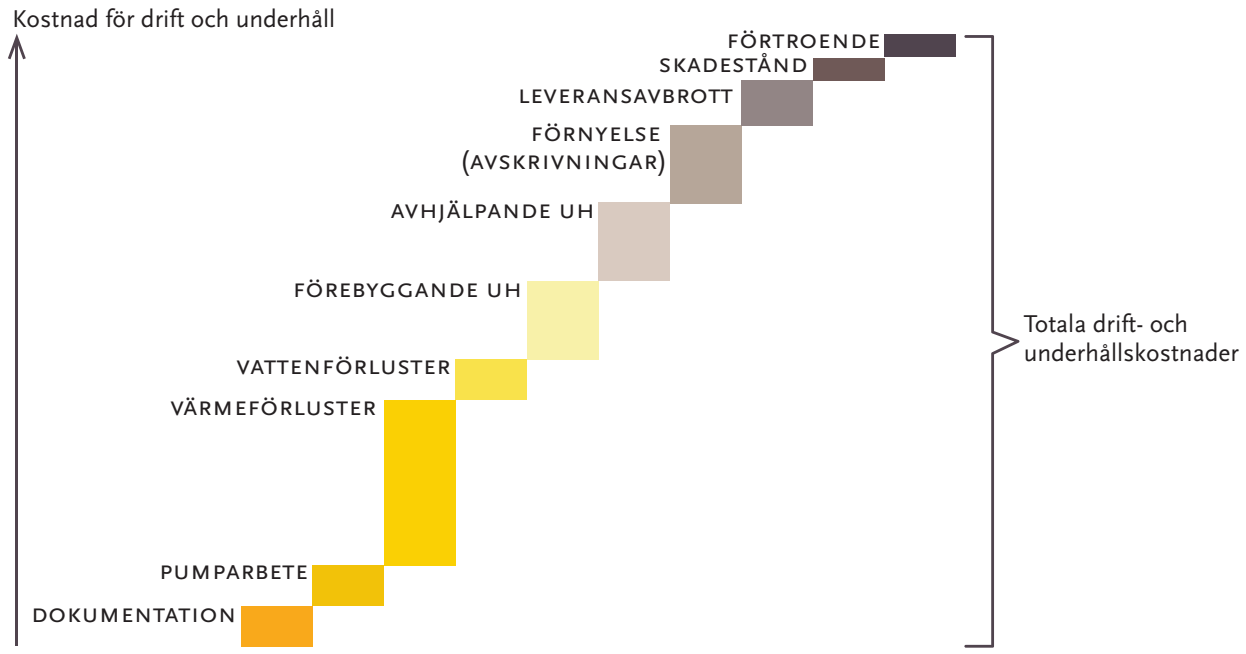


Illustration 2.1. Kostnader för drift och underhåll av fjärrvärmedistributionssystem.

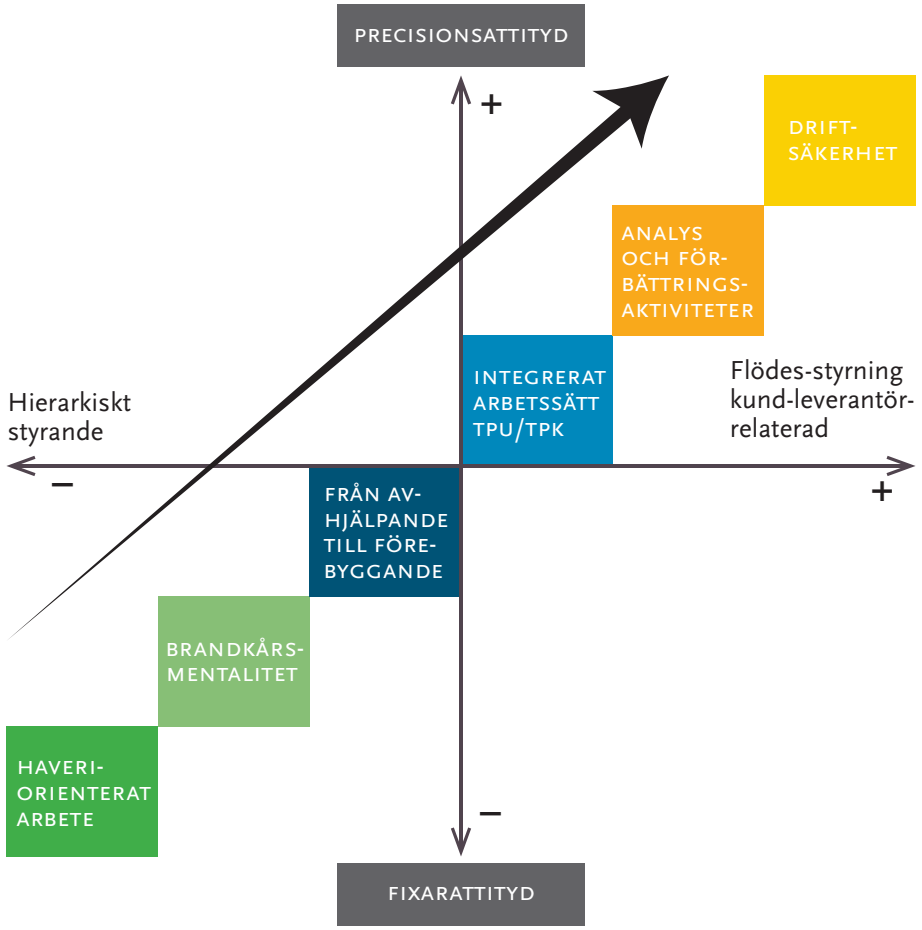


Illustration 2.2. Vägen till driftsäkerhet. Källa: Kaj Franzen (UTEK-Nytt 1-93).

2.2 Underhållsstrategier

Underhåll som vetenskap och akademisk disciplin är relativt ung. I takt med den tekniska utvecklingen i samhället – med mekanisering, elektrifiering och digitalisering – ökar behoven av att hantera underhållet för den stora mängd teknisk utrustning som finns.

Våra liv och vårt sätt att leva är idag helt beroende av att systemen runt oss fungerar.

Det finns många olika förhållningssätt till underhåll:

- Byta ut när det går sönder.
- Reparationsinriktat och händelsestyrt (”lappa och laga”).
- Planerat underhåll med utbytesplan som är erfarenhetsstyrt eller tillståndsbaserat.
- Mycket underhåll i början och slutet av livscykeln enligt den så kallade ”badkarskurvan”.
- Driftsäkerhetsinriktat underhåll.
- Kund- och leveranssäkerhetsinriktat underhåll.

Illustration 2.2 åskådliggör inställning till underhållsarbete där utgångsläget ligger i hierarkiskt styrd fixarattityd, där haverier och avhjälpande underhåll dominerar. I den övre delen av diagrammet har underhållskulturen förflyttats in i ett flödesstyrt arbete med precisionsattityd där analys, förbättringar och långsiktighet är stor del av arbetet och kulturen.

I tabell 2.1 listas i vänster kolumn begrepp som är utmärkande för en fixarattityd och där underhållet präglas av ett reaktivt beteende eller händelsestyrt arbetssätt. I den högra kolumnen handlar underhållet i större utsträckning om förbättringar, planering, analys och proaktivitet som leder till högre funktionssäkerhet.

Det finns olika sätt att förhålla sig till underhåll. I ett och samma fjärrvärmenät finns dessutom anledning att ha olika förhållningssätt, beroende på vilken del av systemet som hanteras. En huvudledning hanteras ofta på ett sätt och en servis på ett annat sätt då konsekvenserna av ett haveri är väldigt olika.

Inom underhållsteorin finns olika modeller och arbetssätt som kan vara tillämpbara inom fjärrvärme. Exempel på teorier/modeller/verktyg för ständiga förbättringar, kvalitet och underhållsarbete:

- **RCM (Reliability Centered Maintenance):** Driftsäkerhetsorienterat underhåll i motsats till reparationsorienterat underhåll.
- **TPM/TPU (Total Productive Maintenance):** ”Total” innebär att allt omfattas (maskin, utrustning, människor och organisation), där produktivitet står för effektivitet och förbättringar.
- **LCC (Life Cycle Cost):** Syftar till att fånga hela produktens livskostnad och inte ensidigt fokusera på installationskostnad/investering.
- **PDCA (Plan, Do, Check, Act):** Kvalitets-/förbättringsstrategi formulerad av William Edwards Deming.
- **Sex Sigma:** Förbättringskoncept med stor spridning och användning i världen.
- **LEAN:** Övergripande strategier och filosofier för hur en verksamhet ska drivas resurssnålt och kundorienterat.

FOKUS PÅ ATT FIXA FEL	FOKUS PÅ FUNKTIONSSÄKERHET
Laga det	Förbättra det
Bekämpa elden	Förutspå, planera, schemalägga
Handlingsman	Medlem i analyslag
Klar att hantera defekter	Eliminera defekter
Minska underhålls-kostnaderna	Öka tillgänglighet
Månadens program	Ständiga förbättringar
Tro att fel är oundvikliga	Tro att fel är ovanliga
Ge prioritet åt haverier	Ge prioritet åt att eliminera fel
Många fel	Få fel
Låg nivå av planerade arbeten	Hög nivå planerade arbeten
Låg funktionssäkerhet	Hög funktionssäkerhet
Höga underhållskostnader	Låga underhållskostnader
Kortsiktiga planer	Långsiktiga planer
Blir inte vinstgivande	Attraherar nya investerare

Tabell 2.1. Kulturella skillnader mellan en reaktiv och en aktiv underhållsorganisation. Källa: Ulla Espling.

Fördjupad beskrivning av de olika metoderna/förbättringskoncepten finns att läsa i D*riftsäkerhet och underhåll* av Karl-Edward Johansson samt *Ständiga förbättringar* av Lars Sörqvist.

Vi har valt att endast nämna modellerna/teorierna för att uppmärksamma det stöd som kan finnas i att använda en modell och på det sättet få ett

verktyg för att mer systematiskt arbeta med förbättringar och underhållet av anläggningar.

2.2.1 Vad, varför, var, när och hur?

Exempel på områden att arbeta med för att bygga upp ett systematiskt arbete för underhållet av ett fjärrvärmenät:

- Analys av omvärld, lagar, kunder, interna mål/krav, status, hot och möjligheter.
- Definiera viktiga områden för att nå målen och definiera uppdraget.
- Formulera mål, delmål och nyckeltal (KPI) utifrån resultaten av analysen.
- Definiera kompetenser/organisation/resurser för att kunna genomföra uppdraget.
- Besluta om aktiviteter/tid/resurser/budget för genomförandet.

En struktur för det strategiska arbetet och genomförande av mål och uppdrag kan vara:

- **Vision:** Övergripande inriktning för fjärrvärmeverksamheten.
- **Analys:** Lagar och andra krav, omvärld, riskklassning av fjärrvärmenätet, statusbedömning av anläggning.
- **Långsiktiga och övergripande mål:** Fastställa mål för distributionssystemet inom olika områden, som arbetsmiljö, leveranssäkerhet och ekonomi.
- **Mål för:** Plan för förnyelse av komponenter/ledningar/nätdelar, avhjälpande och förebyggande underhåll, beredskap, dokumentation och stödsystem.
- **Budget/resurser:** Ta fram budget och organisation/resurser.
- **Planering:** Utgå från beslutade mål, medel och resurser.
- **Genomförande:** Planer genomförs och återrapporteras.
- **Återkoppling:** Uppföljning mål/delmål och nyckeltal.

Vanligen uppdateras det strategiska arbetet varje år medan uppföljningen av mål, delmål och nyckeltal följs upp löpande under året, antingen månads- eller kvartalsvis.

Många organisationer kämpar med att föra in underhållsfrågorna och -perspektivet i projekt. Underhållsperspektivet behöver komma in tidigt i processen vid förnyelse och nybyggnation av fjärrvärmenät. Ett bra underhållsarbete börjar redan i planerings-, konstruktions- och projekteringsfasen. Beslut om exempelvis systemval, material, komponenter samt läget för ledningar, ventiler, brunnar påverkar framtida underhållsarbete ur arbetsmiljö- och miljösynpunkt, samtidigt som även leveranssäkerhet och ekonomi påverkas.

Hantering av olika driftsituationer behöver komma in tidigt vid planeringen av fjärrvärmenät för att lyfta fram aspekter som värmeleveranser vid störda driftfall, med behov av till exempel redundans, ringmatning, kritiska korsningar, leveranskritiska kunder, sektionering samt tömning/fyllning. Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse D:211 *Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar* samt flera kapitel i denna handbok tar upp viktiga saker att tänka på vid planering och projektering av fjärrvärmeledningar.

Att bygga rätt från början är det bästa och billigaste förebyggande underhållet. Att ha ett underhållstänkande redan i konstruktionsstadiet är kostnadseffektivt. Genom att organisationen arbetar på det sätt som standarden ISO 55000 Asset management beskriver kommer underhåll att vara med vid konstruktionsstadiet.

Med regeln ”1-10-100-1 000” menas att:

- konstruera rätt från början kostar 1 krona (faktor 1)
- något som redan från början är felkonstruerat och som konstrueras om innan byggnation kostar 10 kronor (faktor 10)
- att ändra senare, när byggnationen har påbörjats, kostar 100 kronor (faktor 100)
- att i efterhand, när det är färdigbyggt, konstruera om och bygga om kostar 1 000 kronor (faktor 1 000).

2.3 Underhållsplaner

2.3.1 Förebyggande underhåll – att upprätthålla och kontrollera funktion

Förbyggande underhåll (FU) för ett fjärrvärmenät handlar om planerade arbeten som besiktningar, funktionskontroller, undersökning av larm, rondering och statusbedömningar. Det förebyggande underhållets omfattning och innehåll styrs av bland annat följande faktorer:

- Lagkrav som:

- o egenkontroll och kontroller, exempelvis återkommande besiktning, in- och utvändig kontroll av trycksatta ledningar.
- o Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS)
- o riskbedömningar och analyser av hela eller delar av system
- o se även kapitel 3, 4 & 5 i denna handbok.

- Leverantörernas krav på underhåll under garantitid.
- De installerade komponenternas underhållsbehov för att upprätthålla funktionen.
- Miljö och omgivning som nätet finns i.
- Erfarenheter från tidigare besiktning, rondering och statusbedömning.

Det förebyggande underhållet planeras årligen. Underhållsplaner tas fram nedbrutet på respektive objekt eller komponent i systemet. Varje objekt och komponent får ett underhållsintervall som fastställs beroende på de faktorer som beskrivits ovan. På det sättet läggs grunden för ett differentierat förebyggande underhåll som löpande behöver ses över och revideras för att vara aktuellt.

Återrapportering är en viktig förebyggande åtgärd. Vanligen stöds organisationer av ett underhållssystem där återrapportering sker löpande vid exempelvis ronderingar. Uppgifter från återrapporteringen är ett viktigt underlag för planeringen av kommande års förebyggande underhåll. Återrapportering spelar också roll för andra delar av underhållsarbetet, som planering av förnyelse av komponenter eller ledningar.

I många fjärrvärmenät finns system installerade för övervakning av fuktlarm, nivålarm och vibrationer från pumpar med mera. Dessa uppgifter kompletterar och ger löpande information om statusen för utrustningen.

Förebyggande underhåll är ett stort område som ägnas ett eget kapitel i denna bok. Hur det förebyggande underhållet kan utföras beskrivs i kapitel 7.

2.3.2 Avhjälpande underhåll – att återställa funktion

Avhjälpande underhåll (AU) handlar om att återställa funktionen på system, ledningar och komponenter. Arbetet är situationsberoende, förhållandevis oförutsägbart och får skötas på olika sätt beroende på hur allvarlig situationen är.

Vanligen prioriteras insatserna efter hur allvarligt felet är. Alternativen är omedelbara insatser eller senareläggning där åtgärder samordnas och planeras för att genomföras längre fram i tiden.

Trots att AU-insatserna kommer oplanerat kan en hel del förberedelser göras för att förbättra förmågan att lösa den uppkomna situationen. Nedan finns tips på några av de aktiviteter som kan underlätta insatserna, göra arbetet säkrare, mer effektivt och med kortare leveransstörning.

Åtgärder för att öka handlingsberedskapen inför oförutsedda händelser:

- Utbildade och tränade interna och externa resurser.
- Utrustning och reservdelar för avhjälpande insatser.
- Prioritera enligt framtagna kriterier och erfarenheter.
- Dokumentation över system och anläggningar.
- Avtal för mark och fastigheter, servitut och markavtal.
- Beredskap med bemanning internt/externt, avtal med entreprenörer inom mark/bygg/svets samt tillgång till beredskapslager/reservdelar.
- Trafikanordningsplaner.
- Sektionerings- och delsektioneringsplaner.
- Kommunikationsplaner som involverar kommun, kunder, externt/internt.
- Nödlägesplaner med färdig organisation som är tränad för allvarligare situationer.
- Etablerade relationer till myndigheter, kunder och andra aktörer som kan påverkas av uppkomna situationer.

Det är viktigt att dokumentation och analys av insatser kopplade till AU återkopplas in i det förebyggande underhållet och i planering av förnyelsen av systemen.

Avhjälpande underhåll är, liksom förebyggande underhåll, ett stort område som i detalj beskrivs i handbokens kapitel 8.

2.3.3 Förnyelse av fjärrvärmenät

Planering av förnyelse av ett fjärrvärmenät är sammansatt av många olika aktiviteter med informationsinsamling, sammanställning, analys och prioriteringar. I bedömningen av förnyelsebehovet för en ledning finns många olika faktorer och kriterier att väga in och ta hänsyn till.

Aspekter som vägs in i arbetet med att ta fram förnyelseplaner:

- Arbetsmiljö.

- Leveranssäkerhet, riskklassning, statusbedömning samt erfarenhetsbedömningar.
- Aktuell ledningstyp (transit-, huvud-, ring-, fördelnings- eller servisledning).
- Skadefrekvens, status på isolering, medierör eller yttermantel/ytterhölje.
- Markförhållanden med sättningsrisk, vatten/dränering.
- Ledningens åtkomlighet, i värsta fall under hårt trafikerad gata eller vatten/järnväg.
- Optimering av nätet, ändring av dimension, rundmatning eller inte, utifrån nya förutsättningar på grund av lång utbyggnad.

Den ekonomiska aspekten på förnyelse är viktig och vägs in i beslutet där förnyelsen innebär lägre värmeförluster, mindre vattenförluster och lägre underhållskostnad. Sällan kan en förnyelse motiveras av rent ekonomiska skäl som bygger på effektivare isolering eller minskat underhåll. Beslutet grundar sig ofta på en kombination av argument som arbetsmiljö, leveranssäkerhet, goodwill, minskade värmeförluster och underhållskostnader.

Förnyelse ger också möjlighet att se över kapaciteten och dimensionen genom att anpassa ledningen till dagens/verkligt behov.

I Illustration 2.3 beskrivs exempel på samband mellan förebyggande underhåll (FU), avhjälpande underhåll (AU) samt förnyelse (F). Sambanden är utmed x-axeln illustrerade med tolv olika kombinationer av FU, AU och F som ger olika summa (totalsumma). I ytterlighetsfallet 1 finns AU som enda aktivitet, medan det i övriga fall finns en kombination av FU, AU och förnyelse som ger lägst totalsumma.

Sambanden mellan de olika delarna av underhållet varierar naturligtvis mellan olika fjärrvärmenät men diagrammet tydliggör att de olika delarna av underhållet FU, AU och förnyelse påverkar varandra. Den lägsta totala underhållskostnaden finns i en kombination av AU, FU och förnyelse.

2.4 Dokumentation

Kunskap om anläggningen och de ingående komponenterna är avgörande för ett fungerande underhållsarbete. Dokumentation är central i samtliga skeden av anläggningens livstid och påverkar förmågan att på ett bra sätt förvalta anläggningen på kort och lång sikt. Är anläggningens egenskaper och status väl dokumenterade blir det lättare att fatta rätt beslut vid planering samt vid utförande av såväl planerade, som akuta åtgärder.

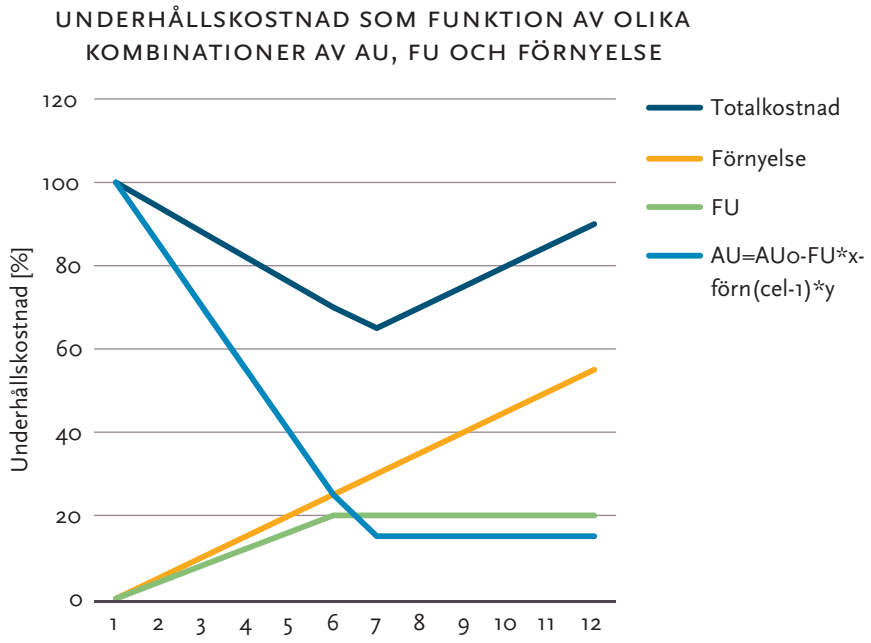


Illustration 2.3. Exempel på samband mellan kostnader för avhjälpande underhåll (AU), förebyggande underhåll (FU) och förnyelse av fjärrvärmenät.

Dokumentation av fjärrvärmenät omfattar ledningar, komponenter, larm samt signal-/kommunikationssystem men kan också innehålla uppgifter som kunddata, ritningar/schema och avtal. Det finns flera olika system för att dokumentera anläggningar, hit hör anläggningsregister, GIS (geografiskt informationssystem) och NIS (nätinformationssystem).

För planering, uppföljning och återrapportering av underhållsarbetet används ofta någon form av underhållssystem. Underhållssystemet kan kombineras eller integreras i anläggningsregister och NIS. Genom integrationen kan funktionaliteter som dokumentation, kartor, ritningar, komponentregister samt planering och återrapportering av underhållsarbetet samverka i ett system och i en miljö. Även funktioner som avbrottshantering och information med SMS, webb, lappning och telefon kan ingå i systemstödet till organisationer.

En stor och viktig utmaning vid all dokumentation är att hålla informationen uppdaterad.

2.5 Ekonomi

Varje fjärrvärmenät är unikt och har därmed sina egna förutsättningar avseende drift, underhåll och ekonomi. I denna text hanteras därför kostnader för drift, underhåll och förnyelse av fjärrvärmenät utifrån allmänna och generella antaganden.

2.5.1 Underhållskostnader

Vad ingår då i underhållskostnader för fjärrvärmenät? Vanligen betraktas AU, FU och dokumentation som underhållskostnader. Den del av förnyelsen som ekonomiskt bokas som kostnad (ofta mindre reparationer/utbyten) betraktas också som underhållskostnader. Förnyelse av ledningar och nät bokförs ofta som investeringar och redovisas separat i absoluta tal men också formulerat som förnyelsetakt och reinvesteringstakt. Läs mer i avsnitt 2.5.3 (Förnyelse) nedan.

Siffrorna i tabell 2.2 bygger på inrapporterade data och nätlängder, drift- och underhållskostnader samt såld värme. Olika bolag kan ange drift- och underhållskostnader på olika sätt, beroende på definitioner av kostnader och investeringar men också på hur organisationen ser ut med gemensamma funktioner och delning av resurser mellan olika delar i verksamheten. Kvaliteten på siffrorna kan därför variera men tabellen ger ändå en klar bild av storleksordningen på drift- och underhållskostnader för fjärrvärmenät.

Specifika tal	2013	2012	2011	2010	2009
DoUH kr/MWh	20,1	20,8	21,6	18,3	18,0
DoUH kr/km nät	55,5	55,5	55,7	59,4	72,4

Tabell 2.2. Medelvärde för drift- och underhållskostnader (DoUH) för fjärrvärmenät i Sverige 2009–2013.
Källa: Energimarknadsinspektionen.

	2013	Källa
Nätlängd [km]	19445	EMI
DoUH kostnad per ny ledning [kkr]	1079588	EMI
Nuanskaffningsvärde MSEK	150000	skattning
Medelkostnad per m nät [kr/m nät]	7714	skattning
DoUH andel av nuanskaffningsvärdet [%]	0,72	beräknad

Tabell 2.3. Drift- och underhållskostnader i förhållande till nuanskaffningsvärdet för fjärrvärmenät i Sverige 2013.
Källa: Energimarknadsinspektionen.

Ett annat sätt att se på drift- och underhållskostnader är att ställa dessa mot värdet av det nybyggda nätet (nuanskaffningsvärdet). Med underlag från Energimarknadsinspektionen och antaganden om nuanskaffningsvärdet för fjärrvärmenäten i Sverige kan vi få fram ett mått på underhållskostnad.

Siffran 0,72 procent i tabell 2.3 är något lägre, men ändå i samma storleksordning som den erfarenhetsnivå på 1 procent som anges i läroboken *Fjärrvärme och fjärrkyla* av Svend Frederiksen och Sven Werner.

Observera att driftkostnader, som värmeförluster, pumparbete och vattenförluster inte ingår i ovanstående tabell.

2.5.2 Driftkostnader

I tabell 2.4 redovisas siffror för värmeförluster, pumparbete och vattenförluster för ett typiskt fjärrvärmenät. Siffrorna bygger på antaganden om kostnader och behöver inte stämma överens med det enskilda fjärrvärmenätet. Det tabellen visar är storleksordningen för respektive post. Siffrorna i tabell 2.4 kan jämföras med siffror för DoUH i tabell 2.2.

2.5.3 Förnyelse

Förnyelse av fjärrvärmenät sker kontinuerligt i form av större eller mindre utbyte av nätets komponenter. Vi har valt att i detta kapitel använda begreppet förnyelse som samlingsbegrepp för både mindre och större utbyten – oavsett om de betraktas och ekonomiskt bokförs som investeringar eller som kostnader.

När ska en fjärrvärmeledning bytas ut? Det finns många perspektiv att väga in i ett beslut om förnyelse av ett fjärrvärmenät, ledning eller enskild komponent i systemet. I tabell 2.5 listas perspektiv och utgångspunkter för förnyelsearbete utan inbördes rangordning.

I många fall är det en kombination av olika perspektiv och argument som ligger till grund för att genomföra en förnyelse i anläggningen. Vanliga utgångspunkter är arbetsmiljö, leveranssäkerhet och ekonomi där ett systematiskt underhållsarbete med löpande tillsyn (rondering) och statusbedömningar ger underlag för att ta beslut om förnyelse.

Åsa Åkerström presenterar i Reinvesteringsmodeller för befintliga fjärrvärmenät en modell som stöd vid beslut om förnyelse. Modellen ska prioritera förnyelse av fjärrvärmenät med avseende på ekonomi, leveranssäkerhet och miljö och ska ses som en del av det underlag som behövs för att fatta beslut.

Åsa Åkerström konstaterar att ekonomi (minskade värmeförluster och underhållskostnader) sällan eller aldrig ett tillräckligt argument för att besluta om förnyelse, men kan vara en vägledning vid prioritering mellan olika förnyelseprojekt. Om en förnyelse blir av eller inte avgörs många gånger av leveranssäkerhets- och arbetsmiljöperspektivet.

2.6 Livslängd för fjärrvärmenät

2.6.1 Teknisk livslängd

Faktorer som påverkar livslängden på fjärrvärmeledningar diskuteras i *Underhåll för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar* av Sture Andersson med flera. I rapporten har skadestatistik för olika ledningar och nät sammanställts och analyserats.

Livslängden påverkas av hela kedjan:

- Planering, projektering och konstruktion.
- Val av material för ledningar och skarvar.
- Installation med kvalitetskontroller.

Kostnadspost	**Relativ andel av årlig såld värme [%],** ref FV o FK S Frederiksen & S Werner	**Kostnader [SEK/MWh år]**
Värmeförluster (kostnad pris 0,30 kr/kWh)	10	30
Pumparbete (antagen kostnad 1,0 kr/kWh)	0,5	5
Vattenförluster (antagen 1 oms/år, 25 m3/GWh år, 50 kr/m3)	–	1,25
Summa kostnader		**36**

Tabell 2.4. Exempel på kostnader för värmeförluster, pumparbete och vattenförluster.

Arbetsmiljö, exempelvis utdömda eller riskfyllda arbetsmiljöer, som ventilkammare.	Utbyte enligt plan (kriterierna i förnyelseplanen är olika för olika fjärrvärmenät, ledningstyper).
Viktig ledning ur leveranssäkerhet, ofta kopplad till stora dimensioner (kritiska leveranser till bland annat sjukhus).	Miljö, exempelvis sanering av asbestisolering (isolering byts).
Hög skadefrekvens med stor sannolikhet för framtida haverier.	Påkallad flytt av ledningar på grund av ändringar i detaljplaner och byggnation.
Inträffade haverier med stora och allvarliga konsekvenser för leveranser och varumärket (aldrig mer).	Samordning av förläggning/omläggning av ledningar med andra ledningsägare.
Ekonomiska skäl, värmeförluster och/eller vattenförluster.	Ledningen har fel dimension, är över- eller underdimensionerad, förutsättning för fjärrvärmeledningen har ändrats.
Miljön, omgivande mark/jord är olämplig för fortsatt drift av befintliga fjärrvärmeledningar på grund av empelvis vatten, ras/sättningar och trafiklaster.	Resurs- och budgetskäl för att fördela förnyelsearbetet jämnt över tid.

Tabell 2.5 Vanliga orsaker, anledningar och argument till att förnya fjärrvärmeledningar.

- Drift av ledningen med temperaturer, nivå och variation/cykling av temperatur.
- Underhåll och övervakning.
- Omgivande miljö, trafiklaster, mark, sättningar, markyta, jordart och grundvattennivå.
- Invändig miljö, vattenkemi, smuts/sediment, stillastående vatten.
- Åverkan vid arbeten intill eller vid ledning, exempelvis pågrävning eller borrning för stolpar.
- Oförsiktig schaktning intill befintliga ledningar som påverkar eller förändrar krafter och rörelser i ledningssystemet.

Med kontinuerlig rapportering av skador byggs statistik upp som ger möjlighet till analys och förbättringar, som ändrade arbetssätt eller förbättringar av material, konstruktion och standarder för ledningar eller komponenter. Historiskt svaga delar på fjärrvärmeledningar har varit skarvarna, där kvaliteten förbättrats genom utbildning, certifiering och kontroller.

Standarden SS-EN 253 anger som krav att ledningarnas livslängd ska vara minst 30 år vid kontinuerlig drifttemperatur 120 °C. Är drifttemperaturen lägre än 120 °C i både fram- och returledningen blir den verkliga livslängden längre. Studier pågår om livslängd och åldring av prefabricerade fjärrvärmeledningar inom forskningsprogrammet Fjärrsyn, som finansieras av fjärrvärmebranschen och Energimyndigheten tillsammans.

2.6.2 Ekonomisk livslängd

Ekonomisk livslängd är en bokföringsfråga. Lämpligen är den ekonomiska livslängden kortare än den tekniska livslängden men även detta fall kan hanteras genom att redovisa ett restvärde och göra en slutavskrivning på anläggningen eller komponenten.

Investering i nya ledningar behandlas ekonomiskt ofta på samma sätt som investeringar i nya ledningssträckor. Avskrivningstiderna för fjärrvärmenät ligger typiskt på 20–40 år. Beroende på vilken del av distributionssystemet som avses kan olika avskrivningstider användas.

Ekonomisk livslängd för olika systemdelar kan delas upp i ledningar, överbyggnad, ventiler, don, övervakning, styr- och reglersystem, pumpar samt dokumentationssystem. I sammansatta system kan komponentavskrivning tillämpas där avskrivningstiden sätts utifrån de ingående komponenterna i systemet. Exempelvis kan ett fjärrvärmenäts ledningar, ventiler, överbyggnad och övervakningssystem ha olika avskrivningstid även om de ingår i en helhet som är beroende av respektive dels funktion.

Avskrivningstiden behöver inte styras av den tekniska livslängden. Den kan även styras av exempelvis leveransavtal, affärsrisker, markavtal och leveransavtal med kund.

Typisk livslängd för olika typer av fjärrvärmeledningar:

Typ av ledning	Typisk teknisk livslängd år
Inomhusledningar (medierör av stål, isolering av olika material)	80–100
ACE (yttermantel av asbestcement, medierör av stål)	40–60
BTG (betongkulvert med låda av betong, medierör av stål, isolering vanligen mineralull)	50–70
PEH (medierör av stål, yttermantel av polyeten)	80–100
Flexibla ledningar (medierör av stål och koppar)	30–60

Tabell 2.6. Skattad livslängd för olika typer av fjärrvärmeledningar. Siffror och antaganden används i förnyelseplaner.

2.7 Litteratur

- Karl-Edward Johansson: *Driftsäkerhet och underhåll* (Studentlitteratur, 1997).
- Kaj Franzen: *Utveckling mot högpresterande organisationer* (UTEK-Nytt, nr 1, mars 1993).
- Lars Sörqvist: *Ständiga förbättringar* (Studentlitteratur, 2004).
- Sture Andersson, Jan Mohlin & Carmen Pletikos: *Underhåll för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar* (FOU-rapport 1999:41, Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB, 1999).
- Svend Frederiksen & Sven Werner: *Fjärrvärme och fjärrkyla* (Studentlitteratur, 2014).
- Ulla Espling: *Ramverk för en drift- och underhållsstrategi ur ett regelstyrt infrastrukturperspektiv* (Luleå tekniska universitet, Järnvägstekniskt Centrum, Avdelningen för drift och underhålls-

teknik, ISSN1402-1757, ISRN LTU-LIC--04/45--SE, 2004).
- *Underlag för riskbedömning och val av strategi för förnyelse av fjärrvärmeledningar* (FOU-rapport 1999:41, Svensk Fjärrvärme, 1999).
- Åsa Åkerström: *Reinvesteringsmodeller för befintliga fjärrvärmenät* (Examensarbete vid Institutionen för Kemisk apparatteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2004).

3. LAGAR, FÖRORDNINGAR, FÖRESKRIFTER OCH STANDARDER

Arbete med distributionssystem för fjärrvärme regleras av ett stort regelverk av lagar, förordningar, föreskrifter och standarder. Byggbranschen är en av de mest reglerade branscherna.

Målet med detta kapitel är att:

- Beskriva regelverkets uppbyggnad och syfte.
- Sammanställa och ge en branschtolkning av följande föreskrifter:
  - *AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar*
  - *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar*
  - *AFS 2005:3 Besiktning av trycksatta anordningar*
  - *AFS 2006:8 Provning med över eller undertryck*
  - *AFS 2002:1 Användning av tryckbärande anordningar.*
- Sammanställa och ge en kort beskrivning av några av de övriga lagar, förordningar, föreskrifter och standarder som styr arbetet med distributionssystem för fjärrvärme.

Kursiv text markerar tolkningar av regelverket.

3.1 De viktiga begreppen inom regelverket

Grundlagarna skyddar vår demokrati. De står över alla andra lagar. Med det menas att innehållet i våra övriga lagar aldrig får strida mot vad som står i grundlagarna. Grundlagarna är svårare att ändra än andra lagar.

Sveriges grundlagar:

- Yttrandefrihetsgrundlagen
- Tryckfrihetsförordningen
- Regeringsformen
- Successionsordningen.

Definition av begreppen författning, lag, förordning och föreskrift:

- **Författning:** Samlingsnamn på lag, förordning och föreskrift.
- **Lag:** Regler som får konsekvenser för enskilda medborgare och företag måste finnas i form av lagar, vilket innebär att riksdagen fattar beslut om dem. Balk är ett annat ord för lag.
- **Förordning:** Regler utan konsekvenser för enskilda medborgare och företag som regeringen kan besluta direkt om genom att utfärda en förordning.
- **Föreskrift:** Detaljregler inom vissa sakområden kan myndigheter besluta genom att utfärda en föreskrift.

I bilaga 3A finns en lista med ett urval av lagar, förordningar och föreskrifter som kan beröra arbeten med fjärrvärmeledningar. Lagar, förordningar och föreskrifter uppdateras kontinuerligt, nya tillkommer och gamla upphävs. Aktuell information om gällande lagar och förordningar finns på webbplatsen www.lagrummet.se som Domstolsverket är samordningsmyndighet för. Aktuell information om gällande föreskrifter finns hos varje enskild myndighet (se respektive myndighets webbplats).

3.2 Standarder

Standarder är gemensamt överenskomna lösningar på återkommande problem som ska ge enklare rutiner, billigare flöden och höjd kvalitet. Standarder finns inom alla områden: från enklaste spik och skruv till datakommunikation, vård och miljö. I stort sett alla delar av vår tillvaro berörs av standarder. I en globaliserad värld behövs helt enkelt något som förenar branscher, kulturer och landgränser. För ett exportberoende land som Sverige är standardisering en förutsättning för vår internationella konkurrenskraft.

En standard kan till exempel innehålla pro-

dukters funktionskrav och hur de ska provas eller beskrivningar av tjänsters innehåll och utförande. Den kan även innehålla gemensam terminologi eller beskriva gemensamma symboler och skyltar.

Övergripande syfte med standarder är att underlätta handel och kommunikation. Andra ändamål är att:

- skapa tydliga riktlinjer för att säkra funktion och kvalitet
- effektivisera och förbättra processer
- öka transparens och förenkla jämförelser
- förbättra säkerhet och tillgänglighet
- spara resurser och minska miljöpåverkan
- främja utveckling.

Det är frivilligt att använda standarder men den som når kraven i en harmoniserad standard uppfyller också EU-direktivets krav. För att en produkt ska få cirkulera fritt på den inre marknaden måste den uppfylla det eller de EU-direktiv som gäller för produkten.

En del direktiv och standarder blir tvingande då de skrivs in som krav i en föreskrift.

Exempel på detta är de gemensamma europeiska kraven för tillverkning av tryckbärande anordningar, det så kallade tryckkärlsdirektivet (PED, 97/23/EC) som ska uppfyllas. Dessa krav finns i Arbetsmiljöverkets föreskrift *AFS 1994:4 Tryckbärande anordningar*.

Ibland hänvisar föreskrifter till standarder.

Ett sådant exempel är i *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar* där det i 7 § och i Arbetsmiljöverkets allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om besiktning av trycksatta anordningar till 7 § står att:

7 § Alla behållare och rörledningar med tillhörande säkerhetsutrustning ska vara konstruerade och tillverkade enligt en god teknisk praxis som gäller i något land inom EES (Europeiska ekonomiska samarbetsområdet).

Till 7 § Exempel på god teknisk praxis kan finnas i standarder och normer.

3.2.1 Standardisering

Direktiv används för att harmonisera lagstiftningen i EU-medlemsländerna, bland annat för att den inre marknaden ska fungera. EU-kommissionen träffar avtal med de europeiska standardiseringsorganen CEN (European Committee for Standardization), CENELEC (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique) och ETSI (European Telecommunications Standards Institute) i syfte att ta fram standarder som uppfyller de krav som ställs i EU-direktiv.

Standarder som utarbetas på mandat kallas harmoniserade standarder. De europeiska standardiseringsorganen samarbetar med de nationella standardiseringsorganen (31 medlemmar i januari 2015) när de tar fram en standard. I Sverige finns standardiseringsorganen SIS (Swedish Standards Institute), SEK (Svensk Elstandard) samt ITS (InformationsTekniska Standardiseringen som ansvarar för telekommunikationsområdet). SIS är det standardiseringsorgan som arbetar fram standarder för bland annat fjärrvärmebranschen.

För att utföra arbetet med att ta fram standarder har CEN och SIS tekniska kommittéer. CEN:s kommittéer har flera arbetsgrupper med experter från nationella standardiseringsorgan. SIS kommittéer har representanter från bla tillverkningsindustri, tekniska institut, högskolor och branschorganisationer. Svensk Fjärrvärme är fjärrvärmebranschens representant.

ISO (International Organization for Standardization) är den globala standardiseringsorganisationen.

3.2.2 Standarder för fjärrvärmebranschen

CEN:s tekniska kommitté TC 107 tar fram standarder för förtillverkade fjärrvärmerör och komponenter. SIS tekniska kommitté SIS/TK 300 (Förtillverkade fjärrvärmerör) ingår i CEN/TC 107 som den svenska ”spegelkommittén”.

Standardiseringsarbetet av fjärrvärmerör startades i början av 1980-talet och idag finns åtta huvudstandarder för fjärrvärmerör och komponenter. I takt med att CEN/TC 107 tar fram nya standarder ger SIS ut motsvarande svenska standarder.

Bilaga 3B innehåller en lista med ett urval av standarder som kan beröra arbeten med fjärrvärmeledningar. Standarder uppdateras kontinuerligt, nya tillkommer och gamla upphävs. Aktuell information om gällande standarder finns på SIS webbplats www.sis.se

3.2.3 Kommittéarbete

Kommittéarbetet är öppet för alla intressenter och arbetet leds av en projektledare från SIS. Företag, statliga verk och myndigheter, kommuner, intresse- och branschorganisationer, enmansbolag, ideella föreningar och konsulter kan delta. Detta under

förutsättning att de är medlemmar i SIS och betalar den deltagaravgift som kommittén gemensamt har beslutat. De deltagande organisationerna utser sina företrädare som blir kommittédeltagare.

När du deltar i en kommitté är du med och påverkar standarder och riktlinjer som påverkar hela din bransch. Du får tidig information om vad som är på gång och ges möjlighet att knyta värdefulla kontakter med andra i branschen. Du är med och drar upp riktlinjer och krav som kan få stor betydelse och för lång tid framöver påverka just ditt område i Sverige och utomlands.

3.3 Tolkning av Arbetsmiljöverkets föreskrifter för trycksatta anordningar vid byggnation av distributionssystem för fjärrvärme

Texten i detta kapitel är en tolkning av regelverket för tillverkning och besiktning av distribution för fjärrvärme. En handledning för tillvägagångssättet vid nybyggnation och reparation eller utbyte/omläggning av befintliga distributionssystem för fjärrvärme som förläggs i mark finns i Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse *D:211 Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar*.

Kursiv text markerar tolkningar av regelverket.

Regler om konstruktion, tillverkning, uppförande och besiktning av trycksatta anordningar finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter:

- *AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar*
- *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar*
- *AFS 2005:3 Besiktning av trycksatta anordningar*
- *AFS 2006:8 Provning med över eller undertryck*
- *AFS 2002:1 Användning av tryckbärande anordningar.*

Begreppet tillverkning och byggnation omfattar även reparationer och utbyte/omläggning av befintliga distributionssystem för fjärrvärme.

Observera att krav på distributionssystem för fjärrvärme, exempelvis riskbedömningar eller uppföljning av olycksfall och tillbud, även finns i andra föreskrifter som AFS 2001:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete. Se bilaga 3A (Laglista) samt kapitlen 4 (Arbetsmiljö) och 5 (Miljö).

Tolkning av ovanstående föreskrifters tillämpningsområde för trycksatta anordningar gällande distributionssystem för fjärrvärme visas både i illustration 3.1 och tabell 3.1.

Tillämpningsområdet gällande distributionssystem för fjärrvärme i *AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar* är enligt 1 och 3 §§:

1 § Dessa föreskrifter gäller tryckbärande anordningar och aggregat vars av tillverkaren angivna högsta tillåtna tryck (PS) är högre än 0,5 bar.

3 § Föreskrifterna gäller inte följande slag av anordningar och aggregat:
Rörledningar avsedda för transport av fluider eller ämnen till eller från en anläggning till lands eller till havs. Undantaget gäller till och med den första respektive från och med den sista avstängningsanordningen inom anläggningen och omfattar även alla anslutna anordningar som är specifikt konstruerade för rörledningen. Undantaget omfattar dock inte sådana tryckbärande anordningar av standardkaraktär som kan finnas i trycksänknings- eller tryckhöjningsstationer.

I *Guideline 1/17 till PED (direktiv 97/23/EC och därmed AFS 1999:4)* ställs frågan vad som menas med ”tryckbärande anordningar av standardkaraktär”.

Tolkning av svaret är att en ”tryckbärande anordning av standardkaraktär” inte är konstruerad och tillverkad för en specifik transportrörsledning utan kan användas i ett antal andra system och anläggningar. I svaret finns även exempel på utrustningar som fogas till en rörledning eller trycksegringsstation som kan vara av standardkaraktär. Dessa är mätinstrument, ventiler, tryckregulatorer, säkerhetsventiler, filter, värmeväxlare och kärl och de omfattas av direktivet (liksom av AFS 1999:4).

I *Guideline 1/28 till PED (direktiv 97/23/EC)* ställs frågan om stationer på transportrörsledningen, som reduktions- och mätstationer omfattas av PED.

Tolkning av svaret säger att dessa stationer innehåller trycksatta system som kan innehålla kompressorer, värmeväxlare, ventiler, filter, rörledningar etcetera. När de är särskilt utformade för rörledningar anses de som bifogad utrustning och är då uteslutna från PED. Men undantag gäller inte för den standardtryckutrustning som kan hittas i dessa stationer, se riktlinje 1/17, det vill säga mätinstrument, ventiler, tryckregulatorer, säkerhetsventiler, filter, värmeväxlare och kärl.

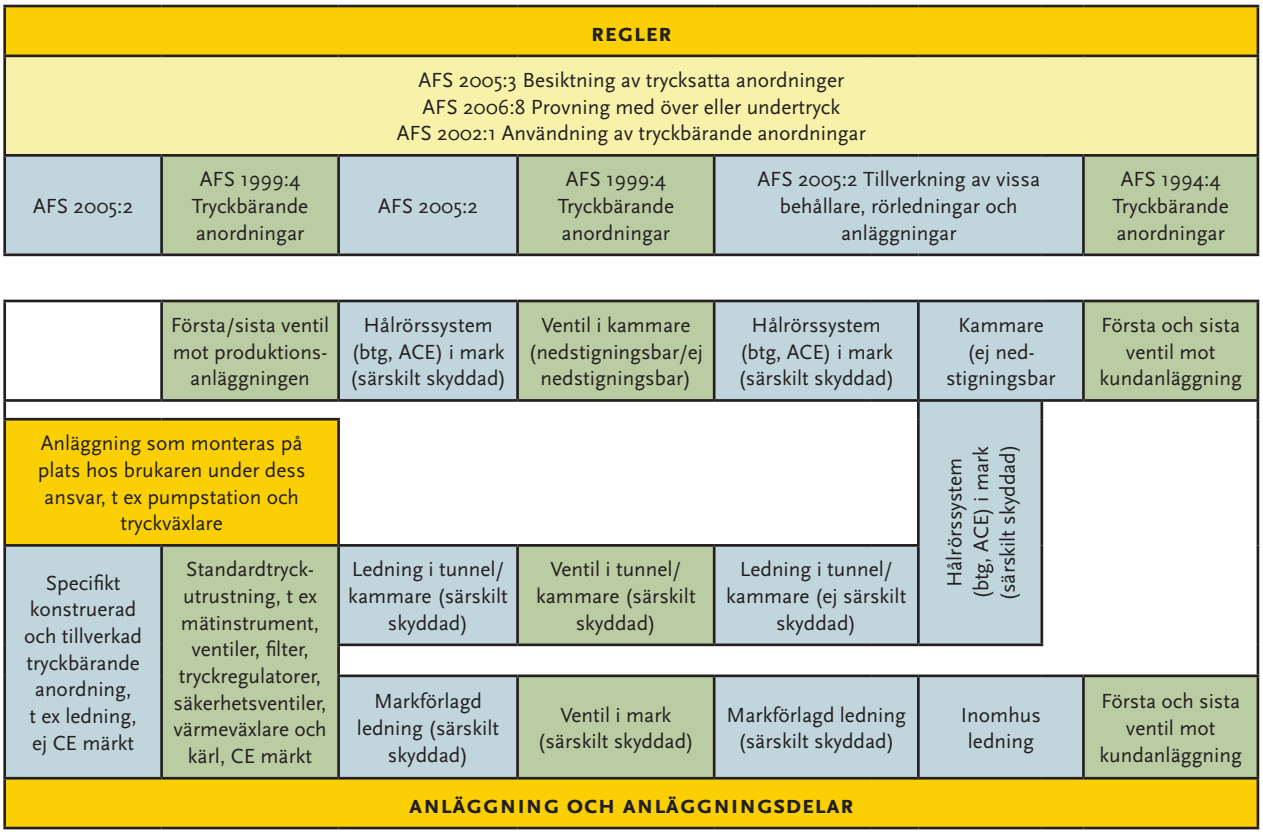


Illustration 3.1. Tolkning av tillämpningsområde i Arbetsmiljöverkets föreskrifter för trycksatta anordningar gällande distributionssystem för fjärrvärme.

ANLÄGGNING OCH ANLÄGGNINGSDELAR	AFS 1994:4	AFS 2005:2	AFS 2005:3	AFS 2006:8	AFS 2002:1
Fjärrvärmeledningar i och ovan mark, fasta-, flexibla- och hålrörssystem	Gäller ej	Gäller	Gäller	Gäller	Gäller
Fjärrvärmeledningar i tunnel- och inomhus	Gäller ej	Gäller	Gäller	Gäller	Gäller
Kammare, nedstigningsbara och ej nedstigningsbara	Gäller ej	Gäller	Gäller	Gäller	Gäller
Standardtryckutrustning, t ex mätinstrument, ventiler, tryckregulatorer, säkerhetsventiler, filter, värmeväxlare eller kärl, CE märkt	Gäller	Gäller ej	Gäller	Gäller	Gäller
Tryckbärande anordning som är specifikt konstruerad och tillverkad för en transportrörsledning, t ex pump, värmeväxlare och ledningar, ej CE märkt	Gäller ej	Gäller	Gäller	Gäller	Gäller
Första och sista ventil mot kundanläggning, fjärrvärmecentral	Gäller	Gäller ej	Gäller	Gäller	Gäller
Första och sista ventil mot produktionsanläggning	Gäller	Gäller ej	Gäller	Gäller	Gäller

Tabell 3.1. Tolkning av tillämpningsområde i Arbetsmiljöverkets föreskrifter för trycksatta anordningar gällande distributions-system för fjärrvärme.

Tillämpningsområdet gällande distributionssystem för fjärrvärme i *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar* är enligt 1 § och kommentar till 1 §:

1 § Dessa föreskrifter gäller för konstruktion, tillverkning och uppförande av behållare, rörledningar och anläggningar, med följande undantag:

Undantag för rörledningar:

- Rörledningar som omfattas av AFS 1999:4 eller motsvarande regler i något annat land inom EES (Europeiska ekonomiska samarbetsområdet).

Till 1 § Föreskrifterna gäller även för konstruktion och tillverkning av rörledningar som är undantagna från föreskrifterna om tryckbärande anordningar.

Tillämpningsområdet gällande distributionssystem för fjärrvärme i *AFS 2005:3 Besiktning av trycksatta anordningar* är enligt 1 §:

1 § Dessa föreskrifter gäller besiktning av:

- Sådana trycksatta anordningar som omfattas av Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1999:4) om tryckbärande anordningar.
- Sådana trycksatta anordningar som omfattas av Arbetsmiljöverkets föreskrifter (2005:2) om tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar.
- Sådana äldre trycksatta anordningar som, om de tillverkats idag, skulle ha omfattats av ovan angivna föreskrifter i ovan angiven omfattning.

3.4 Tillverkning

Texten i detta kapitel är en tolkning av regelverket för tillverkning av distribution för fjärrvärme. En handledning för tillvägagångssättet vid nybyggnation och reparation eller utbyte/omläggning av befintliga distributionssystem för fjärrvärme som förläggs i mark finns i Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse *D:211 Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar*.

Kursiv text markerar tolkningar av regelverket.

3.4.1 Tillverkning enligt AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar

Enligt AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar 3 § och Guideline 1/17 till PED (direktiv 97/23/EC och därmed AFS 1999:4) gäller AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar för tryckbärande anordningar av standardkaraktär. Exempel på utrustning som kan vara av standardkaraktär är mätinstrument, ventiler, tryckregulatorer, säkerhetsventiler, filter, värmeväxlare och kärl. Se även avsnitt 3.3 (Tolkning av Arbetsmiljöverkets föreskrifter för trycksatta anordningar vid byggnation av distributionssystem för fjärrvärme).

3.4.1.1 Klassning av tryckbärande anordningar av standardkaraktär i distributionssystem för fjärrvärme

Fjärrvärmevatten klassas som grupp 2 enligt 4 §.

Vid tryck 0,5 bar över atmosfärstryck (≈ 1,5 bar) är temperaturen för vattnets kokpunkt 111,5 °C.

Vid klassning av krav för tryckbärande anordningar av standardkaraktär innehållande fjärrvärmevatten tillämpas diagram 7 och 9 enligt 6 § punkt 3 i AFS 1999:4 (se tabell 3.2).

	DN≤50	65≤DN≤200	250≤DN≤300	DN≥350
Diagram 7 vid TS > 111,5 °C & PS = 16 bar	God teknisk praxis	Kategori I	Kategori II	Kategori III
Diagram 9 vid TS < 111,5 °C & PS = 16 bar	God teknisk praxis			Kategori I

Tabell 3.2. Krav för tryckbärande anordningar av standardkaraktär innehållande fjärrvärmevatten.
Källa: diagram 7 och 9 i AFS 1999:4, 6 §.

TS är högsta tillåtna temperatur och PS är högsta tillåtna tryck som tillverkaren har använt vid hållfasthetsdimensionering.

3.4.1.2 God teknisk praxis

I AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar finns ingen beskrivning av vad som menas med god teknisk praxis. Följande står om instruktioner och märkning av dessa anordningar och aggregat:

Anordningarna och aggregaten som konstrueras och tillverkas enligt god teknisk praxis ska åtföljas av de instruktioner som behövs för användningen. De ska vara märkta på ett sätt som gör det möjligt att identifiera tillverkaren eller dennes i EES etablerade ombud. Dessa tryckbärande anordningar och aggregat ska inte förses med CE-märkning.

3.4.1.2.1 Tolkning av god teknisk praxis

Eftersom beskrivning av vad som menas med god teknisk praxis saknas i AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar tolkas att beskrivningen som finns i AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar gäller. Se avsnitten 3.4.2.2 (God teknisk praxis) och 3.4.2.2.1 (Tolkning av god teknisk praxis).

3.4.1.3 Grundläggande säkerhetskrav enligt bilaga 1

Tryckbärande anordningar och aggregat ska förutsättas uppfylla de grundläggande säkerhetskraven i bilaga 1 om de har CE-märkning och åtföljs av försäkran om överensstämmelse.

3.4.1.4 Försäkran om överensstämmelse enligt bilaga 4

Försäkran om överensstämmelse ska innehålla följande uppgifter:

- Namn på och adress till tillverkaren eller dennes representant inom EES.
- Beskrivning av den tryckbärande anordningen eller aggregatet.
- Det förfarande som har tillämpats för att bedöma överensstämmelsen med gällande föreskrifter.
- För aggregat, beskrivning av de tryckbärande anordningar som ingår liksom även de förfaranden som tillämpats för att bedöma överensstämmelsen med gällande föreskrifter.
- I förekommande fall, namn på och adress till det anmälda organ som har utfört kontrollen.
- I förekommande fall, en hänvisning till EU-typkontrollintyg, EU-konstruktionskontrollintyg eller EU-intyg om överensstämmelse.
- I förekommande fall, namn på och adress till det anmälda organ som kontrollerar tillverkarens kvalitetssystem.
- I förekommande fall, referens till tillämpade harmoniserade standarder.
- I förekommande fall, övriga tekniska specifikationer som har använts.
- I förekommande fall, hänvisningar till övriga nationella föreskrifter som överför gemenskapsdirektiv och som har tillämpats.
- Identifikation av undertecknaren som har fullmakt att skriva under försäkran för tillverkaren eller för den som representerar denne inom EES.

Tryckbärande anordningar och aggregat som konstruerats och tillverkats enligt en nationell standard, överförd från en harmoniserad standard vars referensnummer har publicerats i Europeiska unionens officiella tidning, ska förutsättas uppfylla de relevanta grundläggande säkerhetskraven i bilaga 1.

3.4.1.5 Bedömning av överensstämmelse enligt bilaga 3

Tillverkaren ska ha låtit tryckbärande anordningar

KATEGORI I	KATEGORI II	KATEGORI III	KATEGORI IV
Modul A	Modul A1 Modul D1 Modul E1	Modul B1 + D Modul B1 + F Modul B + E Modul B + C1 Modul H	Modul B + D Modul B + F Modul G Modul H1

Tabell 3.3. Förfarande för bedömning av överensstämmelse under tillverkaren av tryckbärande anordningar av standardkaraktär i distributionssystem för fjärrvärme. Källa: AFS 1999:4, 10 §.

genomgå ett förfarande för bedömning av överensstämmelse. Tillverkaren ska ha valt något av de förfaranden som i tabell 3.3 anges för den kategori anordningen tillhör. Tillverkaren kan också välja något av de förfaranden som anges för en högre kategori. Innebörden av de olika modulerna anges i bilaga 3 i *AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar*.

3.4.2 Tillverkning enligt AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar

Enligt AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar 3 § är rörledningar i distributionssystem för fjärrvärme och alla anslutna anordningar som är specifikt konstruerade för rörledningen undantagna. Undantaget gäller inte sådana tryckbärande anordningar av standardkaraktär som kan finnas i trycksänknings- eller tryckhöjningsstationer.

För rörledningar i distributionssystem för fjärrvärme och alla anslutna anordningar som är specifikt konstruerade för rörledningen gäller AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar. Se avsnitt 3.3 (Tolkning av Arbetsmiljöverkets föreskrifter för trycksatta anordningar vid byggnation av distributionssystem för fjärrvärme).

3.4.2.1 Klassning av distributionssystem för fjärrvärme

Fjärrvärmevatten klassas som 2a enligt 3 §.

Vid tryck 0,5 bar över atmosfärstryck (≈ 1,5 bar) är temperaturen för vattnets kokpunkt 111,5 °C.

Vid klassning av krav för rörledningar innehållande fjärrvärmevatten tillämpas diagram 7 och 9 enligt 6 § i AFS 2005:2, se tabell 3.2.

TS är högsta tillåtna temperatur och PS är högsta tillåtna tryck som tillverkaren har använt vid hållfasthetsdimensionering.

Grenledningar med mindre diameter än sin huvudledning ska klassas som tillhörande denna fram till och med första avstängningsventilen räknat från huvudledningen.

Undantagna vid klassningen är de delar av en transport-rörledning som har innehåll 2a och har en drifttemperatur på högst 120 °C och som är förlagda på ett så särskilt skyddat sätt att detta ger betryggande säkerhet, vilka inte behöver klassas som omfattande av krav K.

För att bedöma om en rörledning är förlagd på så särskilt skyddat sätt att detta ger betryggande säkerhet måste tillverkaren analysera riskerna med rörledningen, vilket krävs för transport-rörledningar som omfattas av krav G, och bedöma om det sätt som den är förlagd på ger betryggande skydd för allmänhet och anställd personal. Förläggningssätten för en sådan rörledning kan exempelvis vara att den är:

- nedgrävd i mark på tillräckligt djup
- förlagd i kulvert eller särskild ledningstunnel dit ingen har tillträde under drift
- dubbelmantlad så att omgivningen skyddas genom ett yttre rör med tillräcklig hållfasthet.

Vid tolkning av ovanstående stycke bedöms att:

- *distributionssystem för fjärrvärme ligger på ett särskilt skyddat sätt när de är:*
  - *o markförlagda*
  - *o förlagda i utrymmen dit <u>ingen har tillträde under drift</u>, till exempel inomhus, i kammare eller i ledningstunnel eller med ett skyddande ytterhölje av tillräcklig hållfasthet*
- *distributionssystem för fjärrvärme <u>inte</u> ligger på ett särskilt skyddat sätt när de är:*
  - *o förlagda i utrymmen dit <u>tillträde finns under drift</u>, till exempel inomhus, i kammare eller i ledningstunnel eller utan ett skyddande ytterhölje med tillräcklig hållfasthet.*

	DN≤50	**65≤DN≤200**	**250≤DN≤300**	**DN≥350**
Diagram 7 vid TS > 111,5 °C & PS = 16 bar	God teknisk praxis	Krav G	Krav G & K	
Diagram 9 vid TS < 111,5 °C & PS = 16 bar	God teknisk praxis			Krav G
Särskild skyddat sätt och TS ≤120 °C	God teknisk praxis	Krav G		

Tabell 3.4. Krav för rörledningar innehållande fjärrvärmevatten.
Källa: diagram 7 och 9 i AFS 2005:2, 6 §.

3.4.2.2 God teknisk praxis

Alla anordningar för distribution av fjärrvärme med tillhörande säkerhetsutrustning ska vara konstruerade och tillverkade enligt en god teknisk praxis.

Med god teknisk praxis menas att anordningarna ger tillfredställande säkerhet med hänsyn till material, konstruktion, utförande och utrustning. Konstruktion och tillverkning ska ske enligt erfarenhetsmässigt vedertagna principer som visat sig ge en tillfredsställande säkerhet.

Hänsyn tas till den tekniska och vetenskapliga utvecklingen och de erfarenheter som uppkommer genom haverier och incidenter. Anordningarna ska vara konstruerade och tillverkade så att det underhåll och den tillsyn som behövs av säkerhetsskäl kan utföras på ett tillfredsställande sätt.

Anordningar distribution av fjärrvärme ska vara tillverkade av ett säkert material för att förhindra läckage och haverier.

Exempel på god teknisk praxis kan finnas i standarder och normer.

Det är viktigt att den insats som görs för att uppfylla god teknisk praxis ställs i relation till konsekvenserna av ett eventuellt haveri.

3.4.2.2.1 Tolkning av god teknisk praxis

Vid tolkning av ovanstående stycke bedöms att distributionssystem för fjärrvärme förlagda i mark som konstrueras och tillverkas enligt Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse D:211 Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar uppfyller god teknisk praxis.

3.4.2.3 Krav G

Anordningar för distribution av fjärrvärme som omfattas av krav G, samt tillhörande säkerhetsutrustning, ska uppfylla de relevanta grundläggande säkerhetskraven i Bilaga 1 eller likvärdiga regler som gäller i något annat land inom EES.

Enligt bilaga 1, grundläggande säkerhetskrav, krävs att:

- Tillverkaren av en anordning ska ha analyserat riskerna för att fastställa vilka krav som med hänsyn till trycket är tillämpbara på den. Anordningen ska därefter konstrueras och framställas med ledning av denna analys.
- De grundläggande kraven tolkas och tillämpas så att hänsyn tas såväl till teknisk nivå och gängse praxis vid tiden för konstruktionen och tillverkningen som till de tekniska och ekonomiska överväganden som är förenliga med en hög skyddsnivå för hälsa och säkerhet.
- Anordningar konstrueras, tillverkas, kontrolleras och (när detta är aktuellt) utrustas och installeras så att deras säkerhet garanteras när de tas i bruk enligt tillverkarens instruktioner eller under omständigheter som rimligen kan förutses.
- Följande principer tillämpas vid tillverkningen i den ordning de anges:
  1. Riskerna ska elimineras eller reduceras så mycket som rimligen är möjligt.
  2. Lämpliga skyddsåtgärder ska vidtas mot de risker som inte har kunnat elimineras.
  3. När så behövs ska information medfölja till brukarna om kvarstående risker och om nödvändiga särskilda åtgärder för att minska riskerna vid installation eller användning.
- Om det finns en känd eller förutsebar risk för felaktig användning ska anordningarna konstrueras så att risken med sådan felaktig användning elimineras. Om detta inte är möjligt ska det i stället på lämpligt sätt anges att de tryckbärande anordningarna inte får användas på detta sätt.

3.4.2.3.1 Vad behöver utföras för att uppfylla krav G enligt bilaga 1, grundläggande säkerhetskrav?

Vid tolkning av de grundläggande säkerhetskraven i bilaga 1 bedöms att distributionssystem för fjärrvärme förlagda i mark som konstrueras och tillverkas enligt Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse D:211 Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar uppfyller krav G.

Följande är en sammanställning och *tolkning* av vad som behöver utföras vid byggnation av distributionssystem för fjärrvärme för att uppfylla de grundläggande säkerhetskraven i bilaga 1:

- *Att certifierat eller standardiserat material/byggelement använts (se avsnitt 3.4.2.3.1.1).*
- Att hållfastheten har fastställts genom att konstruktionsberäkningar utförts enligt punkt 2.2.3 b) i bilaga 1 och *materialleverantörs/-tillverkarens anvisningar.* I beräkningarna ska dimensionerande tryck användas som beräkningstryck samt hänsyn tas till fjärrvärmevattnets statiska och dynamiska tryck.
- Att omfattningen av oförstörande provning framgår.
- Att riskbedömning är gjord så att anordningen är konstruerad med avseende att riskerna vid

tillverkning och användning är så små och få som möjligt, till exempel:
  - o ventiler för avstängning, tömning eller avluftning
  - o avsäkringsskydd mot överskridande av tillåtna värden
  - o korrosionsskydd.
- Att ventiler som snabbt kan öppnas har en anordning som hindrar att den kan öppnas då trycket eller temperaturen hos fjärrvärmevattnet innebär fara.
- Att nödvändiga inspektioner av åtkomliga anläggningsdelar som har betydelse för säkerheten kan utföras.
- Att anordningar vid behov ska kunna tömmas eller avluftas så att:
  - o skadliga effekter, som vätskeslag och korrosion förhindras
  - o anordningen kan rengöras, kontrolleras och underhållas på ett säkert sätt.
- Att lämpligt korrosionsskydd vid behov utförts, exempelvis genom:
  - *o val av yttermantel och yttermantelskarv med avseende på omgivningsförhållanden*
  - *o larmtrådar monterade på ett korrekt sätt så att det finns en fungerande larmslinga*
  - *o montage av muff och reparation av yttermanteln utfört enligt föreskrivna krav och av auktoriserade skarvföretag med certifierade skarvmontörer*
  - *o användning av behandlat fjärrvärmevatten med syrehalt, konduktivitet och pH-värde enligt anläggningsägarens krav vid påfyllning och spädmatning.*
- Att skydd mot överskridande av tillåtna värden, som till exempel tryck och temperatur, finns och har genomgått kontroll av ackrediterat organ samt att den nya anläggningsdelen är dimensionerad enligt dessa värden.
- Att om det behövs ska anordningar vara konstruerade och, i förekommande fall, utrustade med lämpliga tillbehör eller förberedas för att utrustas med sådana för att uppfylla behovet av skadebegränsning vid extern brand, i synnerhet med beaktande av anordningens avsedda användning.
- Att säkerställa att de villkor som fastställts i konstruktions- och beräkningsfasen tillgodoses genom att använda lämplig teknik och relevanta metoder *som till exempel genom att använda Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse D:211 Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar vid byggande av och ingrepp på fjärrvärmeledningar som förläggs i mark.*
- *Att mottagningskontroll, som minst innehåller följande moment, utförts:*
  - *o avstämning mot följesedel, alltså verifiering av att materialet stämmer med det som är beställt enligt konstruktion och beräkning, se avsnitt 3.4.2.3.1.1.* (Tolkning av krav som uppfylls vid användning av standardiserat material)
  - o in- och utvändig okulärkontroll *av exempelvis skador, toleranser och tillverkningsfel*
  - *o kontroll genom mätning av att larmtrådar är hela.*
- Att allt material har märkts enligt gällande krav, se avsnitt 3.9 (Märkning av distributionssystem för fjärrvärme).
- Att utförande och kontroll av sammanfogning av anordningens delar utförs med metoder och av personal med kompetens och behörighet.
- *Att personal som ska sammanfoga och använda anordningens delar har materialleverantörens bruksanvisning* för användaren som anordningar ska åtföljas av, när det behövs, då de släpps ut på marknaden. Bruksanvisningen ska vara på svenska och innehålla samtliga uppgifter om säkerheten i fråga om:
  - o montering inklusive sammansättning av olika tryckbärande anordningar
  - o idrifttagande
  - o användning
  - o underhåll inklusive kontroller som behöver utföras av användaren.
- Att svets- och andra tillsatsmaterial som används för tillverkningen av anordningar ska vara lämpliga för detta ändamål under anordningens förväntade livslängd *genom att personal som ska sammanfoga anläggningens delar har materialcertifikat/intyg typ 3.1, enligt SS-EN 10204, på material som ska sammanfogas för säkerställande av att rätt tillsatsmaterial används.*
- Att hållfasthetskontroll som normalt utförs som en vätsketryckprovning har utförts med det högsta tryck (PS) som tillverkaren tillåter multiplicerat med koefficienten 1,43 *och enligt avsnitt 3.6 (Tryckprovning och täthetsprovning):*
- Att slutlig undersökning utförts *genom att:*
  - o anordningar ska underkastas en slutlig under-

sökning vid vilken det genom visuell kontroll ska fastställas huruvida kraven i dessa föreskrifter är uppfyllda *till exempel genom visuell kontroll av svetsar med omfattningen 100 %*
  - o fastställa huruvida kraven i *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar* är uppfyllda genom granskning av medföljande dokument (kontroller som har utförts under tillverkningens gång kan beaktas)
  - o i den utsträckning som säkerheten kräver ska den slutliga undersökningen av samtliga delar i anordningen utföras in- och utvändigt (om inspektionen inte längre är möjlig vid den slutliga undersökningen ska undersökningen utföras under själva tillverkningsprocessen).
- Att placeringen och dragningen av markförlagda distributionssystem för fjärrvärme finns registrerade i den tekniska dokumentationen för att underlätta så att underhåll, inspektion eller reparation kan ske med full säkerhet.

3.4.2.3.1.1 Tolkning av krav som uppfylls vid användning av standardiserat material

Vid tolkning av de grundläggande säkerhetskraven i bilaga 1 bedöms att om standardiserat material/byggelement används uppfylls följande krav:

- Att materialet/byggelementen är korrekt konstruerat och dimensionerat enligt punkt 2.1 och 2.2 i bilaga 1 genom att alla relevanta faktorer som behövs för att garantera att anordningen är säker under hela den avsedda livslängden har beaktats.
- Att anläggningen konstrueras så att de delar som ska sammanfogas är lämpliga och tillförlitliga för sin användning samt att samtliga delar passar ihop korrekt och kan sammanfogas på ett lämpligt sätt enligt punkt 2.8 i bilaga 1.
- Att materialet/byggelementen är korrekt tillverkat enligt punkt 3.1, 3.2 och 4 i bilaga 1 genom att tillverkaren har säkerställt att de villkor som fastställts i konstruktions- och beräkningsfasen tillgodosetts på ett sakkunnigt sätt genom att använda lämplig teknik och relevanta metoder vid tillverkning.
- Att materialet i de delar av anordningen som bidrar till hållfastheten har spårbarhet enligt punkt 3.1.5 i bilaga 1 genom att relevanta tillvägagångssätt har fastställts och upprätthållits för att göra det möjligt att på ett lämpligt sätt identifiera materialet, från mottagandet, genom produktionen och ända till slutprovningen av det färdiga materialet/byggelementen.
- Att en slutlig undersökning enligt punkt 3.2.1 i bilaga 1 har utförts.
- Att materialet/byggelementen har väl synlig, lättläst och varaktig märkning med de uppgifter som krävs enligt punkt 3.3 i bilaga 1.
- Att lämpliga åtgärder vidtagits för att materialet ska uppnå en övergripande säkerhetsnivå enligt punkt 7 i bilaga 1.

3.4.2.3.2 Vad behöver granskas för att uppfylla krav G enligt bilaga 1, grundläggande säkerhetskrav?

Följande är en tolkning av vad som behöver granskas vid byggnation av distributionssystem för fjärrvärme för att uppfylla de grundläggande säkerhetskraven i bilaga 1:

- Konstruktionsberäkningar.
- Riskbedömning för anordningen och dess delar avseende riskerna vid tillverkning, användning och inspektion.
- Verifiering av godkänd kontroll av skydd mot överskridande av tillåtna värden som till exempel tryck och temperatur.
- Utrustning för skadebegränsning vid extern brand, om det behövs.
- *Verifiering av mottagningskontroll av material/byggelement avseende:*
  - o *avstämning mot följesedel*
  - o in- och utvändig kontroll
  - o *kontroll av larmtrådar.*
- *Verifiering av kontroll av material innan montage avseende:*
  - o in- och utvändig kontroll av skador, främmande föremål och smuts
- Verifiering av utförande och kontroll av medierörsfogar avseende:
  - o svetslicens
  - o *tillgång till materialcertifikat/intyg typ 3.1 enligt SS-EN 10204* för säkerställande av rätt tillsatsmaterial
  - o visuell kontroll av medierörsfogar
  - o *täthetsprovning av medierörsfogar*
  - o tryckprovning av anläggningsdel
  - o oförstörande provning.
- *Mantelskarvmontörens montagerapport med bland annat kontrollmätningen av larmslinga.*
- Verifiering av märkning av anläggningsdelar.
- *Relationsritning, ledning och larm:*

- o samtliga eventuella ändringar från bygghandlingen för ledning och larm ska lämnas som underlag för relationsritning
- o *inmätning av ledningssträckan i plan och profil.*

Fjärrvärmeledningar som omfattas av krav G ska, när de avlämnas för att tas i bruk, åtföljas av:

- En av tillverkaren/anläggningsägaren utfärdad försäkran att anordningen uppfyller kraven i bilaga 1, grundläggande säkerhetskrav, med följande uppgifter:
  - o namn på och adress till tillverkaren eller dennes representant inom EES.
  - o typ av anordning
  - o anordningens identifikationsbeteckning som till exempel tillverkningsnummer
  - o hur tillverkaren har uppfyllt de grundläggande säkerhetskraven
  - o i förekommande fall, namn på och adress till det kontrollorgan som har utfört konstruktions- respektive tillverkningskontroll
  - o i förekommande fall, referens till tillämpade standarder
  - o i förekommande fall, övriga tekniska specifikationer som har använts
  - o i förekommande fall, hänvisningar till övriga föreskrifter som har tillämpats
  - o identifikation av undertecknaren som har fullmakt att skriva under försäkran för tillverkaren eller för den som representerar denne inom EES.
- En driftinstruktion/bruksanvisning på svenska som ska innehålla samtliga uppgifter om säkerheten i fråga om:
  - o materialleverantörens manual för hantering, montering, idrifttagande och användning samt underhåll inklusive kontroller som behöver utföras av användaren
  - o de uppgifter som anordningen märkts med enligt punkt 3.3 i bilaga 1, med undantag för serieidentifiering.
  - o när det behövs, teknisk dokumentation
  - o de ritningar och scheman som är nödvändiga för att instruktionerna lätt ska kunna förstås
  - o när det behövs, riskerna vid felaktig användning.

3.4.2.4 Krav K

Anordningar för distribution av fjärrvärme som omfattas av krav K får avlämnas för att tas i bruk endast om de har genomgått konstruktionskontroll och tillverkningskontroll som utförts av ett kontrollorgan.

3.4.2.4.1 Konstruktionskontroll

Vid konstruktionskontrollen ska granskning av hur tillverkaren uppfyller krav G, de grundläggande säkerhetskraven i bilaga 1, utföras.

Tillverkningsunderlaget ska granskas med avseende på material, konstruktion, utförande och omfattning av oförstörande och förstörande provning.

3.4.2.4.2 Tillverkningskontroll

Vid tillverkningskontrollen ska granskning utföras av:

- **Tillverkningshandlingar:** att konstruktionskontroll har utförts med tillfredsställande resultat samt att övriga handlingar som har betydelse för anordningens säkerhet är korrekta
- **In- och utvändig undersökning:** att anordningen är utförd enligt vid konstruktionskontrollen granskade tillverkningshandlingar och dessa föreskrifter samt att inga avvikelser med betydelse för säkerheten finns.
- **Tryckkontroll:** att hållfasthetskontroll har utförts genom vätsketryckprovning eller annan erkänd provning och därmed uppfyller krav G, grundläggande säkerhetskrav enligt bilaga 1.
- **Anläggningskontroll:** att nya anläggningar och anläggningsdelar uppfyller krav G, grundläggande säkerhetskrav enligt bilaga 1, och att anläggningsdokumentation med flödesschema finns upprättat.
- **Metoder och personalens kompetens:** att metoderna och personalens kompetens är bedömda och godtagna för:
  - o montering av nya delar till en anordning för distribution av fjärrvärme eller
  - o ingrepp i trycksatta system, som redan tidigare tagits i drift eller uppfyllt villkoren för att få avlämnas för att tas i bruk, då systemet inte är avstängda och gjorts trycklösa.
- **Laboratorium:** att laboratorium, som ska utföra oförstörande provning av permanenta förband, har ackreditering för denna uppgift enligt lagen (SFS 1992:1119) om teknisk kontroll.

3.4.2.5 Ingrepp i trycksatta system

Vid montering av tillkommande anordningar eller nya delar till ett distributionssystem för fjärrvärme

som redan tidigare tagits i drift, eller uppfyllt villkoren för att få avlämnas för att tas i bruk, ska berörd del av anläggningen eller rörledningen normalt stängas av och göras trycklös.

Endast företag som särskilt certifierats av ett certifieringsorgan för sådant arbete får montera och infoga tryckkärl, vakuumkärl, rörledningar i avsäkringskretsar och fjärrvärmeledningar medan de är i drift eller är trycksatta, till exempel anborrning.

Kravet på certifiering gäller alla metoder som innebär att göra anslutningsförband på avsäkringskretsar som inte stängts av och gjorts trycklösa. Vid certifieringen ska bedömas om den som avser att utföra ett sådant riskfyllt arbete har nödvändig kompetens och kan utföra arbetet på ett säkert sätt.

Vid sammanfogning av fjärrvärmeledningar som omfattas av krav K enligt *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar* ska kontroll- respektive certifieringsorgan bedöma och godta metoderna och personalens kompetens vid ingrepp i trycksatta system, anborrning.

Vid anborrning ska Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse D:217 Anborrning användas.

3.5 Besiktning enligt AFS 2005:3 Besiktning av trycksatta anordningar

3.5.1 Klassning av distributionssystem för fjärrvärme

Fjärrvärmevatten klassas som 2a enligt 3 §.

Vid klassning av krav för rörledningar innehållande fjärrvärmevatten tillämpas diagram 7 och 9 enligt 4 § i AFS 2005:3, se tabell 3.

Högsta temperatur (TS) är den högsta temperatur i °C som ett ackrediterat organ vid besiktning bedömt som lämplig ur säkerhetssynpunkt för en trycksatt anordning.

Högsta tryck (PS) är det högsta tryck i bar som ett ackrediterat organ vid besiktning bedömt som lämpligt ur säkerhetssynpunkt för en trycksatt anordning.

Rörledningar som är grenledningar, och har en mindre diameter än sin huvudledning, ska tillhöra samma klass som huvudledningen fram till och med den första avstängningsventilen räknat från anslutningspunkten mot huvudledningen.

3.5.2 Klass C

I AFS 2005:3 finns inga besiktningskrav för anordningar för distribution av fjärrvärme som omfattas av klass C.

Observera att krav på bland annat omfattning av fortlöpande tillsyn och riskbedömningar finns i andra föreskrifter, till exempel *AFS 2002:1 Användning av tryckbärande anordningar* och *AFS 2001:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete*. Se avsnitt 3.8 (Användning, enligt AFS 2002:1 Användning av tryckbärande anordningar), bilaga 3A Laglista samt kapitlen 4 (Arbetsmiljö) och 5 (Miljö).

3.5.3 Klass A och B

Anordningar för distribution av fjärrvärme som omfattas av kraven i klass A och klass B och som ska genomgå installationsbesiktning, återkommande besiktning eller revisionsbesiktning får användas endast om besiktning har utförts av ett ackrediterat organ som därvid har bedömt att de uppfyller kraven i dessa föreskrifter.

Anordningarna får inte användas med högre tryck och temperatur än vad ett ackrediterat organ bedömt som högsta tryck och högsta temperatur.

	DN≤50	65≤DN≤200	250≤DN≤300	DN≥350
Diagram 7 vid TS > 111,5 °C & PS = 16 bar	Klass C		Klass B	Klass A
Diagram 9 vid TS < 111,5 °C & PS = 16 bar	Klass C			Klass B

Tabell 3.5. Krav för rörledningar innehållande fjärrvärmevatten.
Källa: diagram 7 och 9 i AFS 2005:3, 4 §.

3.5.3.1 Installationsbesiktning, klass A och B
Installationsbesiktning ska utföras innan en trycksatt anordning första gången tas i drift.

Kontrollen utförs enligt följande:

- Att det finns utrustning som behövs med hänsyn till säkerheten och att den fungerar tillfredsställande.
- Att den trycksatta anordningen med tillhörande system från säkerhetssynpunkt är lämplig för sitt ändamål:
  - o Att anordningen med tillhörande utrustning inte utsätts för belastningar som kan vara skadliga och som inte beaktats vid konstruktionskontrollen
  - o Att inget märkbart läckage förekommer.
  - o Att inga transport- eller lagringsskador uppstått och om så skulle vara fallet att sådana skador inte döljs av isolering så att de inte kan kontrolleras
  - o Att avsäkringstryck och temperatur valts så att säkerheten är betryggande
- Att alla risker i samband med driften plus alla driftstörningar och andra avsteg som rimligen går att förutse har blivit beaktade.

För att uppfylla kraven på installationsbesiktning enligt 10 § i AFS 2005:3 har arbetssätt tagits fram för att utföra konstruktions- och tillverkningskontroll i egen regi för fjärrvärmeledningar som är förlagda på ett särskilt skyddat sätt. Se bilaga 6 i Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse *D:211 Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar*. Arbetssättet gäller för system vars besiktningsklass bestäms av diagram 7. Arbete ska påbörjas för att ta fram motsvarande för system vars besiktningsklass bestäms av diagram 9.

3.5.3.2 Återkommande besiktning
Anordningar för distribution av fjärrvärme ska genomgå återkommande besiktning enligt följande:

- Driftprov ska utföras vart tredje år på rörledningar i klass A och B genom:
  - o Systemkontroll med kontroll av:
    - – att den trycksatta anordningen med tillhörande system inte utsätts för vibrationer, utmattningslaster eller andra belastningar som kan vara skadliga och som inte beaktats vid installationsbesiktningen
    - – att inget läckage som har betydelse för säkerheten förekommer i systemet
    - – att inga skador som kräver revisionsbesiktning uppstått
    - – att brister som noterats i dokumentationen från den fortlöpande tillsynen enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter om användning av trycksatta anordningar har åtgärdats.
  - o Funktionskontroll av säkerhetsutrustning då:
    - – kontroll att utrustning som behövs med hänsyn till säkerheten finns och fungerar tillfredsställande
    - – en invändig undersökning görs av säkerhetsutrustning vars funktion bedöms ha kunnat påverkas negativt av de fluider som utrustningen kommit i kontakt med.
- In- och utvändig undersökning ska vart sjätte år utföras på rörledningar i klass A i den omfattning som krävs för att man ska kunna bedöma att det inte finns defekter eller andra omständigheter som är ogynnsamma för säkerheten. Driftprov ska alltid utföras i samband med in- och utvändig undersökning.
  - o In- och utvändig undersökning av rörledningar omfattar normalt endast utvändig undersökning av högt påkända delar, expansionsanordningar och rörstöd samt delar där korrosion, nötning, sprickor eller andra felaktigheter befaras kunna uppstå.
  - o Rörledningar i mark grävs normalt inte upp vid återkommande in- och utvändig undersökning om det inte finns särskild orsak av säkerhetsskäl.

I bilaga 1 i AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar står följande:

- Punkt 2.4 Inspektionsmöjlighet
  c) Andra sätt får användas för att säkerställa att anordningens tillstånd uppfyller säkerhetskraven:
  - o då den är för liten för att tillåta fysiskt tillträde till de inre delarna
  - o då öppnandet av den tryckbärande anordningen riskerar att negativt påverka anordningen invändigt
  - o då det är bevisat att anordningens innehåll inte är skadligt för det material som den är tillverkad av, och att ingen annan skademekanism rimligen är förutsebar.
- Punkt 3.2.1 Slutlig kontroll
  I den utsträckning som säkerheten kräver ska den slutliga undersökningen utföras in- och utvändigt

av samtliga delar i anordningen. Om inspektionen inte längre är möjlig vid den slutliga undersökningen ska undersökningen utföras under själva tillverkningsprocessen.

Vid tolkning av ovanstående stycke från bilaga 1 bedöms att invändig undersökning vanligtvis inte kan utföras på fjärrvärmesystem.

3.5.3.3 Revisionsbesiktning

Revisionsbesiktning ska utföras på anordningar för distribution av fjärrvärme i klass A och B som:

- undergått väsentlig reparation eller ändring
- kan befaras ha tagit skada
- ska användas med väsentligt ändrade driftsförhållanden
- är stationära och har flyttats
- ska användas efter det att den av tillverkaren angivna livslängden löpt ut.

Revisionsbesiktning ska omfatta kontroll av de grundläggande säkerhetskraven i Bilaga 1 i AFS 2005:2, utom punkterna 3.3 och 3.4 samt i förekommande fall tillämpliga moment som ingår i installationsbesiktning.

Reparation eller ändring av anordningar för distribution av fjärrvärme som är av så ringa omfattning, och har så ringa betydelse för hållfastheten att revisionsbesiktning inte behövs, ska utföras efter samråd med ett ackrediterat organ.

För att uppfylla kraven på revisionsbesiktning enligt 12 § i AFS 2005:3 har arbetssätt tagits fram för att utföra konstruktions- och tillverkningskontroll i egen regi för fjärrvärmeledningar som är förlagda på ett särskilt skyddat sätt. Se bilaga 6 i Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse *D:211 Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar.* Arbetssättet gäller för system vars besiktningsklass bestäms av diagram 7. Arbete ska påbörjas för att ta fram motsvarande för system vars besiktningsklass bestäms av diagram 9.

3.5.4 Bedömningar av ackrediterat organ

Efter besiktning ska det ackrediterade organet bedöma:

- om den besiktade anordningen är säker och uppfyller kraven i dessa föreskrifter
- vilket högsta respektive lägsta tryck som är lämpligt från säkerhetssynpunkt
- vilken högsta respektive lägsta temperatur som är lämplig från säkerhetssynpunkt
- vilket intervall som gäller för trycksatta anordningar som omfattas av krav på in- och utvändig undersökning (denna bedömning ska inte göras vid driftprov).

3.5.5 Egenbesiktning

Systemkontrollen, som i klass A och B utförs av ett ackrediterat organ enligt avsnitt 3.5.3.2, får ersättas av den fortlöpande tillsynen enligt *AFS 2002:1 Användning av trycksatta anordningar* (se avsnitt 3.8.3, Fortlöpande tillsyn) och utföras som egenbesiktning under förutsättning att:

- inga skador som kräver revisionsbesiktning uppstått
- det finns en detaljerad instruktion för egenbesiktningen och där det särskilt framgår av instruktionen hur kontrollen ska dokumenteras
- företaget har en kontrollfunktion som är fristående från produktionen (operativa verksamheten) och som övervakar säkerheten hos företagets trycksatta anordningar där kontrollfunktionen har egen och speciellt avdelad kvalificerad personal och utrustning för kontrollarbetet
- ett ackrediterat organ har granskat programmet och dokumentationen för tillsynen och funnit att informationen är tillräcklig för att kunna bedöma att säkerheten är betryggande samt att den fortlöpande tillsynen fungerar tillfredsställande.

Egenbesiktningen ska övervakas av ett ackrediterat organ.

Om systemkontroll utförs i samband med in- och utvändig undersökning ska den dock alltid göras av ett ackrediterat organ.

Om ett ackrediterat organ bedömt att villkoren i 36 § i AFS 2005:3 för egenbesiktning är uppfyllda får följande moment i återkommande besiktning ersättas av egenbesiktning:

1. funktionskontroll av säkerhetsutrustning på trycksatt anordning under drift
2. funktionskontroll av säkerhetsutrustning i provningsbänk eller liknande.
3. in- och utvändig undersökning av rörledning
4. in- och utvändig undersökning av annan trycksatt anordning än rörledning vars avställning för undersökning eller genomförande av undersökning medför synnerliga olägenheter.

3.6 Tryckprovning och täthetsprovning

Detta avsnitt är en sammanställning och tolkning av krav vid provning med över- eller undertryck av distributionssystem för fjärrvärme enligt:

- *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar*
- *AFS 2006:8 Provning med över- eller undertryck*
- *SS-EN 13480-5 Industriella rörledningar av metalliska material, Del 5 (Kontroll och provning)*

SS-EN 13941 Fjärrvärmesystem - Konstruktion och installation av rörsystem med förisolerade rör med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör harmoniserar inte med kraven, vad gäller exempelvis tryckprovningstryck, i ovanstående skrifter och nämns därför inte i detta avsnitt av handboken.

Provning av anordningar med över- eller undertryck utförs som läcksökning, täthetsprovning och tryckprovning, beroende på vad som behöver kontrolleras. Det kan till exempel vara att upptäcka ett läckage eller att kontrollera en anordnings täthet eller hållfasthet.

3.6.1 Förberedelser inför tryckprovning

Provning får endast ledas och utföras av den som har kompetens för den provning som ska utföras och känner till de risker som är förenade med provningen.

Före provningen ska en undersökning och riskbedömning, som omfattar de riskkällor respektive risker som är förenade med provningen, göras. Med utgångspunkt i riskbedömningen ska alla nödvändiga åtgärder vidtas för att förebygga ohälsa eller olycksfall. Riskbedömningen måste dokumenteras skriftligt. I riskbedömningen ska anges vilka risker som finns och om de är allvarliga eller inte.

Ett område ska avgränsas runt den anordning som ska provas. Tydlig markering ska visa att området är ett riskområde. Området ska vara så stort, eller omges med sådana skydd, att det inte finns någon risk för personskador för den som uppehåller sig utanför området under provningen.

Inom riskområdet får endast provningspersonal uppehålla sig. För provningspersonal som under provningen uppehåller sig inom riskområdet ska en plats där det går att få skydd finnas. Provningspersonalen ska befinna sig på den skyddade platsen hela tiden från det att trycksättningen börjar till dess att kontrolltrycket uppnåtts och åter sänkts till en trycknivå som inte överstiger det högsta tryck anordningen är avsedd att användas.

Före provning av en anordning ska anslutningar för tryckhöjning eller trycksänkning vara säkert monterade. Säkerställ att eventuella öppningar i anordningen är ordentligt tillslutna. Tillslutningsanordningar, fastsättningsdetaljer, ledningar för tryckhöjning eller trycksänkning och kopplingar som används vid provning ska vara dimensionerade för att tåla det kontrolltryck som används vid provningen.

Utrustning som används vid provning ska vara tillförlitlig och anpassad för den aktuella provningen. Vid provning med övertryck bör bland annat följande ingå:

- utrustning för tryckhöjning
- utrustning för tryckavlastning
- utrustning som begränsar slangrörelser vid eventuellt slangbrott eller om slangkopplingar lossnar
- tryckmätare
- tryckbegränsningsanordningar.

Kontroll av provningsutrustningen ska utföras regelbundet och dokumenteras. Görs före varje provning genom:

- okulär avsyning med avseende på skador och slitage
- kontroll med avseende på funktionen.

3.6.2 Tryckprovning

Tryckprovning av anordningar utförs för att kontrollera en anordnings hållfasthet.

Enligt bilaga 1, grundläggande säkerhetskrav i *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar* ska anordningar underkastas en hållfasthetskontroll som normalt utförs som en vätsketryckprovning vid ett tryck minst lika med det högsta tryck (PS) som tillverkaren tillåter multiplicerat med koefficienten 1,43 då det är tillämpligt. För serietillverkade anordningar får denna kontroll utföras stickprovsvis.

Detta innebär att tryckprovning ska göras för alla anordningar som omfattas av krav G. Beställaren kan utöka omfattningen av tryckprovningen.

Tryckprovning ska dokumenteras enligt protokoll. *För distributionssystem för fjärrvärme med dimensionerande tryck på 16 bar innebär det att tryckprovningen ska göras med 23 bar.*

Vid provning med övertryck ska trycket höjas etappvis. Hur stora etapperna kan vara utan att säkerheten eftersätts får bedömas från fall till fall, gärna i samband med riskbedömning. Ett lämpligt sätt kan vara att först trycksätta anordningen till halva kontrolltrycket. Sedan ökas trycket i etapper om 1/10 av kontrolltrycket till dess att fullt kontrolltryck uppnås. Det är även viktigt att anpassa hålltiderna mellan etapperna med hänsyn till anordningens och provningsutrustningens egenskaper.

Den hastighet som tryckförändringen sker med måste vara så låg att tillflödet av tryckmedium inte kompenserar eventuella läckage. En för hastig tryckförändring kan även leda till att eventuella defekter i anordningen inte upptäcks i tid och att anordningen havererar.

I punkt 9.3.2.2.2 i SS-EN 13480-5 står att ”trycket i den provade rörledningen ska ökas till ungefär 50 % av det föreskrivna provtrycket. Därefter ska trycket ökas i steg om ungefär 10 % av det föreskrivna provtrycket, tills detta är uppnått. Rörledningssystemet ska hållas vid provtrycket under en tid av åtminstone 30 minuter. Trycket ska sedan sänkas till beräkningstrycket och alla komponenter och svetsar utsättas för en noggrann visuell kontroll av alla ytor och svetsar. Under denna kontroll får rörledningen inte visa tecken på allmän plastisk deformation.”

I bilaga 1, grundläggande säkerhetskrav i *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar*, slås fast:

”I de fall då hållfasthetskontroll med vätska är skadlig eller inte kan utföras, kan andra erkända provningar utföras. För annan tryckprovning än vätsketryckprovning ska kompletterande åtgärder i form av oförstörande provning, eller andra metoder med likvärdig relevans, vidtas innan provningen utförs.”

Förslag till genomförande

I fall då provtryckning med 1,43 gånger dimensionerande tryck inte kan göras, till exempel vid skarv som ansluter mot befintlig anordning, ersätts provningen med:

- *Oförstörande prov med radiografisk provning (RT) eller ultraljudprovning (UT) och penetrantprovning (PT) eller magnetpulverprovning (MT) enligt överenskommelse med inblandade parter. Detta gäller anordningar som omfattas av krav G, de grundläggande säkerhetskraven i bilaga 1, enligt AFS 2005:2. På anordningar som omfattas av 7 §, god teknisk praxis, enligt AFS 2005:2 behöver inte oförstörande provning göras.*
- *Täthetskontroll och visuell kontroll (VT) görs med det drifttryck som råder vid provningstillfället. Täthetskontrollen dokumenteras.*

I fall då provtryckning med 1,43 gånger dimensionerande tryck inte kan göras och oförstörande prov inte är möjlig på hela skarven (eller bedöms som mycket svår) ersätts provningen med:

- *Oförstörande prov med radiografisk provning (RT) eller ultraljudprovning (UT) och penetrantprovning (PT) eller magnetpulverprovning (MT) på den del av skarven där detta är möjligt, enligt överenskommelse med inblandade parter. Detta gäller anordningar som omfattas av krav G, de grundläggande säkerhetskraven i bilaga 1, enligt AFS 2005:2. På anordningar som omfattas av 7 §, god teknisk praxis, enligt AFS 2005:2 behöver inte oförstörande provning göras.*
- *Täthetskontroll och visuell kontroll (VT) görs med det drifttryck som råder vid provningstillfället. Täthetskontrollen dokumenteras.*
- *Riskbedömning ska göras samtidigt som skarven dokumenteras i anläggningsdokumentation.*

3.6.2.1 Tryckprovning med vätska

Vid provning ska i första hand lämplig vätska, som normalt vatten, användas som tryckmedium.

Vattnet som används för täthetsprovningen kan vara vanligt vatten alternativt fjärrvärmevatten som fylls i ledningen och sedan får svalna.

Om isbildning i avluftningsledningarna befaras när vatten används som tryckmedium kan frostskyddsmedel tillsättas för att förebygga isproppar.

Det är viktigt att anordningens temperatur klart överstiger vätskans fryspunkt så att läckage kan upptäckas.

Säkerställ att anordningen och dess fundament eller upphängning tål den ökade belastningen av vätskans tyngd före trycksättning med vätska.

Före trycksättning ska anordningen vara helt fylld med vätska.

För fullständig avluftning bör vätska fyllas på från anordningens lägsta punkt och avluftning göras från dess högsta punkt.

Om anordningen inte avluftas fullständigt finns risk för kvarstående luftkudde, vilket innebär att energiinnehållet ökar.

Om det inte går att fylla anordningen helt, eller om det är osäkert om den är helt fylld, gäller i stället bestämmelserna om provning med gas.

3.6.2.2 Tryckprovning med gas

Undvik tryckprovning med gas (luft) så lång det är möjligt.

Om det av tekniska skäl inte är möjligt att använda vätska får i stället luft eller en inert gas användas. Anledningen till att vätska i första hand ska väljas som tryckmedium är att riskerna vid provning med gas är avsevärt större än vid provning med vätska.

Vid provning med övertryck är valet mellan gas och vätska som tryckmedium av stor betydelse för riskerna med provningen. Riskerna med att använda gas är mycket större än med vätska. Energiinnehållet vid i övrigt lika volym och tryck är nämligen 200 gånger större vid användning av gas som tryckmedium än när vätska används.

Trycksättning med gas (luft) ska utföras av kontrollorgan som är ackrediterat eller företag som beviljats tillstånd för detta när provningen utförs, då kontrolltrycket är:

- över 0,03 bar eller
- över 3 bar och produkten av kontrolltrycket i bar multiplicerat med anordningens volym i liter är högre än 30.

För säkerställande att för högt tryck inte kan uppnås ska vattenståndsrör, dubbla oberoende säkerhetsventiler eller tryckvakter användas.

Tryckprovning med luft görs med samma tryck som provtryckning med vatten, alltså det högsta tryck (PS) som tillverkaren tillåter, multiplicerat med koefficienten 1,43.

3.6.3 Täthetsprovning

Täthetsprovning av anordningar utförs för att kontrollera en anordnings täthet. Täthetskontroll kan göras som komplement till tryckprovning.

Vid täthetsprovning utförs en visuell kontroll av anordningens fogar, därför får provningen av arbetsmiljöskäl, endast utföras om provningstrycket är maximalt enligt värdena i avsnitten 3.6.3.1 (Täthetsprovning med vätska) och 3.6.3.2 (Täthetsprovning med gas).

3.6.3.1 Täthetsprovning med vätska

Täthetsprovning med vatten kan göras i samband med den visuella kontrollen av alla ytor och svetsar vid tryckprovningen om trycket av arbetsmiljöskäl först har sänkts till beräkningstrycket. Se stycket från punkt 9.3.2.2.2 i SS-EN 13480-5 under avsnitt 3.6.2 (Tryckprovning).

Inga läckageindikationer i form vatten på medieröret får förekomma. Vid väderlek där kondens uppstår på medieröret kan den torkas bort med trasa för att den visuella kontrollen sedan ska kunna utföras.

Metoden är olämplig att använda vid blöt väderlek.

3.6.3.2 Täthetsprovning med gas

Täthetskontroll med gas (luft) ska utföras av kontrollorgan som är ackrediterat, eller företag som beviljats tillstånd för detta när provningen utförs, då kontrolltrycket är:

- över 0,03 bar eller
- över 3 bar och produkten av kontrolltrycket i bar multiplicerat med anordningens volym i liter är högre än 30. Exempelvis kan man täthetsprova en 780 mm muff (DN 600) med 0,2 bars övertryck.

För att täthetsprovning med luft ska fungera som täthetsprovning visar praktisk erfarenhet att den behöver utföras med ett tryck på minst 0,2 bar. Läckageindikering görs genom pensling med såpvatten eller liknande, varvid inga läckageindikationer i form av bubblor eller skum får förekomma.

För säkerställande att för högt tryck inte kan uppnås ska vattenståndsrör, dubbla oberoende säkerhetsventiler eller tryckvakter användas. Läckageindikering görs genom pensling med såpvatten eller liknande, varvid inga läckageindikationer i form av bubblor eller skum får förekomma.

Trycksättning med gas (luft) får utföras utan ackrediterat kontrollorgan när kontrolltrycket är 0,03 bar eller lägre.

3.6.3.3 Täthetsprovning med vakuumlåda

Täthetsprovning med vakuumlåda är ett alternativ till provning med inre övertryck.

Vid provning med undertryck ska trycket sänkas i sådan takt att eventuella defekter i anordningen eller avvikelser i provningsförloppet hinner upptäckas.

Till riskerna i samband med provning med undertryck hör att den anordning som provas imploderar. Splitter kan då uppstå som allvarligt kan skada de personer som finns i närheten.

Exempel på andra faktorer som kan innebära hälso- eller säkerhetsrisker i samband med provning:

- den personal som utför provningen inte är tillräckligt kompetent
- provningsutrustning som inte är tillförlitlig
- felaktigt inställda avsäkringsanordningar
- att man vid provning med övertryck har valt ett olämpligt tryckmedium.

Provningen utförs med särskild utrustning anpassad för den yta som ska provas. Vid provning med undertryck bör följande ingå:

1. anordning för trycksänkning
2. anordning för att höja trycket till omgivningstrycket.
3. tryckmätare.

Läckindikering sker med indikeringsvätska varvid inga indikationer i form av bubblor eller skum får förekomma.

3.7 Oförstörande provning

Oförstörande provning av svetsar ska utföras enligt:

- *SS-EN ISO 17636-1 Oförstörande provning av svetsar – Radiografisk provning – Del 1: Röntgen- och gammastrålningsteknik med film eller*
- *SS-EN ISO 17636-2 Oförstörande provning av svetsar – Radiografisk provning – Del 2: Röntgen- och gammastrålningsteknik med digitala detektorer*

och godkännas enligt:

- *kvalitetsnivå C i SS-EN ISO 5817 Svetsning – Smältsvetsförband i stål, nickel, titan och deras legeringar (strålsvetsning undantagen) – Kvalitetsnivåer för diskontinuiteter och formavvikelser*

med en omfattning enligt:

- *SS-EN 13941 Fjärrvärmesystem - Konstruktion och installation av rörsystem med förisolerade rör med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör eller*
- *SS-EN 13480 Industriella rörledningar av metalliska material.*

Beställaren bestämmer omfattningen av oförstörande provning. I Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse *D:211 Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar* ska oförstörande provning av svetsar utföras med en omfattning enligt SS-EN 13941.

3.7.1 Omfattning oförstörande provning enligt SS-EN 13941

Omfattning av radiografering eller ultraljudsprovning enligt SS-EN 13941 bestäms av projektklass A, B eller C som fås genom att utföra en värdering av risk för personskada eller miljöpåverkan för anläggningen. Se tabellerna 3.6 och 3.7 samt illustration 3.2.

Projektklassen baseras på risknivå och komplexitet i utförandet.

Vid fel på svetsfog (underkänd) utökas provningen gradvis från ursprunglig kontrollomfattning, nivå 1, till nivå 4 enligt nedanstående tabell från SS-EN 13941:2009. Om objektet har fått projektklass A med ursprunglig kontrollomfattning, nivå 1, ≥ 5 % av skarvarna, och fel upptäcks blir kontrollomfattningen enligt nivå 2 (20 % av skarvarna), ytterligare fel ger nivå 3 (50 %) och så vidare.

3.7.2 Omfattning oförstörande provning enligt SS-EN 13480

Omfattning av oförstörande provning enligt SS-EN 13 480 bestäms av medierörets dimension enligt tabell 3.9.

Vid fel på svetsfog (underkänd) utökas proven RT/UT enligt SS-EN 13 480-5, 8.1.3 nedan.

När stickprovkontroll avslöjar diskontinuiteter i en svets, som inte är acceptabla enligt denna europastandard, gäller följande:

a) Två ytterligare svetsar i samma grupp ska kontrolleras med samma metod.
b) Om dess tillkommande svetsar är acceptabla ska ursprungssvetsen repareras eller ersättas och omkontrolleras med den ursprungliga metoden.
c) Om någon av dessa tillkommande svetsar uppvisar en oacceptabel diskontinuitet ska alla svetsar i gruppen granskas fullständigt och i förekommande fall repareras eller ersättas och omkontrolleras.

3.8 Användning, enligt AFS 2002:1 Användning av tryckbärande anordningar

Tillämpningsområdet gällande distributionssystem för fjärrvärme i *AFS 2002:1 Användning av tryckbärande anordningar* är enligt 1 §:

Projekt-klass	Risknivå och komplexitet i utförandet	Tolkning av gränser för projektklasser i diagram, bild 2
A	• Liten och medelstor diameter med låg axiell spänning • Rör med låg risk för person och miljö skador • Rör med låg ekonomisk risk	DN ≤ 300 och Δσ < 220 N/mm² ger ΔT < 87 °C
B	• Liten och medelstor diameter med hög axiell spänning	DN ≤ 300 och Δσ ≥ 220 N/mm² ger ΔT ≥ 87 °C
C	• Stora diametrar och/eller högt tryck • Rör med högre risk för person och miljö skador • Komplexa konstruktioner	DN ≥ 350

Tabell 3.6. Projektklasser. Källa: Tabell 3 i SS-EN 13 941:2009+A1:2010.

Projektklass enligt diagram i bild 2	Svetskontroll Oförstörande provning 7.5.7.5 §	Utmattningsanalys Säkerhetsfaktor 6.4.2.3.2 §	Dokumentation
A	≥ 5%	$¥_{fat} = 5$	Generaliserad
B	≥ 10 %	$¥_{fat} = 6{,}67$	Generaliserad
C	≥ 20 %	$¥_{fat} = 10$	Specificerad

Tabell 3.7. Kontrollomfattning. Källa: Tabell 4 i SS-EN 13 941:2009+A1:2010.

Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3	Nivå 4
5 %	20 %	50 %	100 %
10 %	20 %	50 %	100 %
20 %	50 %	100 %	100 %
100 %	100 %	100 %	100 %

Tabell 3.8. Utökning av kontrollomfattning vid fel.
Källa: Tabell 13 i SS-EN 13 941:2009+A1:2010.

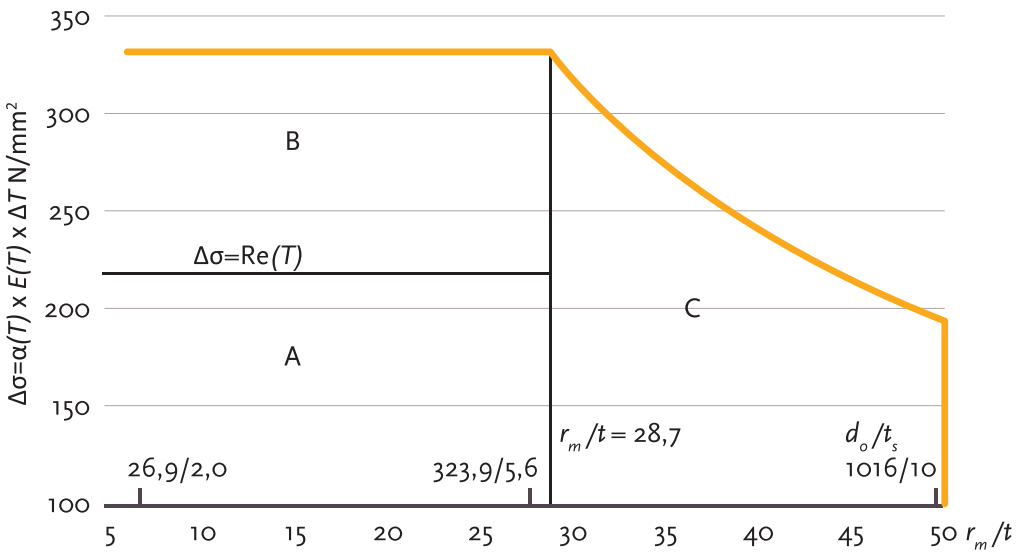


Illustration 3.2. Definition av projektklasser med material P235GH TR eller GH.
Källa: EN 10217-1, 2, enligt figur 3 i SS-EN 13 941:2009+A1:2010.

1 § Dessa föreskrifter gäller vid yrkesmässig användning av tryckbärande anordningar, cisterner, lågtrycksgasbehållare och vakuumkärl.

Observera att krav på bland annat riskbedömningar eller uppföljning av olycksfall och tillbud även finns i andra föreskrifter som *AFS 2001:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete*. Se bilaga 3A (Laglista) samt kapitlen 4 (Arbetsmiljö) och 5 (Miljö).

3.8.1 Riskbedömning

En riskbedömning ska utföras:

- innan en anläggning med trycksatta anordningar får tas i bruk
- när anläggningen, dess utrustning eller förhållandena i övrigt har ändrats på ett sätt som kan påverka riskerna med anläggningen, exempelvis utbyte av befintlig säkerhetsutrustning, installation av begagnade trycksatta anordningar eller väsentligt ändrade driftförhållanden.

Bedömningen ska innehålla:

- de risker som anläggningen innebär
- hur omfattande den fortlöpande tillsynen behöver vara
- särskilt åtgärdsprogram med de riskreducerande åtgärder som behöver genomföras om riskbedömningen visar att det finns förutsebara risker för personskada.

Riskbedömningen som föreskrivs i denna föreskrift ska ses som en komplettering av de krav som återfinns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om systematiskt arbetsmiljöarbete.

Trycksatta anordningar ingår ofta i större eller mindre processystem. Riskbedömning av dessa innebär därför normalt att hela det system som den trycksatta anordningen är en del av måste bedömas med avseende på risker.

Riskbedömning omfattar normalt i det enklare fallet en riskinventering. I det mer komplicerade fallet gäller genomförande av riskanalys följt av riskvärdering.

Riskanalys innebär ett metodiskt arbetssätt med användning av i första hand väl beprövade riskanalysmetoder. Riskanalysen omfattar huvudsakligen följande steg:

- definition av analysobjekt
- insamling och hantering av data
- identifiering av riskkällor
- riskuppskattning.

Dimension (DN)	Rörledningsklass enligt SS-EN 13 480-1	RT/UT Rundsvets	RT/UT Stuts svets	MT/PT Rundsvets	MT/PT Stuts-, muff- o kälsvets
DN < 65	0 (§7)	0 % (5 %)*	0 %	0 %	0 %
65 ≤ DN ≤ 200	L	5 %	0 %	0 %	0 %
DN 250	11	5 %	0 %	0 %	0 %
≥ DN300	111	10 %	0 %	0 %	10 %

Tabell 3.9. Krav på radiografisk provning (RT)/ultraljudprovning (UT) och penetrantprovning (PT)/magnetpulverprovning (MT) för materialgrupp 1.1 (P235GH, P235TR1 enligt SS-EN 13 480-2), det vill säga stålrör dimensionerade för 16 bar och 120 °C. Omfattning av prov gäller på andelen svetsfog. Källa: Tabell 8.2-1 i SS-EN 13 480-5.

**Branschens rekommendation för omfattning av oförstörande provning på ledningar med DN < 65.*

Riskbedömningar ska dokumenteras och tillsammans med de instruktioner som levereras med de enskilda trycksatta anordningarna sammanställas och ligga till grund för ett program för den fortlöpande tillsynen av anläggningen (se avsnitt 3.8.3, Fortlöpande tillsyn). Programmet, som ska finnas på svenska, ska dessutom innehålla instruktioner om underhåll samt lämna information om sådana kontroller som behöver utföras av brukaren.

Vid genomgång av dokumentation bör skyddsombud få tillfälle att närvara.

3.8.2 Riskklassning av distributionssystem för fjärrvärme

I detta avsnitt visas en modell för systematisk klassning av risker som Fortum, E.ON och Göteborg Energi använder. *Modellen är en tolkning av den riskbedömning som ska göras enligt AFS 2002:1.*

3.8.2.1 Nytta med riskklassning

Enligt *AFS 2002:1 Användning av trycksatta anordningar* ska riskanalyser följda av riskvärderingar utföras för systematisk identifiering av riskkällor avseende hälsa, miljö eller egendom. Resultatet ska ligga till grund för bland annat beslut om hur omfattande den fortlöpande tillsynen behöver vara.

Riskklassningen används på Fortum för att styra nätets ronderingsintervall och FU-arbete (se avsnitt

3.8.3, Fortlöpande tillsyn) samt för att prioritera förnyelsearbetet. Den ger även en övergripande bild av anläggningens status.

3.8.2.2 Korsning med järnväg och större vägar
Om en ledning korsar och/eller passerar Trafikverkets järnväg, väg och/eller mark, över eller under, ska det finnas ett avtal med Trafikverket där krav på funktion och fortlöpande tillsyn finns.

Ledning som ligger svåråtkomligt hanteras genom en manuell bedömning (se näst sista stycket i avsnitt 3.8.2.6, Sannolikhet – konsekvens). Ledningens eventuella fara för tredje person, dimension, ålder och typ klassas enligt avsnitten 3.8.2.4 (Fara för tredje person) och 3.8.2.5 (Dimension, ålder, ledningstyp).

3.8.2.3 Känsliga kunder som lasarett och speciella industrier
En lista bör finnas på känsliga kunder. Fortum har löst leveranssäkerheten till dessa med att ha förberett ett MPC-uttag (uttag för mobil panncentral).

3.8.2.4 Fara för tredje person
Fortums modell tar hänsyn till fara för tredje person genom att justera konsekvensbedömningen från låg till hög för ledningar förlagda i mark, luft och tunnlar samt inomhus. Säkerheten för tredje person kontrolleras extra genom återkommande besiktning av de ledningar inomhus, utomhus och i tunnlar som allmänheten kan komma i närheten av. Se avsnitt 3.5.3.2 (Återkommande besiktning).

3.8.2.5 Dimension, ålder, ledningstyp
Till dimension tas hänsyn under konsekvensdelen. Ålder och ledningstyp hanteras under sannolikhet.

3.8.2.6 Sannolikhet – konsekvens
Generellt gäller att större ledningar prioriteras på grund av stor konsekvens vid haveri. En servisledning får låg prioritet med hänvisning till lägre konsekvens (se tabell 3.10.).

Gällande sannolikhet fokuserar vi framför allt på ledningstyp, förläggning, larm eller ej för att få fram en riskledningstyp som kombineras med ålder (se tabell 3.11.).

Kombinationen av sannolikhet samt konsekvens ger möjliga riskvärden (se tabell 3.12.).

Till detta kan en manuell bedömning göras. Den baseras på: egen erfarenhet, historik, tidigare läckor, skadefrekvens över tiden och om ledningen ligger svåråtkomlig under exempelvis vattendrag eller järnväg.

Egen erfarenhet av statusbestämningsmetoder, som rondering, larmkontroll, termografering, teletest (tjockleksmätning), ljudlyssning, materialprov och lokal miljö (fukt och dropp), bör ligga till grund för den manuella bedömningen.

3.8.2.7 Finns larmtråd eller inte
Frånvaro av larmtråd påverkar riskledningstyperna i sannolikhetsbedömningen enligt avsnitt 3.8.2.6 (Sannolikhet - konsekvens).

3.8.2.8 Leveranssäkerhetsstudier
Redundans eftersträvas, alternativt förbereds nätde-

Konsekvens:

Dimension	**Placering = mark, sjö**	**Placering = Tunnel, luft**	**Placering = Inomhus**
0–40	Obetydlig (1)	Obetydlig (1)	Mindre (2)
42–65	Obetydlig (1)	Mindre (2)	Medel (3)
80–100	Mindre (2)	Mindre (2)	Medel (3)
125–175	Mindre (2)	Medel (3)	Allvarlig (4)
150–200	Mindre (2)	Medel (3)	Allvarlig (4)
250–350	Medel (3)	Medel (3)	Allvarlig (4)
400–500	Medel (3)	Allvarlig (4)	Förödande (5)
600–700	Allvarlig (4)	Allvarlig (4)	Förödande (5)
>700	Allvarlig (4)	Förödande (5)	Förödande (5)

Tabell 3.10. Konsekvensbedömning på grundval av lednings dimension och placering.

lar som saknar redundans för MPC (mobila panncentraler).

3.8.3 Fortlöpande tillsyn

Programmet för fortlöpande tillsyn ska uppdateras minst en gång per år och innehålla:

- Omfattning av tillsynen. Samtliga trycksatta anordningar som ingår i anläggningen ska förtecknas i en särskild bilaga.
- Besiktningsintervall mellan tillsynstillfällena för varje enskild trycksatt anordning eller för hela anläggningen.
- Teknisk dokumentation, ritningar och scheman som är nödvändiga för att instruktionerna lätt ska kunna förstås.
- Beskrivning av förutsebara risker som finns i anläggningen.
- Rutiner för hur rapportering av anmärkningar som är av betydelse för säkerheten ska ske.

Vid tillsynen ska kontrolleras att:

- föreskriven besiktning har genomförts
- säkerhetsutrustning fungerar tillfredsställande
- inga otätheter eller synbara materialskador har uppkommit
- anordningen inte utsatts för annan skadlig yttre eller inre påverkan
- inga andra fel eller avvikelser uppstått
- kända brister blivit åtgärdade
- föreskriven märkning finns och är väl synlig

Sannolikhet:

	Riskledningstyp		
Ålder (år)	**Låg**	**Medel**	**Hög**
0–10	Mindre (2)	Medel (3)	Mycket trolig (5)
11–15	Osannolik (1)	Medel (3)	Mycket trolig (5)
16–20	Osannolik (1)	Medel (3)	Mycket trolig (5)
21–25	Mindre (2)	Medel (3)	Mycket trolig (5)
26–30	Mindre (2)	Medel (3)	Mycket trolig (5)
31–35	Mindre (2)	Medel (3)	Mycket trolig (5)
36–40	Medel (3)	Trolig (4)	Mycket trolig (5)
41–45	Medel (3)	Trolig (4)	Mycket trolig (5)
46–50	Medel (3)	Trolig (4)	Mycket trolig (5)
51–55	Trolig (4)	Mycket trolig (5)	Mycket trolig (5)
56–60	Trolig (4)	Mycket trolig (5)	Mycket trolig (5)
61–65	Trolig (4)	Mycket trolig (5)	Mycket trolig (5)
66–70	Trolig (4)	Mycket trolig (5)	Mycket trolig (5)
>70	Mycket trolig (5)	Mycket trolig (5)	Mycket trolig (5)

Tabell 3.11. Sannolikhetsbedömning på grundval av lednings ålder och typ.

	Konsekvens				
Sannolikhet	**Förödande (5)**	**Allvarlig (4)**	**Medel (3)**	**Mindre (2)**	**Obetydlig (1)**
Mycket trolig (5)	Extrem (5)	Extrem (5)	Extrem (5)	Hög (4)	Medel (3)
Trolig (4)	Extrem (5)	Extrem (5)	Hög (4)	Medel (3)	Låg (2)
Medel (3)	Extrem (5)	Hög (4)	Medel (3)	Låg (2)	Obefintlig (1)
Mindre (2)	Hög (4)	Medel (3)	Låg (2)	Obefintlig (1)	Obefintlig (1)
Osannolik (1)	Medel (3)	Låg (2)	Obefintlig (1)	Obefintlig (1)	Obefintlig (1)

Tabell 3.12. Riskvärden efter sammanvägning av sannolikhet och konsekvens.

- drift- och skötselinstruktioner inklusive flödesschema finns och är uppdaterade med hänsyn till gjorda ändringar.

Tillsynen ska dokumenteras. Av noteringarna ska datum för tillsynen samt vem som utfört den tydligt framgå. Om iakttagelser gjorts som leder till åtgärder ska dessa antecknas i en särskild bilaga och innehålla minst:

- datum för iakttagelsen
- vad som iakttagits
- vilken åtgärd som behöver vidtas
- tidplan för åtgärd
- datum då åtgärden vidtagits.

Om orsaken till iakttagelsen är svår att fastställa ska detta särskilt anges. Av anteckningarna ska framgå vem som gjort iakttagelsen.

Det ska finnas en särskilt utsedd person som har till uppgift att se till att den fortlöpande tillsynen sker enligt det upprättade tillsynsprogrammet.

Närhelst det görs iakttagelser som kan innebära att säkerheten hos en trycksatt anordning inte längre är betryggande ska åtgärder snarast vidtas så att säkerheten kan återställas. Om det upptäcks att nödvändiga åtgärder inte har vidtagits får anläggningen inte användas förrän dessa har utförts.

3.8.4. Ombyggnad/reparation eller ändring

Rutiner ska finnas för hur ingrepp i anläggningen får genomföras.

Skriftligt arbetstillstånd ska alltid finnas då arbeten utförs inuti en trycksatt anordning. Viktigt att skriftliga arbetstillstånd även ges vid arbeten i trånga utrymmen eller på höga höjder.

Om uppbyggnad eller driftbetingelser ändras för anläggningen, eller för någon av anordningarna, ska tillsynsprogrammet kompletteras i den utsträckning som behövs. Se avsnitt 3.8.3 (Fortlöpande tillsyn).

Vissa reparationer, ändringar eller andra ingrepp i den trycksatta anordningen kan leda till att tryckkärlet måste underkastas en revisionsbesiktning. Se avsnitt 3.5.3.3 (Revisionsbesiktning).

3.8.5 Uppföljning av olycksfall och tillbud

Olycksfall och tillbud ska dokumenteras och utredas. Nödvändiga åtgärder föranledda av utredningen vidtas därefter. Driften av anläggningen får inte återupptas förrän anläggningen konstaterats vara säker.

3.8.6 Fortlöpande tillsyn av gasflaskor

Fortlöpande tillsyn för gasflaskor utförs normalt av brukaren/användaren så att säkerheten är betryggande. Tillsynen omfattar såväl gasflaskornas yttre som armatur.

Det är även viktigt att noggrann tillsyn av flaskor sker i samband med fyllning.

Om väsentlig skada upptäcks måste berörd gasflaska eller utrustning omedelbart tas ur drift.

Gasflaskor som utsatts för brand eller kraftig värmepåverkan kan normalt alltid befaras ha tagit väsentlig skada.

Om svårare olycksfall eller allvarligt tillbud har inträffat, exempelvis på grund av att en gasflaska sprängts sönder, ska arbetsgivaren utan dröjsmål underrätta Arbetsmiljöverket.

3.9 Märkning av distributionssystem för fjärrvärme

Regler om märkning av distributionssystem för fjärrvärme finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter:

- *AFS 2002:1 Användning av tryckbärande anordningar*
- *AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar*

Enligt kraven för märkning av distributionssystem för fjärrvärme i ovanstående föreskrifter gäller:

- Alla ledningar och komponenter ska vara försedda med väl synlig, lättläst och varaktig märkning.
- Alla ledningar och komponenter ska märkas med en tillverkningsskylt. På isolerade eller inkapslade ledningar kan även en tillverkningsskylt sättas utanpå isoleringen respektive ytterhöljet. *Enligt tolkning i avsnitt 3.4.2.3.1.1 är att standardiserat material/byggelement är märkt med de uppgifter som krävs.*
- Alla komponenter ska märkas med identitetsbricka.
- Ventiler ska märkas med läge och funktion.
- Huvudavstängningsventiler och eventuella tillhörande manöverdon ska alltid vara märkta så att nödvändiga åtgärder snabbt kan vidtas i en nödsituation. Manöverdon förses med uppgifter som ger tydligt besked om hur utrustningen manövreras.
- Ledningar förlagda inomhus och i tunnel märks med företagsnamn, dimension, innehåll (fjärrvärme), flödesriktning, funktion (fram/retur) samt

dimensionerande temperatur och tryck. Ledning som passerar flera lokaler bör alltid märkas med flödesriktning och innehåll när rörledningen kommer in i ny lokal.
- När det behövs, om felaktig användning som erfarenhetsmässigt förekommer, ska anordningen märkas med varningstext på svenska.

När ledningar och komponenter byts ut gäller det att ny märkning görs samtidigt som flödes- eller P&I-scheman uppdateras.

3.10 Litteratur

- *Svensk författningssamling (SFS)* kan hämtas från Riksdagens webbplats.
- Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS kan läsas på verkets webbplats.
- *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps* förordningar kan läsas på MSB:s webbplats där bland annat följande finns publicerat:
  - *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps författningssamling (MSBFS)*
  - *Statens räddningsverks författningssamling (SRVFS), före den 1 januari 2009*
  - *Sprängämnesinspektionen (SÄIFS), före den 1 oktober 2001*
- *Swedish Standards Institutes standarder, Svensk standard, SS-EN*, kan läsas på SSI:s webbplats.

Bilaga 3A Författningar för fjärrvärmebranschen

Nedanstående är ett urval av de lagar, förordningar och föreskrifter som kan beröra arbeten med byggnation av fjärrvärme- och fjärrkyleledningar. Lagar, förordningar och föreskrifter uppdateras löpande. Regeringskansliet har en databas för lagar och förordningar, föreskrifterna finns hos varje enskild myndighet. Se på respektive webbplats för senaste version.

NUMMER	NAMN	FAKTARUTA
ARBETSMILJÖ		
1977:1160	Arbetsmiljölagen	”Syftet med lagen är att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet samt att även i övrigt uppnå en god arbetsmiljö. I Arbetsmiljölagen (AML) står att arbetsförhållandena ska vara anpassade till människans förutsättningar i fysiskt och psykiskt hänseende. Lagen slår fast att arbetsgivaren ansvarar för att arbetsmiljön är god. Alla anställda är skyldiga att hjälpa till, följa de säkerhetsföreskrifter som finns och slå larm om de upptäcker något som är fel. Hos varje arbetsgivare med mer än femtio anställda ska det finnas en skyddskommitté som i samverkan med arbetsgivare och anställda värnar om arbetsmiljön på varje arbetsplats inom företaget. Skyddskommittén ska se till att arbetsgivaren åtgärdar dåliga förhållanden. Fackliga företrädare har enligt lagen rätt att delta i arbetet med alla de förändringar och omorganisationer som berör arbetsplatsen.”
1977:1166	Arbetsmiljöförordningen	”Förordningen innehåller kompletterande bestämmelser till arbetsmiljölagen. Arbetsgivare är skyldig att arkivera handlingar som rör arbetsmiljön i minst fem år. Vissa register över läkarundersökningar ska sparas i tio år. De författningar som berör arbetsmiljön ska finnas tillgängliga för arbetstagarna. Uppgift om vem som är ansvarig för samordningen av arbetsmiljön på gemensamt arbetsställe ska anslås på arbetsplatsen. I förordningen finns regler om hur lokalt arbetsmiljöarbete ska bedrivas. Skyddsombud ska utses för en tid av tre år. Antalet skyddsombud anpassas efter förhållandena på arbetsstället. Uppgift om vem som är skyddsombud ska anslås eller hållas tillgängligt på annat sätt. Regelbundna skyddsronder bör ske på varje arbetsställe. Antalet ledamöter i en skyddskommitté bestäms med hänsyn till förhållandena på arbetsplatsen och regler finns om vilka som ska ingå i skyddskommittén. Skyddskommittén bör sammanträda minst var tredje månad. Förordningen innehåller också bestämmelser för Arbetsmiljöverkets tillsyn och bemyndiganden att meddela föreskrifter.”
AFS 2001:1	Systematiskt arbetsmiljöarbete	Med systematiskt arbetsmiljöarbete menas arbetsgivarens arbete med att undersöka, genomföra och följa upp verksamheten på ett sådant sätt att ohälsa och olycksfall förebyggs samt att en tillfredsställande arbetsmiljö uppnås. Föreskriften syftar till att förtydliga arbetsgivarens ansvar för arbetsmiljöarbetet och hur detta ansvar skall uppfyllas. Arbetsgivaren ska ha skriftliga riskbedömningar och det ska finnas rutiner för arbetsmiljöarbetets bedrivande.
AFS 1996:7	Utförande av personlig skyddsutrustning	Denna föreskrift reglerar säkerhetsnivån på personlig skyddsutrustning anpassad efter gällande EU-regler.
AFS 2001:3	Användning av personlig skyddsutrustning	Personlig skyddsutrustning ska användas när risker inte kan undvikas eller begränsas tillräckligt mycket genom allmänna tekniska skyddsåtgärder eller arbetsorganisatoriska åtgärder. Riskbedömning ska genomföras så att lämplig skyddsutrustning används. Arbetsgivaren ska tillhandahålla denna utrustning utan kostnad för arbetstagaren.

AFS 1982:3	Ensamarbete	Föreskriften behandlar arbetsmiljörisker i samband med ensamarbete. Med ensamarbete avses att arbetstagaren fysiskt är avskuren från kontakt med andra människor eller är socialt isolerad. Exempel på ensamarbete är skogsarbete, avskild arbetsplats i stora anläggningar, arbete i manöverrum/hytter och så vidare. Det kan även gälla arbeten där det finns risk för hot och rån, exempelvis värdetransporter, butiker, psykiatrisk vård och bevakningsarbeten.
AFS 1993:2	Våld och hot i arbetsmiljön	Denna föreskrift gäller för alla arbeten där det kan förekomma risk för våld och hot. Arbetsgivaren är skyldig att kartlägga riskerna och upprätta särskilda säkerhetsrutiner, ge personalen erforderlig utbildning och information, väga in riskerna vid utformning av arbetsplatser och arbetsrutiner samt se till att arbetstagarna kan ges stöd och handledning.
AFS 1982:17	Anteckningar om jourtid, övertid och mertid	Här regleras arbetsgivarens skyldighet att föra anteckningar om jourtid, övertid och mertid för varje anställd. Dessa anteckningar ska förvaras av arbetsgivaren i två år efter det kalenderår anteckningen gäller.
AFS 1999:7	Första hjälpen och krisstöd	Föreskriften syftar till att säkerställa hjälpåtgärder vid olycksfall och akut sjukdom. Beredskap för första hjälpen och krisstöd ska planeras utifrån riskerna för ohälsa och olycksfall. Arbetsledande personal ska ha tillräcklig kunskap om krisstöd.

ARBETSMILJÖ — ARBETSUTRUSTNING

AFS 2002:1	Användning av trycksatta anordningar	Syftet med dessa föreskrifter är att förhindra skador vid yrkesmässig användning av tryckbärande anordningar, cisterner, lågtrycksbehållare och vakuumkärl. Föreskrifterna reglerar riskbedömning, dokumentation, fortlöpande tillsyn, övervakning, ombyggnad/reparation och märkning av utrustning.
AFS 2006:4	Användning av arbetsutrustning	”Dessa föreskrifter gäller användning av arbetsutrustning. Med arbetsutrustning menas varje maskin, anordning, verktyg, redskap eller installation som används i arbetet. Undersökning och riskbedömning ska göras för att bedöma om arbetsutrustningen är lämplig för arbetet och kan användas med betryggande säkerhet. Åtgärder ska vidtas utifrån riskbedömningen och uppföljning ska göras regelbundet. Utrustning, som omfattas av föreskrifter som överför EG-direktiv till svensk rätt, får endast användas om den fortfarande uppfyller de krav som gällde för utrustningen när den släpptes ut på marknaden eller togs i drift. Arbetsutrustning som inte omfattas av dessa krav ska uppfylla kraven i bilaga A. Vid användning av arbetsutrustning skall kraven i bilaga B vara uppfyllda. Krav finns också på ergonomi, information till arbetstagarna samt på underhåll. Om arbetsutrustning kan medföra särskild risk för ohälsa eller olycksfall, ska bara de som har till uppgift att använda utrustningen få göra detta och då ska arbetsgivaren ha dokumentation över dennes praktiska och teoretiska kunskaper med avseende på säker användning. I bilaga A anges tekniska krav på arbetsutrustning, exempelvis för hållfasthet, manöverdon och skyddsanordningar. I bilaga B anges organisatoriska krav såsom allmänna krav vid monterings- och underhållsarbete, krav vid användning av mobila arbetsutrustningar och arbetsutrustningar avsedda för tillfälligt arbete på nivåer över mark- eller golvplan, krav vid användning av slipmaskiner samt krav vid arbete med hjul och däck.”

1998:1707	Lag om åtgärder mot buller och avgaser från mobila maskiner	”Syftet med lagen är att förebygga att mobila maskiner orsakar olägenheter för människors hälsa eller för miljön genom utsläpp av avgaser och andra föroreningar och genom buller. Med mobila maskiner avses traktorer, motorredskap, terrängmotorfordon, spårfordon, industriella maskiner och andra anordningar som är konstruerade för att kunna röra sig eller flyttas på marken och som är försedda med förbränningsmotorer, dock inte motorfordon. Hjullastare, grävmaskiner och traktorgrävare tillhör alla fordonsslaget motorredskap. Lagen är en ramlag som ger regeringen, eller den myndighet som regeringen bestämmer, möjlighet att utfärda bestämmelser om begränsning av buller samt utsläpp av avgaser, motorers utformning och underhåll, skyldighet att använda visst bränsle och krav på typgodkännande med mera. Ansvaret för att maskiner och motorer uppfyller kraven kan riktas till såväl den som tillverkar, saluför eller importerar maskinerna som till den som använder maskinerna.”
AFS 2005:16	Buller	”Föreskriften syftar till att minimera exponeringen av buller för att minska riskerna för uppkomst av hörselskador. Arbeten ska planeras, bedrivas och följas upp så att bullerexponeringen minskas. Arbetsgivaren ska regelbundet bedöma riskerna till följd av exponering för buller i arbetet där ett antal angivna faktorer särskilt ska beaktas. För att klarlägga om exponeringsvärdena uppnås eller överskrids ska mätningar utföras i den omfattning som behövs. I föreskriften införs två begrepp när det gäller exponeringsnivåer. Det är undre och övre insatsvärde, 80 respektive 85 dB Lex 8h. Värdena innebär krav på insatser om de uppnås eller överskrids. Gränsvärdet för buller är 85 dB Lex 8h. I de fall när hörselskydd används, ska hänsyn tas till dämpningseffekten av hörselskyddet vid bestämningen av bullerexponeringen. Om de risker som uppstår vid bullerexponering inte kan förebyggas med andra medel ska hörselskydd som passar berörda arbetstagare ställas till deras förfogande. Arbetstagarna ska få information och utbildning om de risker som uppkommer i samband med bullerexponeringen om insatsvärdena överskrids. Arbetstagarna ska ges möjlighet att medverka vid riskbedömning, identifiering av åtgärder, val av hörselskydd, samt erbjudas hörselundersökning.”
AFS 2005:15	Vibrationer	”Föreskrifterna gäller för verksamheter där någon kan utsättas för vibrationer i arbetet. Syftet med föreskriften är att exponeringen av vibrationer minimeras genom att vibrationerna elimineras vid källan eller sänks till lägsta möjliga nivå. Arbeten ska planeras, bedrivas och följas upp så att riskerna till följd av exponering för vibrationer minimeras. Riskbedömningar av exponeringen ska genomföras regelbundet och revideras vid förändringar i verksamheten eller om resultatet från medicinska kontroller visar att det är befogat. Riskbedömningen ska innehålla en uppskattning av den dagliga vibrationsexponeringen utförd enligt föreskrifternas bilaga 1 eller bilaga 2. Förutom gränsvärde för exponeringsnivåer (bilaga 3) finns insatsnivå angiven. Denna nivå innebär krav på vibrationsdämpande insatser om den överskrids. Krav finns också att arbetsgivaren ska säkerställa att arbetstagare som utsätts för risker till följd av vibrationsexponering får information och utbildning rörande dessa risker. Krav finns också på att arbetsgivaren om att erbjuda medicinsk kontroll till de arbetstagare som exponeras för vibrationer som överstiger insatsvärdena, men även i vissa andra fall.”
AFS 2003:6	Besiktning av lyftanordningar och vissa andra tekniska anordningar	”Dessa föreskrifter gäller i princip alla anordningar som utför lyft. Allt ifrån grävmaskiner, lingångar, maskindrivna lastramper på fordon och lastkajer samt vissa hissar till olika typer av kranar, mobila och stationära. Föreskriften ställer villkor för användning, besiktning och besiktningsperioder samt omfattningen av besiktningen. Vidare finns krav på kontrollorganet som utför besiktningarna och den dokumentation som ska överlämnas till innehavaren av lyftanordningen.”

AFS 2006:6	Användning av lyftanordningar och lyftredskap	”Föreskrifterna gäller användning av lyftanordningar och lyftredskap, dock inte utrustning som omfattas av Arbetsmiljöverkets föreskrifter om användning av truckar. Undersökning och riskbedömning ska göras när lyftanordningar och lyftredskap används. Åtgärder ska vidtas utifrån riskbedömningen och uppföljning ska göras regelbundet. Lyftanordningar och lyftredskap, som omfattas av föreskrifter som överför EG-direktiv till svensk rätt, får endast användas om de uppfyller kraven på beskaffenhet och information om användningen som gällde för utrustningen när den släpptes ut på marknaden eller togs i drift. Lyftanordningar och lyftredskap som inte omfattas av dessa krav ska uppfylla kraven i bilaga A. Allmänna krav finns vid användning av lyftanordningar och lyftredskap. på till exempel stabilitet, lastsäkring, personlyft och val av lyftredskap. För hissar finns krav att service- och monteringsarbeten ska utföras så att risker inte uppstår och särskilda krav som anger under vilka förutsättningar skrymmande gods får transporteras. Krav finns även för lyftanordningar för lyft av fritt hängande last. Lyftanordningar och lyftredskap får endast användas av den som har dokumenterade teoretiska och praktiska kunskaper för säker användning. Föraren ska ha ett skriftligt tillstånd utfärdat av arbetsgivaren. Detta gäller inte vid användning av hissar. Lyftanordningar och lyftredskap ska underhållas samt genomgå fortlöpande tillsyn och dagliga kontroller. Journal ska föras över underhåll och fortlöpande tillsyn, kontroller, drift – av maskindrivna kranar med maxlast över 1000 kg – samt övrigt som är specificerat av tillverkaren. I bilaga A finns allmänna tekniska krav, exempelvis för hållfasthet, manöverdon och förarhytt samt särskilda krav för hissar avsedda att användas yrkesmässigt av särskilt instruerad personal.”
AFS 2004:3	Stegar och arbetsbockar	”Dessa föreskrifter gäller i första hand bärbara stegar och arbetsbockar. I föreskrifterna ställs krav på utförande och typkontroll, märkning samt användning. Reglerna om användning gäller i tillämpliga delar alla stegar. I bilagan anges provningsbestämmelser för arbetsbockar. För stegar gäller svensk standard SS 2091, Stegar-bärbara stegar, utgåva 4, del E.”
AFS 2013:4	Ställningar	”Föreskrifterna gäller arbete med uppförande av ställningar och väderskydd, arbete på ställningar och under väderskydd, samt vilka produktkrav som gäller för ställningar och väderskydd och hur de ska vara utformade. De gäller inte temporära konstruktioner för förvaring eller temporära konstruktioner på mässsor, festivaler och liknande. I föreskriften finns allmänna krav på skyddsräcke, tillträdesled och trappor. De innehåller också krav på typgodkännande och märkning, dimensionering, konstruktion, uppförande, riskbedömning, fortlöpande tillsyn, användning och nedtagning. En årlig efterkontroll ska göras för att kontrollera att komponenterna i ställningen överensstämmer med det typkontrollerade exemplaret. Sanktionsavgifter kan utdömas då typkontrollintyg saknas för prefabricerade ställningar eller dess komponenter. Från den 1 januari 2016 kan sanktionsavgifter utdömas då arbetstagare som uppför, ändrar eller monterar ned ställningar eller väderskydd saknar dokumenterad utbildning.”

ARBETSMILJÖ — ARBETSPLATS		
AFS 1981:14	Skydd mot skada genom fall	”Föreskriften syftar till att förhindra olycksfall i samband med att någon faller omkull, halkar, trampar snett, trampar igenom något underlag eller fall till lägre nivå. Underlag som ska beträdas bör ha lämplig ytsträvhet och vara fritt från hinder och ojämnheter. Underlaget måste ha betryggande bärighet, annars krävs skyddsåtgärder. Hål, öppning och liknande där risk för genomtrampning finns ska ha täckning, skyddsräcke eller avspärrning. Vid risk för fall som kan medföra drunkning ska fasta stegar eller liknande anordningar finnas för att kunna ta sig upp. Om risk för nedstörtning finns ska säkerhetsbälte med väl förankrad lina finnas. Trappor och stegar ska anordnas och underhållas så att risk för fall motverkas. Om särskild risk för fall uppmärksammas under arbete ska arbetet förändras eller avbrytas och riskområdet ska spärras av tills risken har undanröjts.”
AFS 1981:15	Skydd mot skada genom ras	”Med ras avses dels ras av gods, sten, massor, löst material och liknande, dels ras och vältning av enstaka eller flera föremål och anordningar. Brister i arbetsmiljön som kan bidra till risk för ras ska klargöras. Arbetet ska planeras, ordnas och bedrivas så att olycksfall orsakat av ras förebyggs. Exempel på åtgärder beskrivs i föreskriften. Bland annat ska arbete utförs från skyddad plats. Maskiner och ställningar ska placeras och förankras så att risk för ras motverkas, underlag hårdgörs och förstärks, skydd ska sättas upp. Man ska heller inte lasta för högt eller för tungt.”
AFS 2010:1	Berg- och gruvarbete	”Dessa föreskrifter syftar till att förebygga ohälsa och olycksfall vid berg- och gruvarbete. Innan berg- och gruvarbete påbörjas ska en undersökning och skriftlig riskbedömning utföras. Krav på riskbedömningen framgår av 3 §. Föreskrifterna innehåller allmänna bestämmelser om att bland annat välja arbetsmetoder och utrustning som förebygger olycksfall och ohälsa. Det finns även krav på tillräckliga kunskaper samt på användning av personlig skyddsutrustning. Vidare finns krav på ventilation, fordon, transportvägar, tippställen, utrymning, radonmätning, undsättning och brandskydd i föreskrifterna. Regler finns också för skyddsåtgärder vid borrning i berg, vid hantering av berg samt att bergbesiktning ska göras. Samordningsansvarig ska upprätta ett särskilt dokument som anger målen för samordningen samt de åtgärder och metoder som används för att genomföra den. Föreskrifterna innehåller även allmänna råd.”
AFS 2012:2	Belastningsergonomi	”Denna föreskrift syftar till att arbetsplatser och arbetsuppgifter ordnas och utformas så att risker för hälsofarliga eller onödigt tröttande belastningar förebyggs. Föreskrifterna gäller varje verksamhet där en arbetstagare kan utsättas för belastningar eller andra förhållanden i arbetet som direkt eller indirekt kan påverka rörelseorganen eller stämbanden negativt. Detta gäller inte bara vid tungt kroppsarbete, utan även vid obekväma arbetsställningar och ensidigt upprepat arbete. I bilaga A anges påverkande faktorer vid manuell hantering. Till föreskrifterna finns allmänna råd. I föreskriften finns även modeller som kan användas som checklistor vid bedömning av risk för belastningsbesvär.”

AFS 2009:2	Arbetsplatsens utformning	”Dessa föreskrifter gäller utformningen av i princip alla arbetsplatser, även förbindelseleder och personalutrymmen. Undantag är utformning av arbetsplatser i exempelvis transportmedel. Föreskrifterna innehåller krav på byggnader och anläggningar så att arbetet kan utföras med: – betryggande säkerhet – tillfredsställande dagsljus och anpassad belysning – tillfredsställande luftkvalitet – anpassat termiskt klimat med tillförsel av värme och kyla vid behov. I föreskrifterna finns krav på att, där det är praktiskt möjligt, minska buller. Installationer för vatten och avlopp ska finnas där så behövs och de vara utformade på ett säkert sätt. Inredning och utrustning ska väljas med hänsyn till arbetstagarens förutsättningar. Det finns även krav på att fönster, dörrar och portar ska utformas säkert, liksom transportvägar, gångar, korridorer och trappor. Föreskrifterna innehåller även krav på utformning av varumottag, kajer och ramper, skyddsanordningar och nödutrustning, personalutrymmen samt speciella krav för personalbodar. Krav gällande möjlighet till utrymning av arbetsplatsen finns också.”
AFS 1998:5	Arbete vid bildskärm	Denna föreskrift gäller fysisk utformning, syn- och belysningsförhållanden samt uppläggning och organisation av bildskärmsarbetsplatser. Krav finns också på synundersökning av personal som arbetar vid bildskärm. Visar synundersökning att särskilda glasögon behövs ska arbetsgivaren tillhandahålla sådana.

MILJÖ

1998:808 1 kap.	Miljöbalken, Miljöbalkens mål och tillämpningsområde	”Syftet med lagen är att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer får en hälsosam och god miljö. Kapitlet anger miljöbalkens mål och tillämpningsområde. Vid tillämpning av balkens övriga bestämmelser får de inte strida mot målen och tillämpningsområdena. I kapitlet finns balkens fem ””grundstenar””. Miljöbalken ska tillämpas så att: – människors hälsa och miljö skyddas – värdefulla natur- och kulturmiljöer skyddas – den biologiska mångfalden bevaras – långsiktig god hushållning av mark, vatten och fysisk miljö tryggas – återanvändning, återvinning och hushållning med material, råvaror och energi främjas.”
1998:808 2 kap.	Miljöbalken, Allmänna hänsynsregler m.m.	”Innehåller rättsligt bindande principer och de allmänna hänsynsregler som gäller för all verksamhet som omfattas av miljöbalken. Det finns inga straffbestämmelser knutna till hänsynsreglerna, men de ska beaktas vid bland annat tillståndsprövningar enligt miljöbalken. 1 § Bevisningsregeln: innebär att den som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd (verksamhetsutövaren) är skyldig att visa att hänsynsreglerna i detta kapitel uppfylls. 2 § Kunskapskravet: innebär att verksamhetsutövaren är skyldig att ha den kunskap som behövs för att skydda miljö och hälsa. Gäller generellt för alla verksamheter som omfattas av miljöbalken. 3 § Skyddskravet: den mest grundläggande hänsynsregeln. Innehåller krav på att alla ska utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått som behövs för att förebygga, hindra eller motverka skada eller olägenhet för människors hälsa och miljön. Försiktighetsprincipen gäller, åtgärder ska alltså vidtas så snart det finns skäl att anta att det finns en risk för skada, liksom principen ””polluter pays principen”” som innebär att förorenaren ska betala. Bästa möjliga teknik som finns tillgänglig i en bransch ska användas.

1998:808 2 kap.	Miljöbalken, Allmänna hänsynsregler m.m.	FORTS. FRÅN FÖREGÅENDE SIDA 4 § Produktvalskravet: alla ska undvika att använda miljö- eller hälsofarliga kemiska produkter eller varor som kan ersättas med mindre miljö- eller hälsofarliga varianter. 5 § Hushållnings- och kretsloppskravet: alla ska hushålla med råvaror och energi, främja återanvändning och återvinning. I första hand ska förnyelsebara energikällor användas. Kravet innebär att hushållnings- och återvinningsfrågor kan tas upp både vid tillståndsprövningar och i samband med tillsyn. 6 § Lokaliseringskravet: lämplig plats ska väljas med hänsyn till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön. Den bästa platsen ska väljas. Vid prövning enligt 7, 9, 11, 12 och 17 kap. ska 3 och 4 kap. tillämpas endast i de fall som gäller ändrad användning av mark- eller vattenområden. Tillstånd eller dispens får inte strida mot detaljplan eller områdesbestämmelser. 7 § Skälighetsregeln: innebär att hänsynskraven i 2-5 §§ och 6 § första stycket bara gäller om det inte är orimligt att uppfylla dem. Vid denna bedömning ska man särskilt jämföra nyttan av skyddsåtgärderna med kostnaderna. Men avvägningen får inte innebära att en miljökvalitetsnorm överskrids (jämför kap 5). 8 § Efterbehandlingskravet: innebär att den som bedriver en verksamhet eller vidtar en åtgärd som gör att det uppstår en miljöskada är ansvarig för att avhjälpa skadan. Närmare bestämmelser om hur ansvaret fördelas finns i 10 kap. 9 och 10 §§ Stoppregeln: innebär att om det kan uppstå skador och olägenheter av väsentlig betydelse, trots att hänsynsreglerna i 2–6 §§ beaktats, får verksamheten bedrivas endast om regeringen bedömer att det finns särskilda skäl. Om många människor får sina levnadsförhållanden försämrade eller om miljön försämras avsevärt innebär det dock absolut stopp för verksamheten.”
1998:808 15 kap.	Miljöbalken, Avfall och producentansvar	”Innehåller bestämmelser om hantering av avfall och bestämmelser om producentansvar. Med avfall avses varje föremål eller ämne som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med. (Denna definition av avfall överensstämmer med vad som gäller inom EU.) Producentansvaret innebär att producenter som yrkesmässigt tillverkar, för in till Sverige eller säljer varor eller förpackningar är skyldiga att se till att avfallet samlas in, transporteras bort, återvinns eller återanvänds på ett hälso- och miljömässigt godtagbart sätt. Regeringen meddelar bestämmelser om vilka varor eller förpackningar det gäller. Varje kommun är skyldig att se till att hushållsavfall transporteras till en behandlingsanläggning och återvinns eller bortskaffas. Kommunen ska ha en renhållningsordning. Renhållningsordningen innehåller föreskrifter om hanteringen av avfall och en avfallsplan. Bestämmelser finns om hur en renhållningsordning ska upprättas och vad den ska innehålla (11-16 §§). Kapitlet innehåller också föreskrifter om hantering av avfall. Avfall som ska transporteras bort genom kommunens eller en producents försorg får inte bortskaffas eller återvinnas av fastighetsägaren. Kommunen får dock medge undantag från detta.

1998:808 15 kap.	Miljöbalken, Avfall och producentansvar	FORTS. FRÅN FÖREGÅENDE SIDA Regeringen får meddela föreskrifter beträffande bl.a. – att ett visst slag av avfall skall förvaras och transporteras bort skilt från annat avfall – förbud mot deponering av brännbart och organiskt avfall – demontering av skrotbilar – behandling av elavfall – transport av avfall – skyldighet att lämna uppgifter om avfall –tillstånds- och anmälningsplikt Kapitlet innehåller även förbud mot nedskräpning och förbud mot dumpning av avfall i havet. Tillstånd till deponering av avfall får endast meddelas om verksamhetsutövaren ställer ekonomisk säkerhet eller vidtar annan åtgärd för säkerställande av de skyldigheter som gäller för deponeringsverksamheten. Verksamhetsutövaren ska ta betalt för alla kostnader som rör avfallsdeponin.”
Kommunal RO	Renhållningsordning	För varje kommun ska det finnas en renhållningsordning som innehåller de föreskrifter om hantering av avfall som gäller för kommunen och en avfallsplan. I bestämmelserna om hantering av avfall får kommunen föreskriva särskilda regler som ska gälla inom kommunen. Renhållningsordningen ska antas av kommunfullmäktige.
Kommunal HSF	Hälsoskyddsföreskrifter	Hälsoskyddsföreskrifterna är kommunala bestämmelser om hälsoskyddsfrågor i respektive kommun. Ofta finns bestämmelser om exempelvis djurhållning, tomgångskörning av fordon och skydd av vattentäkter.

FARLIGA ÄMNEN

1998:808 14 kap.	Miljöbalken, Kemiska produkter och biotekniska organismer	”Kapitlet innehåller bland annat regler om användning och försäljning av kemiska produkter och biotekniska organismer. En kemisk produkt är ett kemiskt ämne eller en beredning av kemiska ämnen. Det ska dock inte vara fråga om en vara. En bioteknisk organism är en produkt, till exempel ett bekämpningsmedel, som består av levande organismer som exempelvis bakterier. Reglerna i detta kapitel gäller parallellt med EG:s kemikalieförordning Reach (Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006 av den 18 december 2006 om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier). Alla kemiska produkter som tillverkas eller importeras måste registreras i Kemikalieinspektionens produktregister. Ett kemiskt eller biologiskt bekämpningsmedel måste vara godkänt för att få säljas, användas eller importeras. Det finns även en del regler kring reklam för biocidprodukter och beredningar av kemiska ämnen i kapitlet. Produktvalsprincipen i 2 kap. 4 § miljöbalken är en viktig hänsynsregel när det gäller kemikalier. Till kapitlet finns förordningen (2008:245) om kemiska produkter och biotekniska organismer samt en rad förordningar och föreskrift med mer detaljerad information.”

2007:846	Förordning om fluorerade växthusgaser och ozonnedbrytande ämnen	”I förordningen samlas de svenska reglerna om f-gaser och om ozonnedbrytande ämnen. Den svenska förordningen kompletterar EU:s f-gasförordning (Europarlamentets och rådets förordning (EG) nr 842/2006 om vissa fluorerade växthusgaser) och reglerar enbart sådant som inte finns i EU-förordningen. För att se exakt vilka bestämmelser som gäller måsta man titta både i den svenska förordningen och i EU:s förordning. En del regler som tidigare fanns i Naturvårdsverkets köldmediekungörelse återfinns nu enbart i EU:s f-gasförordning. Det gäller bland annat reglerna om kontroll och journalföring och om omhändertagande/återvinning. Den svenska förordningen reglerar i huvudsak, förutom förbud mot ozonnedbrytande ämnen: – skötselinstruktioner (22§) – läckagekontroll vid installation och ingrepp (23§) – leverans och återtagande av köldmedium (27§) – information och rapportering (28-30§§) – kompetenskrav på företag och personal (31-39§§)”
AFS 2011:19	Kemiska arbetsmiljörisker Föreskriften ersätter AFS 2005:18 Härdplaster 2015-06-01	”Syftet med dessa föreskrifter är att fastställa hur ohälsa och olycksfall orsakade av kemiska riskkällor ska förebyggas. Med kemiska riskkällor avses kemiska ämnen som kan medföra ohälsa eller olycksfall genom sina hälsofarliga egenskaper, sina egenskaper beroende på användningsområde eller förekomst, sin temperatur, att minska halten syrgas i luften eller öka risken för brand, explosion eller annan farlig kemisk reaktion. Undersökning och riskbedömning ska ske av de kemiska riskkällor som förekommer. Resultatet ska dokumenteras enligt kraven i föreskriften och bedömningen ska leda till beslut om vilka åtgärder som ska vidtas för att begränsa riskerna. Det finns även krav på skriftliga rutiner och instruktioner, beredskapsplan samt information till arbetstagare. Föreskrifterna innehåller detaljerade bestämmelser om vad arbetsgivaren ska göra för att minska riskerna med kemiska riskkällor. Här finns bland annat krav på märkning, förvaring, organiska lösningsmedel, åtgärder vid exponering, samt bestämmelser hur man ska arbeta förebyggande. Det finns även särskilda krav för cancerframkallande, mutagena och reproduktionsstörande kemiska produkter, samt krav på förbud och tillstånd för vissa ämnen. För vissa kemiska ämnen finns det krav på periodiska mätningar. Bilagan listar ämnen som inte får hanteras samt ämnen som kräver tillstånd. Till föreskrifterna hör Allmänna råd.”
AFS 2011:18	Hygieniska gränsvärden	”Föreskriftens syfte är att förebygga ohälsa till följd av exponering för de ämnen som finns listade i föreskrifterna. Halten av luftföroreningar i inandningsluften ska vara godtagbar med hänsyn till de gränsvärden som är upptagna i gränsvärdeslistan (bilaga 1 till dessa föreskrifter). Att halten är godtagbar kontrolleras genom en bedömning av exponeringen eller, vid behov, genom mätning. Hur halten av luftföroreningar ska mätas framgår av föreskrifterna och resultatet ska dokumenteras i en mätrapport. Mätrapporten måste alltid innehålla de uppgifter som anges i bilaga 2. Bilagorna innehåller: – gränsvärdeslista – uppgifter som ska redovisas i en mätrapport, – exempel på beräkning av tidsvägt medelvärde och hygienisk effekt – CAS-nummerindex. Föreskrifterna innehåller även Allmänna råd.”

AFS 2005:6	Medicinska kontroller i arbetslivet	”Generella regler om medicinska kontroller innebär att om en riskbedömning enligt AV: s föreskrifter om systematiskt arbetsmiljöarbete visar att det är motiverat att genomföra medicinska kontroller av arbetstagarna ska sådana kontroller erbjudas av arbetsgivaren. Oavsett riskbedömning ska arbetsgivaren ordna med medicinska kontroller av arbetstagarna vid arbete som innebär exponering för bly och kadmium samt fibrosframkallande damm såsom asbest, kvarts och vissa syntetiska oorganiska fibrer plus härdplaster. Samma sak vid arbete som innebär stor fysisk påfrestning: höjdarbete i master och stolpar, rök- och kemdykning samt dykeriarbete. För vissa arbeten ska de medicinska kontrollerna resultera i en tjänstbarhetsbedömning. Oavsett riskbedömning ska arbetsgivaren erbjuda arbetstagarna medicinsk kontroll vid arbete som innebär exponering för vibrationer samt vid nattarbete. Den arbetstagare som genomgått medicinska kontroller ska, förutom resultatet av undersökningen, få den information och de råd som motiveras av undersökningsresultatet, samt få ta del av tjänstbarhetsbedömningen. Arbetsgivaren ska ta del av tjänstbarhetsbedömningen. Den arbetstagare som inte genomgått sådana medicinska kontroller där det ställs krav på tjänstbarhetsbedömning eller som inte bedömts som tjänstbar efter läkarundersökning eller biologisk exponeringskontroll, får arbetsgivaren inte sysselsätta i det arbete som föranlett kontrollerna. Föreskriften innehåller även kompetenskrav för den som ska genomföra läkarundersökningar. Det finns även krav på arbetsgivare att föra register över alla arbetstagare som genomgått medicinsk kontroll samt krav på arbetsgivare att i vissa fall sända in uppgifter om resultat till Arbetsmiljöverket. Följande obligatoriska medicinska kontroller beskrivs i föreskriften: arbete med bly och kadmium, arbete med fibrosframkallande damm: asbest, kvarts och vissa syntetiska oorganiska fibrer, arbete med härdplaster, arbeten som innebär stor fysisk påfrestning: höjdarbete i master och stolpar, rök- och kemdykning, dykeriarbete samt arbete med vibrationsexponering och nattarbete.”
AFS 2006:1	Asbest	”Dessa föreskrifter gäller varje verksamhet som medför risk för exponering för asbesthaltigt damm i arbetet. Asbest och asbesthaltigt material får endast hanteras efter tillstånd från Arbetsmiljöinspektionen. Överträdelser av bestämmelserna är kopplade till en sanktionsavgift på 50 000 kronor. Tillstånd behövs dock inte för enstaka rivningar om den totala tidsåtgången understiger en mantimme. Detsamma gäller demontering av asbesthaltiga bromsbelägg och andra friktionsbelägg samt packningar. Alla som hanterar asbest, eller leder arbete med asbest, ska genomgå särskild utbildning som upprepas vart femte år för den som utför rivningsarbete. Arbetsgivaren ordnar medicinska kontroller enligt AFS 2005:6.”
AFS 1997:7	Gaser	”Dessa föreskrifter gäller all verksamhet där gas hanteras. Gäller alla gaser utom luft och avgaser samt reaktionsprodukter som inte omhändertas. Kan vara gasol, syrgas, acetylen, annan svetsgas, giftig gas, kvävgas etcetera. Arbetsgivaren ska göra en riskbedömning och vidta de åtgärder som behövs för en betryggande säkerhet. Den som utför arbetet ska ha tillräckliga kunskaper om gasen och riskerna. Åtgärdsrutiner ska finnas vid risk för explosion. Regler finns för ventilation och syrgashalt i lokaler. Vid arbete med kondenserad gas ska direktkontakt undvikas och personlig skyddsutrustning användas vid behov. Vid hälsofarlig halt på arbetsplats måste mask, andningsapparat eller kemskyddsdräkt användas. Speciella regler finns för arbete på eller i behållare och rörledningar.

AFS 1997:7	Gaser	FORTS. FRÅN FÖREGÅENDE SIDA Regler finns också för fyllning eller tömning av kondenserad gas i tankvagnar, tankbilar eller behållare. Gasflaskor ska lagras utomhus eller i väl ventilerade utrymmen. Lagring av gas i annan behållare ska ske på iordningställd plats. Hälsofarlig gas utomhus ska lagras inhägnat. Brandskyddsutrustning ska finnas om brand kan uppkomma. Besiktning och fortlöpande tillsyn av systemen krävs.”
AFS 2001:4	Gasflaskor	Syftet med denna föreskrift är främst att förhindra skador på grund av sönder-sprängning eller läckage från gasflaskor. I föreskriften finns krav för fyllning, förvaring och användning samt återkommande kontroll. Krav finns även på utrustning som används tillsammans med gasflaskor.
AFS 2007:1	Sprängarbete	”Dessa föreskrifter gäller arbete där sprängämnen, krut, tändmedel eller gasgenererande kompositioner används. Föreskrifterna innehåller bestämmelser om att sprängarbete ska riskbedömas, planeras och utföras så att arbetsskada förebyggs. En plan över sprängarbetet upprättas för varje objekt. Sprängarbas måste finnas vid allt sprängarbete och denne ska se till att arbetet utförs yrkesmässigt och enligt givna instruktioner. Arbetsgivaren säkerställer att sprängarbasen har dokumenterad teoretisk kunskap om sprängning samt minst ett års erfarenhet. Vidare finns krav vid hantering av explosiv vara, detaljerade regler för laddarbete och arbete med laddutrustningar för ANFO- och emulsionssprängämnen samt initiering av och utrustning för initiering av sprängsalvor. Regler finns även för verktyg för sönderdelning av skut och betong, för täckning av sprängobjekt, för utrymning och bevakning av sprängplats samt för återvändande till sprängplats.”
MSBFS 2010:4	Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om vilka varor som ska anses utgöra brandfarliga eller explosiva varor	”Föreskrift till förordningen (2010:1075) om brandfarliga och explosiva varor. I föreskrifterna framgår det vilka varor som utgör brandfarliga eller explosiva varor. I kapitel 2 definieras brandfarliga gaser, brandfarliga vätskor samt brandreaktiva varor. I kapitel 3 definieras bland annat explosiva ämnen och blandningar samt explosiva föremål. Av kapitel 4 framgår det att Myndigheten för samhällsskydd och beredskap får medge undantag från bestämmelserna.”
MSBFS 2013:3	Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om tillstånd vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor	”Föreskrift till lagen (2010:1011) och förordningen (2010:1075) om brandfarliga och explosiva varor. Tillstånd krävs för att hantera brandfarliga gaser och vätskor vid hantering av mängder över en viss gräns. Dessa föreskrifter anger vilken hantering som är undantagen tillståndsplikt, det framgår i 2 kap 1-4 §§. Bland annat undantas brandfarliga gaser och vätskor som används i fordons bränslesystem från tillståndsplikt. Tillstånd behövs inte heller för brandfarliga vätskor som används som köldbärare i värmepumpanläggningar med kollektorer i berg, mark eller sjö, för en- eller tvåbostadshus. Frågor om tillståndsplikt hanteras av tillståndsmyndigheten i den kommun där hanteringen ska bedrivas.”

SÄIFS 1998:7	Sprängämnesinspektionens föreskrifter om brandfarlig gas i lös behållare	”Bestämmelser om konstruktion och hantering av lösa behållare för brandfarlig gas med tillbehör, samt aerosolbehållare där vätskan är brandfarlig. Bestämmelserna gäller också fyllning, placering och förvaring av behållarna. Lös behållare med tillhörande delar ska med hänsyn till material, konstruktion, utförande och utrustning erbjuda betryggande skydd mot brand och explosion. Behållare hanteras så att obehöriga hindras från att komma åt anordningar till dem. Antändbart material får inte finnas i farlig mängd där brandfarlig gas hanteras. Till föreskriften hör även allmänna råd, vilka i Miljöguiden finns direkt efter författningstexten.”
SÄIFS 2000:2	Sprängämnesinspektionens föreskrifter och allmänna råd om hantering av brandfarliga vätskor	”Den som yrkesmässigt hanterar brandfarliga vätskor ska se till att det finns en riskutredning (3 kapitlet). Bestämmelserna omfattar vidare grundläggande bestämmelser kring hantering av brandfarliga vätskor (kapitel 4), krav på lösa behållare, bergrum, cisternrum (kapitel 5). Föreskrifterna innehåller också bestämmelser om förvaring av brandfarliga vätskor (kapitel 6), avstånd till andra cisterner och skyddsobjekt (kapitel 7), skydd mot spill och läckage (kapitel 8) samt fyllning och tömning av cisterner och lösa behållare (kapitel 9). Till föreskrifterna finns allmänna råd, som i Miljöguiden följer efter författningstexten.”
AFS 2005:1	Mikrobiologiska arbetsmiljörisker - smitta, toxinpåverkan, överkänslighet	”Föreskriften gäller verksamhet där det finns risk för att smittämnen eller andra biologiska agens orsakar ohälsa eller olycksfall i arbetet. Definitionen på biologiska agens (påverkande faktorer) är a) mikroorganismer, b) cellkulturer, c) lägre förökningsbara enheter däribland virus och prioner, d) humana invärtesparasiter, e) beståndsdelar av eller substanser producerade av agens enligt a) till d). Arbetsgivaren ska enligt bilaga 1 göra en riskbedömning där riskidentifiering, exponeringens art, där klassificering enligt bilaga 2 A med förteckning över biologiska agens i bilaga 2 B ska användas, samt mätning/bestämning genom provtagning och analys ska ingå vid behov. Resultatet av riskbedömningen dokumenteras skriftligt. Arbetet planeras, organiseras och bedrivs så att biologiska agens elimineras eller reduceras till en tillräckligt låg nivå för att inte orsaka ohälsa eller olycksfall. Särskilda regler finns om lokaler, inredning och utrustning, för dekontaminering, personlig hygien och personlig skyddsutrustning samt medicinska förebyggande åtgärder och kontroller. Arbetsgivaren ska se till att den som leder arbetet och alla arbetstagare har lämplig utbildning och tillräckliga kunskaper om de biologiska agens som förekommer i verksamheten. Aktuella hanterings- och skyddsinstruktioner ska finnas. Regler finns även för åtgärder och rapportering vid ohälsa och oönskade händelser. Ytterligare bestämmelser finns för arbete med smittrisk samt för laboratorier samt användning av biologiska agens på djur och i storskaliga processer. Här ingår bland annat regler om god hygienisk arbetsmiljöpraxis (22 §), god mikrobiologisk praxis (24 §), skyddsåtgärder (bilaga 3 C) samt regler om anmälan och tillstånd från Arbetsmiljöverket (bilaga 4 och 5).”

AFS 1999:3	Byggnads- och anläggningsarbete	”Dessa föreskrifter gäller planering och utförande av byggnads- eller anläggningsarbete samt att projekteringen ska beakta arbetsmiljön under byggskedet. Beställaren ska se till att projekteringen samordnas så att samtidigt utförande av olika entreprenader inte medför ökad risk för ohälsa och olycksfall. Det åligger beställaren att ta fram dokumentation över objektets konstruktion, utformning och de byggprodukter som använts i den mån de har betydelse för säkerhet och hälsa vid drift, underhåll och service av objektet. Förhandsanmälan ska göras till Arbetsmiljöverket innan arbetet påbörjas om arbetet beräknas pågå under längre tid än 30 arbetsdagar och där mer än 20 personer vid något tillfälle sysselsätts samtidigt, eller det totala antalet persondagar beräknas överstiga 500. Beställaren ska se till att en arbetsmiljöplan upprättas innan etablering sker. Denna ska innehålla beskrivning av hur arbetsmiljöarbetet organiseras, de regler som tillämpas samt särskilda åtgärder för vissa i föreskriften angivna risker om dessa kan tänkas förekomma. Samordningsansvarig ska se till att arbetsmiljöplanen finns uppdaterad och tillgänglig vid etablering. I samordningsansvarigs uppgifter ingår också att se till att förhandsanmälan finns anslagen och uppdaterad, vara mottagare av riskanalyser och ansvara för att kontroll av tekniska anordningar sker. I bilaga anges de uppgifter som en förhandsanmälan till Yrkesinspektionen måste innehålla. Risker ska belysas så tidigt som möjligt. Alla arbetsplatser ska kunna utrymmas säkert, med belysning om så krävs. Personal som kan utföra första hjälpen ska alltid kunna tillkallas. Uppkomst och spridning av brand ska förebyggas, brandredskap och vid behov branddetektorer och alarmsystem ska finnas. Dörrar, portar, fönster och väggar ska utformas på ett sådant sätt att de inte innebär risk för olycksfall liksom förbindelseleder som lastkajer, trappor, stegar och leder för motorfordon. Kravet på samtliga arbetsplatser är tillräcklig belysning för att undvika risk för olycksfall. Arbetsmetoder och utrustning väljs så att olycksfall motverkas. Information och instruktioner ska lämnas till arbetstagarna i tillräcklig omfattning. Utrustning och installationer kontrolleras innan drifttagandet. Transporter av material ska ske på ett säkert sätt liksom hantering av avfall. Andra punkter att beakta är lagring av material, risk för fall, klimat och luftkvalitet, särskilda riskområden, personlig skyddsutrustning, markarbete, fångdammar och kassuner, passerande fordonstrafik, takarbete samt skyddsnät.”
1998:808 7 kap.	Miljöbalken, Skydd av områden	”Syftet med lagen är att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer får en hälsosam och god miljö. Kapitlet innehåller bestämmelser om allemansrätten samt inrättande av nationalpark, natur- och kulturreservat, naturminne och olika typer av skyddsområden, däribland strandskyddsområde, miljöskyddsområde, vattenskyddsområde och biotopskyddsområde. Strandskydd råder vid havet och vid insjöar och vattendrag. Strandskyddet omfattar land- och vattenområdet intill hundra meter från strandlinjen och ska trygga förutsättningarna för allmänhetens friluftsliv och bevara goda livsvillkor för djur- och växtlivet. I 13-18 §§ finns bestämmelser om vilka regler som gäller inom strandskyddsområde samt vilka möjligheter det finns att få dispens. När en fråga har väckts om att ett område ska skyddas som naturreservat, kulturreservat, naturminne eller vattenskyddsområde får länsstyrelsen eller kommunen meddela förbud mot att det vidtas sådana åtgärder i området som motverkar syftet med det planerade skyddet, ett så kallat interimistiskt förbud (24 §). Det kan krävas tillstånd för att bedriva verksamhet eller göra åtgärder inom ett skyddsområde för vilda fåglar, livsmiljöer, vilda djur eller växter (28 a §). Tillstånd lämnas av länsstyrelsen.”

1998:808 8 kap.	Miljöbalken, Särskilda bestämmelser om skydd för djur och växtarter	Djur- och växtarter kan fridlysas med stöd av bestämmelserna i kapitlet. Det finns restriktioner för handel, in- och utförsel med mera av djur och växtarter. Föreskrifter om förbud mot att bland annat döda, skada eller fånga vilt levande djur får meddelas, liksom förbud mot att sätta ut exemplar av djur- eller växtarter i naturen.
1998:808 22 kap.	Miljöbalken, Förfarande vid mark- och miljödomstolarna i ansökningsmål	”I 1 § anges hur en ansökan om tillstånd enligt miljöbalken ska vara utformad. Ansökan ska vara skriftlig och innehålla: – ritningar och tekniska beskrivningar – uppgifter om utsläppskällor, mängder med mera – förslag till åtgärder för att förebygga uppkomsten av avfall – miljökonsekvensbeskrivning – förslag till skyddsåtgärder eller andra försiktighetsmått – uppgifter för att kunna bedöma om hänsynsreglerna i 2 kap iakttas – förslag till övervakning och kontroll – säkerhetsrapport i de fall det finns skyldighet att upprätta en sådan enligt lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor – en icke-teknisk sammanfattning av uppgifterna ovan. Dessutom anges vad en ansökan om tillstånd till vattenverksamhet ska innehålla för ytterligare uppgifter. Om ansökan tas upp till prövning så utfärdar miljödomstolen en kungörelse i ärendet. Naturvårdsverket, Kammarkollegiet, Statens räddningsverk och länsstyrelsen ska, när det behövs, yttra sig i målet för att tillvarata miljöintressen och allmänna intressen. Kommunen får yttra sig när det gäller miljöintressen och andra allmänna intressen inom kommunen. I 11-24 §§ anges sedan hur förberedelser för och hur förhandlingar i miljödomstolen ska ske. I 25 § anges hur ett tillstånd enligt miljöbalken ska utformas, alltså vad en dom som ger tillstånd till en verksamhet ska innehålla som till exempel följande: – eventuell tidsbegränsning av tillståndet – skyldighet att betala ersättning eller utföra skadeförebyggande åtgärder – de villkor som ska gälla. Miljödomstolen får enligt 25 § överlåta åt tillsynsmyndigheten att fastställa villkor av mindre betydelse. I 25 a § anges dessutom vad ett tillstånd att bedriva verksamhet med deponering av avfall alltid ska innehålla. Enligt 26 § finns det möjlighet att få igångsättningsmedgivande för att påbörja vissa arbeten innan slutligt beslut meddelats. Enligt 27 § kan en prövotid föreskrivas för frågor som inte kan avgöras när tillståndet lämnas. Provisoriska föreskrifter får meddelas. Den uppskjutna frågan ska avgöras så snart som möjligt. Verkställighetsförordnande, att tillståndet får tas i anspråk även fast det inte vunnit laga kraft, kan meddelas enligt 28 §.”
1988:950	Kulturmiljölag	”Syftet med lagen är att tillförsäkra nuvarande och kommande generationer tillgång till en mångfald av kulturmiljöer. Lagen gäller bestämmelser om fornminnen, byggnadsminnen och kyrkliga kulturminnen samt om utförsel av kulturföremål ur landet. Fasta fornlämningar är skyddade enligt lagen. Det är förbjudet att utan tillstånd rubba, ta bort, gräva ut, täcka över eller genom bebyggelse, plantering eller på annat sätt ändra eller skada en fast fornlämning. Den som avser att uppföra en byggnad eller en anläggning bör i god tid ta reda på om någon fast fornlämning kan beröras av ingreppet och i så fall snarast samråda med länsstyrelsen. Om en fornlämning påträffas under grävning eller annat arbete, ska arbetet omedelbart avbrytas. Den som leder arbetet anmäler omedelbart förhållandet till länsstyrelsen.

1988:950	Kulturmiljölag	FORTS. FRÅN FÖREGÅENDE SIDA Om det behövs en särskild utredning för att ta reda på om en fast fornlämning berörs av ett planerat arbetsföretag ska kostnaden för utredningen betalas av företagaren. Beslut om särskild utredning fattas av länsstyrelsen. I lagen finns även bestämmelser om byggnadsminnen, kyrkliga kulturminnen och skydd mot utförsel av vissa äldre kulturföremål och om återlämnande av olagligt bortförda kulturföremål.”
2010:900	Plan- och bygglag	”Syftet med lagen är att, med hänsyn till den enskilda människans frihet, främja en samhällsutveckling med jämlika och goda sociala levnadsförhållanden samt en god och långsiktig hållbar livsmiljö för människorna i dagens samhälle och för kommande generationer. Plan- och bygglagen (PBL) reglerar användningen av mark och vatten samt utformning av byggnader och anläggningar. Lagen innehåller bestämmelser om översiktsplan, detaljplan, bygglov, rivningslov, marklov med mera. I lagen finns krav på byggnadsverk, byggprodukter, tomter och allmänna platser. Lagen beskriver när det krävs marklov för exempelvis trädfällning och schaktning eller fyllning som medför att höjdläget för tomter eller mark för allmän plats ändras avsevärt. I lagen står även att det krävs bygglov för skyltar och ljusanordningar. Se vidare plan- och byggförordningen (2011:338). Ansökningar om bygglov, rivningslov, marklov och förhandsbesked prövas av byggnadsnämnden.”
2011:338	Plan- och byggförordning	Förordningen innehåller närmare bestämmelser till plan- och bygglagen. Bestämmelserna omfattar krav på planer, byggnadsverk, byggprodukter, funktions- och säkerhetsåtgärder samt funktionskontroll av ventilationssystem. Vidare finns krav på lov och anmälan, kontrollplaner med mera i förordningen. Regler finns också för tillsyn och vägledning, byggsanktionsavgifter samt bemyndiganden. Här finns ytterligare (till PBL 2010:900) bestämmelser om bygglov, att anmälan ska göras hos byggnadsnämnden samt vad anmälan ska innehålla. Bygglov krävs för att anordna upplag eller materialgårdar. Lagen beskriver även att det i områden som omfattas av en detaljplan krävs bygglov för att sätta upp, flytta eller väsentligt ändra skyltar eller ljusanordningar.
1971:948	Väglag	”Väglagen innehåller bestämmelser som gäller allmän väg. Staten är väghållare för allmänna vägar men en kommun kan vara väghållare inom kommunen. Trafikverket handhar väghållningen åt staten och tillsynen av kommunernas väghållning. Lagen innehåller bestämmelser om väghållning (byggande och drift av vägar). Vidare regleras väghållarens rätt att nyttja mark och annat utrymme som behövs för väg, ordnings- och säkerhetsföreskrifter för exempelvis anslutning av enskild väg till allmän väg eller uppföra byggnader och ersättning till följd av skada från vägbygge. Inom vägområdet har väghållaren rätt att bestämma över markens och utrymmets användning. Inom vägområde krävs tillstånd från väghållningsmyndigheten bland annat för att dra elektriska ledningar, vatten ledningar och andra ledningar samt utföra arbeten på redan dragen ledning. Om det på grund av inträffad skada krävs skyndsam reparation av ledning som har dragits inom ett vägområde får arbetet påbörjas utan tillstånd eller anmälan. Ledningsägare ska i så fall snarast underrätta väghållningsmyndigheten om arbetet. I samband med byggande och drift av väg ska allmänna intressen som miljöskydd, naturvård och kulturmiljö beaktas. Vid byggande av ny väg ska en förstudie genomföras och en arbetsplan upprättas. I dessa ska miljöfrågor beaktas och en miljökonsekvensbeskrivning upprättas. Ett samråds- och MKB-förfarande liknande det vid tillståndsprövning enligt miljöbalken genomförs.”

2012:707	Vägförordning	”Förordningen innehåller bestämmelser kopplat till väglagen (1971:948). Bestämmelserna gäller allmän väg, alltså riksväg eller länsväg. De flesta bestämmelserna är kopplade till byggande av väg, till exempel samråd inför vägbyggen och regler för innehåll, underlag, kungörande, granskning och fastställelse av vägplaner. I förordningen redovisas även vilket förfarande som ska tillämpas vid enskild vägs förändring till allmän väg samt en beskrivning av vilka åtgärder som innefattas i begreppet ””Drift av väg””. Det finns också ordnings- och säkerhetsföreskrifter gällande avspärrning av enskild vägs anslutning till allmän väg samt för väg- och ledningsarbeten eller uppförande av byggnader vid vägområden.”
BVS 585.18	”Trummor och ledningar Geoteknik”	I denna standard anges kraven på utformning, material, utförande och kontroll av markförlagda trummor och rörledningar för vätskor och gaser, samt tvärkanalisation för kabel inom Trafikverkets banområde. Denna standard riktar sig till projektörer samt utförare och ska tillämpas vid utformning samt utförande av markförlagda trummor och ledningar inom Trafikverkets banområde. Standarden avser nyanläggningar.
1973:1144	Ledningsrättslagen	”Syftet med lagen är att ge ledningsägare en sakrättsligt skyddad rätt (ledningsrätt) att dra fram och bibehålla olika slags ledningar över annans mark. Fråga om ledningsrätt prövas vid förrättning. Ledningsrätt omfattar, enligt vad som bestäms vid förrättningen, befogenhet att inom fastigheten vidta de åtgärder som behövs för att dra fram och använda en ledning eller annan anordning. På begäran av ledningsrättshavaren kan förordnas att ledningsrätt ska höra till dennes fastighet eller inskrivna tomträtt. Lagen gäller för ledningar av följande slag: 1. Ledning som ingår i ett elektroniskt kommunikationsnät för allmänt ändamål samt allmän svagströmsledning för signalering, fjärrmanövrering, dataöverföring eller liknande ändamål. 2. Elektrisk starkströmsledning för vilken koncession fordras eller som behövs för sådana ledningar som avses i punkten ovan. 3. Vatten- eller avloppsledning som: a) ingår i en allmän va-anläggning b) förser ett samhälle med vatten eller därifrån bortför avloppsvatten eller annan orenlighet c) gagnar en näringsverksamhet eller kommunikationsanläggning av betydelse för riket eller en viss ort, eller d) medför endast ringa intrång i jämförelse med nyttan och inte tillgodoser endast en enstaka fastighets husbehov. 4. Ledning genom vilken fjärrvärme, olja, gas, koldioxid eller annan råvara eller produkt transporteras från ett produktionsställe, ett upplag eller en lastplats och som: a) tillgodoser ett allmänt behov b) gagnar näringsverksamhet eller kommunikationsanläggning av betydelse för riket eller en viss ort, eller c) medför endast ringa intrång i jämförelse med nyttan.En anordning som ingår i ett elektroniskt kommunikationsnät för allmänt ändamål men som inte utgör en ledning ska vid tillämpningen av denna lag anses som ledning enligt första stycket 1. Lagen gäller även för tunnlar, kulvertar, rör och andra liknande anordningar, om anordningen senare ska användas för att genom den dra fram en sådan ledning som anges i punkt 1 eller 2.”

1993:1617	Ordningslag	Syftet med lagen är främja ordning och säkerhet på allmänna platser såsom vägar, gator, gångbanor, torg, parker, badstränder, idrottsplaner, begravningsplatser, byggnader som används av allmänheten, kollektiva trafikmedel, ämbetsverk, kontor och restauranger. Denna lag innehåller särskilda föreskrifter om allmänna sammankomster och offentliga tillställningar samt föreskrifter om allmän ordning och säkerhet i övrigt dels vid sammankomster och tillställningar, på offentliga platser och vid vissa anläggningar och verksamheter, dels i viss kollektiv persontrafik, dels vid vissa idrottsarrangemang. Lagen säger att den som gräver, schaktar eller utför liknande arbete skall vidta de åtgärder som med hänsyn till platsen för arbetet och övriga omständigheter behövs för att förhindra att personer eller egendom kommer till skada. Lagen beskriver när tillstånd från Polismyndigheten krävs för att använda en offentlig plats på ett sätt som inte stämmer överens med det ändamål som platsen har upplåtits för eller som inte är allmänt vedertaget. Polismyndigheten ska inhämta yttrande från kommunen innan tillstånd ges för att ta i anspråk en offentlig plats. I fråga om allmänna vägar gäller kravet på Polismyndighetens tillstånd endast sådana åtgärder som inte är reglerade i väglagen (1971:948). Lag (2014:590).
Kommunal OF	Ordningsföreskrifter	Ordningsföreskrifterna är kommunala bestämmelser om ordningsfrågor inom respektive kommun. Ofta finns bestämmelser kring bland annat schaktning och grävning, uppställning av containrar, bullrande verksamhet samt lastning och lossning av varor på allmänna platser.
AFS 2008:13	Skyltar och signaler	”Skyltar, märkning och signaler på arbetsstället ska följa kraven i dessa föreskrifter med bilagor. Skyltar, märkning och signaler ska användas när de hälso- och säkerhetsmässiga riskerna inte kan begränsas tillräckligt genom tekniska skyddsåtgärder eller arbetsorganisatoriska åtgärder. Bilaga 1 innehåller allmänna krav för skyltar, märkning och signaler. Bilaga 2 innehåller regler för hur förbudsskyltar, varningsskyltar, påbudsskyltar, nödskyltar samt brandredskapsskyltar ska se ut. Bilaga 3 innehåller regler för märkning av rör och behållare. Bilaga 4 innehåller regler för märkning av brandbekämpningsutrustning. Bilaga 5 innehåller regler för märkning av hinder, farliga områden, samt gång- och transportleder. Bilaga 6 innehåller regler för ljussignaler och genomlysta skyltar. Bilaga 7 innehåller regler för ljudsignaler. Bilaga 8 innehåller regler för muntliga meddelanden. Bilaga 9 innehåller regler för handsignaler. Föreskriften innehåller även allmänna råd.”

BYGGNATION — RÖR

AFS 1999:4	Tryckbärande anordningar	”För tillverkning av tryckbärande anordningar ska de gemensamma europeiska kraven i det så kallade tryckkärlsdirektivet (PED, 97/23/EC) uppfyllas. PED är infört i Sverige genom denna föreskrift, AFS 1994:4 Tryckbärande anordningar. Föreskriften gäller tryckbärande anordningar och aggregat vars angivna högsta tillåtna tryck är högre än 0,5 bar. Förutom allmänna tekniska krav finns regler för bedömning av överensstämmelse och CE-märkning. Föreskrifterna gäller inte till exempel rörledningar avsedda för transport av fluider eller ämnen till eller från en anläggning till lands eller till havs. Undantaget gäller till och med den första respektive från och med den sista avstängningsanordningen inom anläggningen och omfattar även alla anslutna anordningar som är specifikt konstruerade för rörledningen. Undantaget omfattar dock inte sådana tryckbärande anordningar av standardkaraktär som kan finnas i trycksänknings- eller tryckhöjningsstationer. ”
AFS 2005:2	Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar	Föreskriften gäller för konstruktion, tillverkning och uppförande av vissa behållare, rörledningar och anläggningar som inte omfattas av andra i föreskriften specificerade regler. Föreskriften ställer tillverkningskrav på vakuumkärl, cisterner, lågtryckgasbehållare, transportrörledningar och anläggningar med trycksatta anordningar. Regler för klassning beroende på innehåll, volym, tryck och temperatur ingår.

AFS 2008:3	Maskiner	”Föreskrifterna gäller maskiner, utbytbar utrustning, säkerhetskomponenter, lyftredskap, kedjor, kättingar, linor, vävband, avtagbar mekaniska kraftförings-anordningar samt delvis fullbordade maskiner. Föreskrifterna anger vilka krav som ska vara uppfyllda innan en maskin, eller en delvis fullbordad maskin, släpps ut på marknaden eller tas i drift (6-9 §§). Tillvägagångssätt för att bedöma att maskiner och delvis fullbordade maskiner överensstämmer med bestämmelserna i dessa föreskrifter beskrivs i 10-15§§. Det finns även bestämmelser om märkning som inte uppfyller kraven, distribution av maskiner samt straffbestämmelser. Till föreskriften finns 11 bilagor. Dessa innehåller bland annat grundläggande hälso- och säkerhetskrav på konstruktion och tillverkning av maskiner, försäkran samt CE-märkning. Föreskrifterna innehåller allmänna råd.”
AFS 2005:3	Besiktning av trycksatta anordningar	”Föreskriften gäller för besiktning av vissa trycksatta anordningar som inte omfattas av andra i föreskriften specificerade regler. Regler för indelning i besiktningsklasser beroende på innehåll, volym, tryck och temperatur ingår. Ackrediterat organ skall genomföra besiktning (installationsbesiktning, återkommande besiktning samt revisionsbesiktning). Om vissa villkor är uppfyllda kan delar av återkommande besiktning ersättas av egenbesiktning. En ny kontrollform, riskanalysbaserad besiktning, införs, där en kontrollfunktion hos brukaren ska upprätta en systematisk riskanalys med ett besiktningsprogram som ska granskas och bedömas av det ackrediterade organet.”
AFS 2006:8	Provning med över- eller undertryck	”Föreskriften gäller personsäkerhet vid provning med över- eller undertryck. Med provning avses läcksökning, täthetsprovning, tryckprovning eller sprängprovning. Den innehåller krav på kompetens hos provpersonal samt krav på riskbedömning och kontroll av provningsutrustning. Enligt föreskriften får provning med gas över 0,03 bar endast utföras av ett organ som är ackrediterat för uppgiften enligt lagen om teknisk kontroll (1992:1119). Efter 1 juli 2007 utfärdar Arbetsmiljöverket inte några tillstånd för tryckprovning med gas, utan detta krav ersätts med en ackreditering. Arbetsgivare/företag som berörs bör således ansöka om ackreditering som kontrollorgan hos SWEDAC.”

SVETSNING OCH RADIOGRAFERING

AFS 1992:9	Smältsvetsning och termisk skärning	”Föreskrifterna gäller vid smältsvetsning och termisk skärning i metalliska material. Föreskrifterna syftar till att minska risken för ohälsa på grund av inandning av rök och gaser samt ohälsa till följd av optisk strålning och elektrisk ström. Det finns även risk för brännskador och stor brandrisk. Hälsoriskerna finns redovisade i föreskrifternas allmänna råd. I föreskriften ställs ett antal allmänna krav avseende kunskapsnivå hos arbetstagare. Skriftliga hanterings- och skyddsföreskrifter ska finnas. Planering av arbetet måste ske så att exposition för svetsrök undviks med exempelvis ventilationsanordningar som leder svetsröken ut ur lokalen och att brand och explosion ska förebyggas. Släckutrustning ska finnas vid behov. Då särskild brandfara föreligger får svetsning endast utföras av den som har arbetstillstånd. Krav finns också på gasflaskor och gasledningars märkning, täthet och materialkvalitet. Kontroll av luftföroreningar ska ske i lokaler där svetsning och skärning regelmässigt förekommer. Personlig skyddsutrustning som ögonskydd, täckande klädsel som skydd mot hudskador och andningsskydd ska vid behov användas. I bilaga till allmänna rådet ges exempel på svetstillstånd för tillfälligt arbete.”

1988:220	Strålskyddslag	”Syftet med lagen är att människor, djur och miljö ska skyddas mot skadlig verkan av strålning. Lagen gäller såväl joniserande som icke-joniserande strålning. Med joniserande strålning avses bland annat gammastrålning, röntgenstrålning och partikelstrålning. Med icke-joniserande strålning menas optisk strålning, radiofrekvent strålning, lågfrekventa elektriska och magnetiska fält och ultraljud. Lagen innehåller bestämmelser om skyldigheter för den som bedriver verksamhet med strålning eller sysselsätter någon att utföra ett arbete i verksamhet med strålning. Den som bedriver verksamhet med strålning ska de med hänsyn till verksamhetens art och de förhållanden under vilka den bedrivs: 1. Vidta de åtgärder och iaktta de försiktighetsmått som behövs för att hindra eller motverka skada på människor, djur och miljö. 2. Kontrollera och upprätthålla strålskyddet på den plats och i den lokal och övriga utrymmen där strålning förekommer. 3. Väl underhålla tekniska anordningar samt mät- och strålskyddsutrustning som används i verksamheten. Den som bedriver verksamhet med strålning svarar för att de har god kännedom om de förhållanden, villkor och föreskrifter under vilka verksamheten bedrivs samt blir upplyst om de risker som kan vara förenade med verksamheten. De ska förvissa sig om att den som är sysselsatt i verksamheten har den utbildning som behövs och vet vad han ska iaktta för att strålskyddet skall fungera tillfredsställande. Skyldigheterna ovan omfattar även den som utan att bedriva verksamhet med strålning sysselsätter någon för att utföra arbete där sådan verksamhet bedrivs. Skyldigheterna gäller i den utsträckning som det behövs för att skydda den som utför arbetet mot skadlig verkan av strålning. Den som är sysselsatt i verksamhet med strålning, eller utför arbete där sådan verksamhet bedrivs, ska använda de skyddsanordningar och i övrigt vidta de åtgärder som behövs för att strålskyddet ska fungera tillfredsställande.”
AFS 2009:7	Artificiell optisk strålning	”Dessa föreskrifter gäller all verksamhet där artificiell optisk strålning förekommer. Med artificiell optisk strålning avses all optisk strålning som inte kommer från solen och innefattar IR, synligt ljus och UV-strålning. Föreskrifterna innehåller allmänna skyddsföreskrifter om hur arbetet ska planeras, bedrivas och följas upp så att skador från artificiell optisk strålning förebyggs. Risker med artificiell optisk strålning ska bedömas och dokumenteras samt vid behov mätas. Arbetsgivaren säkerställer att de arbetstagare som utsätts för risker på grund av artificiell optisk strålning får all nödvändig information och den utbildning som krävs. Arbetsgivaren ska genomföra de åtgärder som är nödvändiga för att exponeringen inte ska överstiga gränsvärdena som anges i bilaga I och II. Arbetsgivaren ska erbjuda arbetstagaren läkarundersökning om exponering överskridit gränsvärdena eller om arbetstagaren drabbats av en sjukdom som skulle kunna bero på exponering av artificiell optisk strålning. Föreskrifterna innehåller också särskilda bestämmelser för arbete med laser i klass 3 B och 4.”

SSMFS 2008:25	Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om radiografering	”Med radiografering avses avbildande teknisk undersökning av konstruktioner, gods eller material med hjälp av joniserande strålning. Tillståndshavaren ska ha en organisation anpassad till verksamhetens art och omfattning. Organisationen ska vara beskriven i en organisationsplan. Det ska finnas en kompetent arbetsledare och en kontaktperson till Strålsäkerhetsmyndigheten. Vid öppen radiografering ställs krav på en kvalitetshandbok med information om rutiner och beskrivningar. Alla som deltar ska bära en individuell persondosmätare samt instrument som larmar då ett gränsvärde överskrids. Gränsvärden per timme anges i 16 §. Tillvägagångssättet vid öppen radiografering med röntgenstrålkälla och radioaktiv strålkälla beskrivs i 18-23 §§ respektive 24-27§§. Radiografering i slutet utrymme beskrivs i 28-31 §§.”

UPPHANDLING

2007:1092	Lag om upphandling inom områdena vatten, energi, transporter och posttjänster	”Syftet med lagen är att främja konkurrens på lika villkor. Lagen omfattar upphandling inom områdena vatten, energi, transporter och posttjänster, kallad ””försörjningslagen””. Det finns även bestämmelser om offentlig upphandling i lagen (2007:1091) om offentlig upphandling, förkortat LUF, som också kallas ””klassiska lagen””. Grundprinciperna är att offentliga upphandlingar ska ske i konkurrens, vara affärsmässiga och ske på ett objektivt sätt. Lagen är harmoniserad med EG:s direktiv på området. Vid tilldelning av kontrakt kan den upphandlande myndigheten antingen välja det anbud som är mest ekonomiskt fördelaktigt för den upphandlande myndigheten eller det anbud som innehåller det lägsta priset. Vid bedömningen av det ekonomiskt mest fördelaktiga anbudet ska hänsyn tas till olika kriterier som pris, leverans- och genomförandetid, miljöegenskaper och driftskostnader. Myndigheten måste redan vid annonseringen av upphandlingen ange vilken grund för tilldelningen som ska användas.”
2011:1040	Upphandlingsförordning	Förordningen innehåller regler om annonsering vid upphandling och regler om säkerhetsanordningar för utrustning för elektronisk mottagning av handlingar. Det finns också bestämmelser om vad protokoll ska innehålla utöver det som anges i lagen om offentlig upphandling.

KUND

2008:263	Fjärrvärmelag	”Syftet med lagen är att öka kundernas trygghet vid val av fjärrvärme som uppvärmningskälla. Det är främst förhållandet mellan fjärrvärmeföretaget och fjärrvärmekunden som regleras i lagen. Lagen stärker kundens rättigheter och ger fjärrvärmeleverantören ett detaljerat ramverk att följa. I lagen beskrivs fjärrvärmeverksamhet som distribution i rörledningar av hetvatten eller annan värmebärare för uppvärmning, om en obestämd grupp inom ett visst geografiskt område får anslutas till verksamheten. I lagen finns en skyldighet för fjärrvärmeföretag att förhandla med en enskild fjärrvärmekund om vissa avtalsvillkor för fjärrvärme. Konsumenter har också ett skydd mot avbrott i distributionen av fjärrvärme. Lagen beskriver bland annat vilken information kunderna ska ha tillgång till, vilka uppgifter ett avtal om fjärrvärme ska innehålla samt hur mängden levererad värmeenergi mäts och debiteras. Lagen ställer även krav på ekonomisk särredovisning av energibolagens fjärrvärmeverksamhet. ”
2008:526	Fjärrvärmeförordning	Förordning till fjärrvärmelagen (SFS 2008:263). Innehåller bland annat bestämmelser om vilka myndigheter som får utfärda föreskrifter och om tillsyn. I förordningen finns också formkrav för vissa meddelanden till konsument och till socialnämnd.
1992:1514	Lag om måttenheter, mätningar och mätdon	”Syftet med lagen är att uppfylla de förpliktelser som följer av Sveriges medlemskap i Europeiska unionen vid mätningar. Lagen reglerar måttenheter och mätning.”

1994:99	Förordning om vatten- och värmemätare	”Förordningen innehåller krav för mätare. För att en mätare ska få användas krävs att den har genomgått bedömning av överensstämmelse enligt föreskrivna krav. Mätaranvändaren ska med vissa tidsintervall se över alla mätare i drift (mätarrevision).”
2004:752	Lag om skattereduktion för utgifter för byggnadsarbete på bostadshus	Syftet med lagen är att minska svartarbetet och öka arbetsutbudet. ROT-arbete som utförs och betalas berättigar till skattereduktion vid inkomsttaxeringen. Med ROT-arbete menas reparation, underhåll samt om- och tillbyggnad (byggnadsarbete) av småhus, ägarlägenhet eller bostadsrätt. Hyresrätter omfattas däremot inte av reformen. Som byggnadsarbete räknas inte åtgärder som enbart avser service på maskiner och andra inventarier, installationer eller rengöring. I underlaget inräknas inte utgifter för material och utrustning och inte heller värdet av byggnadsarbete som utförts av fastighetsägaren eller innehavaren av privatbostadsrätten. Anslutningsavgiften för fjärrvärme räknas som ett ROT-arbete.
BFS 2011:6	Boverkets byggregler (föreskrifter och allmänna råd)	”Boverkets byggregler innehåller föreskrifter och allmänna råd till plan- och bygglagen (2010:900) samt plan- och byggförordningen (2011:338). Föreskrifterna gäller bland annat då en ny byggnad uppförs, vid tillbyggnation och vid rivningsarbeten. Byggreglerna omfattar bland annat följande områden: – tillgänglighet, bostadsutformning – brandskydd – hygien, hälsa och miljö – luft – bullerskydd – säkerhet vid användning – energihushållning.”

BRAND

2003:778	Lag om skydd mot olyckor	”Lagens syfte är att bereda människors liv och hälsa samt miljön ett med hänsyn till de lokala förhållandena tillfredställande skydd mot olyckor. Lagen innehåller bestämmelser om de åtgärder som stat, kommun och enskilda ska vidta till skydd mot olyckor. Alla som upptäcker en brand eller en olycka är skyldiga att varna dem som är i fara och vid behov tillkalla hjälp (2 kap. 1 §). Den som äger en byggnad eller anläggning är skyldig att förebygga brand och ska se till att det finns utrustning för brandsläckning och livräddning (2 kap. 2 §). Ägare till byggnader där risken för brand eller konsekvenserna av en brand är stora ska lämna en skriftlig redogörelse för brandskyddet till kommunen. Hyresgäster (nyttjanderättshavare) ska lämna underlag för en sådan redogörelse till ägaren (2 kap. 3 §). I 2 kap. 4 § finns bestämmelser om anläggningar med farlig verksamhet där eventuella olyckor kan orsaka stora skador på människor eller miljön. Dessa anläggningar ska ha särskilda resurser i form av personal och utrustning för att kunna göra insatser vid en olycka. Enligt förordningen om skydd mot olyckor ska länsstyrelsen fatta beslut om vilka anläggningar som omfattas av denna bestämmelse. Kommunerna ska ha ett handlingsprogram för förebyggande verksamhet (3 kap. 3 §) respektive handlingsprogram för räddningstjänst (3 kap. 8 §). Programmen ska antas av kommunfullmäktige varje ny mandatperiod. Lagen innehåller även bestämmelser om hur kommunens räddningstjänst ska vara organiserad. Kommunerna är skyldiga att se till att en olycka som har föranlett en räddningsinsats blir undersökt (3 kap. 10 §). Kommunen är ansvarig för brandförebyggande åtgärder som kontroll och sotning, men detta kan även överlåtas på fastighetsägaren eller någon som denne anlitar. Utöver kommunal räddningstjänst finns även statlig räddningstjänst som kan utgöras av exempelvis fjäll-, flyg-, och sjöräddningstjänst (4 kap.). I lagen finns också bestämmelser om bland annat tillsyn, särskilda skyldigheter, ersättningar till enskilda och kommuner samt straff om man inte följer lagens bestämmelser.”

SRVFS 2004:3	Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om systematiskt brandskyddsarbete	”Enligt 2 kap. 2 § lagen (2003:778) om skydd mot olyckor ska ägare eller nyttjanderättshavare till byggnader eller andra anläggningar vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand. För att uppfylla dessa krav bör ett systematiskt och kontinuerligt brandskyddsarbete bedrivas under byggnadens eller anläggningens hela användningstid. I detta arbete ingår att brandskyddet bör dokumenteras. Systematiskt brandskyddsarbete bör bedrivas såväl med avseende på förebyggande åtgärder som på de åtgärder som planeras i händelse av inträffad brand. I de allmänna råden ges rekommendationer för när det kan finnas behov av skriftlig dokumentation av brandskyddet. I en bilaga ges vägledning för vad den skriftliga dokumentationen bör innehålla. Se även SRVFS 2003:10 och SRVFS 2004:4 som innehåller närliggande information.”

Bilaga 3B. Standarder för fjärrvärmebranschen

Nedan visas ett urval av standarder som kan beröra arbeten i fjärrvärmesystem. Listan är grupperad efter den av SIS tekniska kommittéer som arbetat fram dem. Standarder uppdateras kontinuerligt, nya tillkommer och gamla upphävs. Aktuell information om gällande standarder finns på Swedish Standards Institutes webbplats www.sis.se

Standarder för förtillverkade fjärrvärmerör framtagna av SIS/TK 300

SS-EN 253:2009+A2:2015 – Fasta system, rörenhet
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för direkt markförlagd distribution av hetvatten - Rörenhet bestående av raka medierör av stål, värmeisolering av PUR-skum och mantelrör av etenplast

Innehåll: Europastandard som anger krav och provningsmetoder för raka rör av prefabricerade ledningar för fjärrvärmesystem som förläggs i mark, bestående av stålrör från DN 15 till DN 1200, styv polyuretanskumsisolering och ett yttre hölje av polyeten. Ledningen kan också innehålla följande ytterligare element: övervakningssystem, distanser och diffusionsspärrar alt barriär. Denna standard gäller endast isolerade ledningar, för kontinuerlig drift med hett vatten vid olika temperaturer på upp till 120 °C och ibland med en topptemperatur upp till 140 °C. En uppskattning av förväntad termisk livslängd med kontinuerlig drift vid olika temperaturer beskrivs i bilaga B.

SS-EN 448:2015 – Fasta system, rördelsenhet
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för direkt markförlagd distribution av hetvatten - Rördelsenheter (färdiga rördelar) med medierör av stål, värmeisolering av hård polyuretancellplast (PUR) och ytterhölje av etenplast

Innehåll: Europastandard som anger krav och provningsmetoder för rördelar av prefabricerade ledningar för fjärrvärmesystem som förläggs i mark, bestående av stålrör från DN 20 till DN 1200, styv polyuretanskumsisolering och ett yttre hölje av polyeten i enlighet med EN 253. Denna europeiska standard omfattar följande rördelar: böjar, T-stycken, reduktioner, engångskompensatorer och fixeringar. Europastandarden gäller endast isolerade rördelar och engångskompensatorer för kontinuerlig drift med hett vatten vid olika temperaturer enligt EN 253, avsnitt 1. Denna Europastandard gäller för montering av delsystem med ett lägsta beräkningstryck på 16 bar, enligt SS-EN 13941 (Fjärrvärmesystem - Konstruktion och installation). Riktlinjer för kvalitetskontroll finns i bilaga A och rutiner för PE-svetsning finns i bilaga B. Observera att regler för beräkning av laster och påfrestningar inte omfattas av denna standard.

SS-EN 488:2015+A1:2014 – Ventilenhet
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för direkt markförlagd distribution av hetvatten - Ventilenhet bestående av ventil av stål för sammanfogning med medierör av stål, med värmeisolering av PUR-skum och ytterhölje av etenplast

Innehåll: Europastandard som anger krav och provningsmetoder för ventilenheter av prefabricerade värmeisolerade ventiler som består av en stålventil, styvt polyuretanskum isolering och ett yttre hölje av polyeten för användning i fjärrvärmesystem som förläggs i mark med prefabricerade värmeisolerade ledningar enligt EN 253. Denna standard gäller endast isolerade ventilenheter för kontinuerlig drift med hett vatten vid olika temperaturer enligt EN 253: 2009, § 1 och med ett maximalt arbetstryck på 25 bar. Riktlinjer för kvalitetskontroll finns i bilaga A i denna Europastandard. Observera att denna Europastandard gäller för följande ventiltyper: kulventiler, spjäll och spjällventiler. Standarden omfattar däremot inte beräkningsregler för belastningar och påfrestningar eftersom detta är beroende av systemet där den är installerad. Regler för konstruktion och installation finns i EN 13941 (Fjärrvärmesystem - Konstruktion och installation).

SS-EN 489:2009 – Skarvar
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för direkt markförlagd distribution av hetvatten - Skarvar för rörenheter med medierör av stål, värmeisolering av hård polyuretancellplast (PUR-skum) och mantelrör av etenplast (PE)

Innehåll: Europastandard som anger krav för skarvar gjorda under fältförhållanden på ytterhöljet i fjärrvärmenäten. De angivna allmänna kraven gäller även för fältgjorda T-stycken, böjar, reduktioner, ändhuvar, etcetera. Denna standard omfattar skarvning av fjärrvärmeledningar genom smältsvetsning av rörets och skarven ytterhöljen samt värmeisolering med PUR-skumvätska eller prefabricerad PUR-skumisolering. Europastandarden anger metoder för typprovning av kompletta skarvar och PUR-skum för skarvning i laboratoriemiljö. Kraven kan även appliceras på skarvar gjorda på ytterhöljen i fält. Kraven i denna standard strävar efter att uppnå en teknisk livslängd på skarvarna i minst 30 år.

SS-EN 13941:2009+A1:2010 – Konstruktion och installation
Titel: Fjärrvärmesystem - Konstruktion och installation av rörsystem med förisolerade rör med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör

Innehåll: Europastandard som anger regler vid konstruktion, beräkning och installation för prefabricerade fjärrvärmesystem, bestående av ledningar tillverkade enligt EN 253, för kontinuerlig drift med hett vatten vid olika temperaturer på upp till 120 °C och ibland med en topptemperatur upp till 140 °C och med ett maximalt arbetstryck på 25 bar (övertryck).

SS-EN 14419:2009 – Övervakningssystem
Titel: Fjärrvärmerörsystem - Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för direkt markförlagd distribution av hetvatten - Övervakningssystem

Innehåll: Europastandard som anger grundläggande funktionskrav för övervakningssystem för fjärrvärmesystem, särskilda krav för larmtrådar och deras installation i prefabricerade ledningar, ventiler och skarvar, samt montage i fält av dessa larmtrådar i skarvar. Denna standard anger krav för tillverkning av larmtrådarna, för tillverkning av prefabricerade ledningar med larmtrådar och för montering av larmtrådar i fält. Alla krav och rekommendationer som beskrivs i denna standard bygger på erfarenheterna från befintliga övervakningssystem och sin huvudsakliga funktion (jämför Bilaga 3A, Författningar för fjärrvärmebranschen). De särskilda krav som anges i denna standard gäller endast för elektriska trådbaserade övervakningssystem som utgör en integrerad del av de rör, ventiler, rördelar och fogar.

SS-EN 15698-1:2009 – Del 1: Fasta system, twin-ledning med medierör av stål
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för direkt markförlagd distribution av hetvatten - Del 1: Rörenhet bestående av två raka medierör av stål, värmeisolering av hård polyuretancellplast (PUR-skum) och mantelrör av etenplast

Innehåll: Europastandard för twin-ledning anger krav och provningsmetoder för raka längder av prefabricerade värmeisolerade ledningar för fjärrvärmesystem som förläggs i mark, som består av två stålrör från DN 15 till DN 250, styv polyuretanskumisolering och ett yttre hölje av polyeten. Ledningen kan också innehålla ytterligare element i form av övervakningssystem, distanser och diffusionsspärrar alternativt barriär. Denna standard gäller endast isolerade twin-ledningar för kontinuerlig drift med hett vatten vid olika temperaturer på upp till 120 °C och ibland med en topptemperatur upp till 140 °C. Uppskattningen av förväntad termisk livslängd med kontinuerlig drift vid olika temperaturer beskrivs i bilaga B i EN 253.

SS-EN 15698-2:2015 – Del 2: Rördelsenhet för fasta system, twin-ledning med medierör av stål
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för direkt markförlagd distribution av hetvatten - Del 2: Rördelsenheter (färdiga rördelar) och ventilenheter för dubbla medierör av stål, värmeisolering av hård uretancellplast (PUR-skum) och ytterhölje av etenplast

Innehåll: Denna Europastandard anger krav och provningsmetoder för rördelar av förfabricerade värmeisolerade dubbla rör aggregat som består av rördelsenheter av stål och eller ventiler från DN 15 till DN 250, styvt polyuretanskumisolering och ett yttre hölje av polyeten för direkt markförlagd distribution av hetvatten med förisolerade dubbla rör i enlighet med EN 15698 1: 2009.
Denna Europastandard omfattar följande:
-rördelsenheter, som T-stycken, övergångsrör och fixering;
-ventilenheter.
Denna Europastandard gäller endast isolerade rördelsenheter för kontinuerlig drift med hett vatten vid olika temperaturer i enlighet med omfattningen i EN 15698 1: 2009.
Denna Europastandard gäller rör- och ventildetaljer med ett minsta tryck på 16 bar (övertryck) i enlighet med EN 13941.
Riktlinjer för kvalitetskontroll och testning av rördelsenheter anges i EN 448: 2015, bilaga A och EN 15698 1: 2009, bilaga A.
Riktlinjer för kvalitetskontroll och testning av ventilenheter ges i EN 488: 2015, bilaga A och EN 15698 1: 2009, bilaga A.
Rutiner för PE-svetsarbete finns i EN 448: 2015, bilaga B.
ANMÄRKNING: Denna Europastandard inte innehåller inte regler för beräkning av laster och påfrestningar.

SS-EN 15632-1:2009+A1:2014 – Flexibla system, Klassificering, allmänna krav och provning
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade flexibla rörsystem - Del 1: Klassificering, allmänna krav och provning

Innehåll: Europastandard som anger klassificering, allmänna krav och provningsmetoder för flexibla, prefabricerade värmeisolerade ledningar för värmesystem som förläggs i mark. Den är avsedd att användas tillsammans med del 2, 3, 4, och 5. Beroende på typ av rörsystem (se tabell 4), gäller denna europastandard för maximal driftstemperatur av 95 °C till 140 °C och driftstryck på 6 bar till 25 bar. Rörsystemen är utformade för en livstid på 30 år. För rörsystem med medierör av plast gäller respektive temperaturprofiler som definieras i EN 15.632-2 och EN 15.632-3. Observera att ytterligare krav gälla för transport av andra vätskor, till exempel dricksvatten.

SS-EN 15632-2:2010+A1:2014 – Sekundära flexibla system med fast förband mellan isolering och medierör, krav och provning
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade flexibla rörsystem - Del 2: Medierör av plast med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör - Krav och provning

Innehåll: Europastandard som anger krav och provningsmetoder för flexibla, prefabricerade värmeisolerade ledningar för värmesystem som förläggs i mark med medierör av plast och bindning mellan skikten i rören. Denna Europastandard gäller för maximal driftstemperatur av 95 °C och maximala arbetstryck upp till 10 bar för en design livslängd på minst 30 år. Denna Europastandard omfattar inte övervakningssystem. Observera att ytterligare krav och tester krävs för högre temperaturer eller för transport av andra fluider som till exempel dricksvatten. Sådana krav anges inte i denna Europastandard.

SS-EN 15632-3:2010+A1:2015 – Sekundära flexibla system utan fast förband mellan isolering och medierör, krav och provning
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade flexibla rörsystem - Del 3: Medierör av plast utan fast förband mellan värmeisolering och medierör - Krav och provning

Innehåll: Europastandard som anger krav och provningsmetoder för flexibla, prefabricerade värmeisolerade ledningar för värmesystem som förläggs i mark med medierör av plast och ingen bindning mellan skikten i rören. Denna Europastandard gäller för maximal driftstemperatur av 95 °C och maximala arbetstryck upp till 10 bar för en designad livslängd på minst 30 år. Denna standard omfattar inte övervakningssystem. Observera att ytterligare krav och tester krävs för högre temperaturer eller för transport av andra fluider, till exempel dricksvatten. Sådana krav anges inte i denna Europastandard.

SS-EN 15632-4:2009 – Flexibla system med fast förband mellan isolering och medierör, krav och provning
Titel: Fjärrvärmesystem - Förisolerade flexibla rörsystem - Del 4: Medierör av metall med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör; krav och provning

Innehåll: Europastandard som anger krav och provningsmetoder för flexibla, prefabricerade värmeisolerade ledningar för värmesystem som förläggs i mark med medierör av metall med bindning mellan skikten i rören, värmeisolering av PUR-skum och mantelrör av etenplast. Denna Europastandard gäller för maximal driftstemperatur av 140 °C och maximala arbetstryck upp till 25 bar för en designad livslängd på minst 30 år. Observera att ytterligare krav och tester krävs för högre temperaturer eller för transport av andra fluider, till exempel dricksvatten. Sådana krav anges inte i denna Europastandard.

Standarder för Konstruktion, tillverkning och kontroll av tryckbärande anordningar framtagna av SIS/TK 298

SS-EN 13480-1:2012+C3:2014 – Industriella rörledningar av metalliska material - Del 1: Allmänt
Harmoniserad standard mot direktiv EU 97/23/EG, se SS-EN 13 480:5 kontroll och provning bilaga ZA. Se bilaga 4.

Europastandard som specificerar krav för industriella rörledningssystem och stöd, inklusive säkerhetssystem, tillverkade av metalliska material (men inledningsvis begränsad till stål) med avseende på säker drift.

Denna standard är tillämpbar på metalliska rörledningar ovan jord, i trumma eller nedgrävda, oberoende av tryck.

SS-EN 13480-2:2012+C3:2014 – Industriella rörledningar av metalliska material - Del 2: Material
Dokument som anger kraven för val, kontroll, provning och märkning av metalliska material för tillverkning av industriella rörledningar.

SS-EN 13480-3:2012+C3:2014 – Industriella rörledningar av metalliska material - Del 3: Konstruktion och beräkning
Denna del av Europastandarden specificerar konstruktion och beräkning av industriella metalliska rörledningssystem, inklusive stöd, som täcks av EN 13480.

SS-EN 13480-4:2012+C3:2014 – Industriella rörledningar av metalliska material - Del 4: Tillverkning och installation
Denna del av Europastandarden specificerar kraven för tillverkning och installation av rörledningssystem, inklusive stöd, som konstruerats enligt EN 13480-3:2012.

SS-EN 13480-5:2012+C3:2014 – Industriella rörledningar av metalliska material - Del 5: Kontroll och provning
Denna del av Europastandarden anger kraven för den kontroll och provning av industriella rörledningar, som definieras i EN 13480-1:2012, och som ska utföras på individuella spools*) eller rörledningssystem, inklusive stöd, konstruerade enligt EN 13480-3:2012 och prEN 13480-6:2012 (i förekommande fall), och tillverkade och installerade enligt EN 13480-4:2012.

**) Spool är ett prefabricerat delmontage av komponenter som utgör del av ett rörsystem.*

Standarder för Allmänna leveransbestämmelser för metallprodukter framtagna av SIS/TK 120

SS-EN 10204:2005 – Metalliska varor - Typer av kontrolldokument
Standarden beskriver kontrolldokument för handel med metallprodukter där tillverkaren bekräftar att leveransen uppfyller kraven i beställningen. Dessutom anges leveransdata som märkning och mängd. Köparen kan begära dokument på högre nivå som innebär att provningsresultat redovisas eller att en egen representant övervakar provningen hos tillverkaren och validerar dokumentet.

Ibland benämns dessa dokument också materialintyg eller materialcertifikat. Standarden vänder sig därför till alla som tillverkar, handlar med, eller köper metallprodukter. Användning av kontrolldokument enligt denna standard krävs bland annat för stålprodukter i tryckbärande anordningar och byggnadsapplikationer. I det senare fallet medges också CE-märkningen i dokumentet.

Standarder för Svetsteknik framtagna av SIS/TK 134

Stål

SS-EN ISO 3834-3:2005 – Kvalitetskrav för smältsvetsning av metalliska material - Del 3: Normala kvalitetskrav (ISO 3834-3:2005)
Del av ISO 3834 som anger omfattande kvalitetskrav för smältsvetsning av metalliska material både i verkstäder och på montageplatser.

Denna standard ersätter SS-EN 729-3 som har utgått.

ISO 3834 beskriver hur kvalitetssäkring vid svetsning kan åstadkommas. Avsikten med standarden är att en lämplig kravnivå ska kunna väljas med avseende på det svetsarbete som ska utföras. Standarden beskriver tre nivåer och består av sex delar:

- Del 1 av standarden innehåller riktlinjer för vilken av de tre nivåerna som bör väljas beroende på typ av svetsteknisk produktion.
- Del 2, 3 och 4 beskriver de tre olika nivåerna. Har svetsarbetet liten inverkan på produktens säkerhet eller på dess primära funktioner kan ISO 3834-4 (enkla kvalitetskrav) väljas. När högre krav behöver ställas väljer man ISO 3834-3 (normala kvalitetskrav) eller ISO 3834-2 (omfattande kvalitetskrav).
- Del 5 är en sammanställning av alla ISO-standarder som ISO 3834 -2, -3, -4 refererar till.
- Del 6 är en guide till hur ISO 3834 kan implementeras.
  I Sverige har SIS publicerat en mer omfattande guide genom handbok HB 540 – Kvalitetssäkring vid svetsning.

Syftet med SS-EN ISO 3834 är att:

- uppfylla krav och förväntningar hos kunder
- ha ett internationellt kvalitetsstyrningssystem för svetsande företag som är välkänt och används över hela världen
- minska kostnader och risker orsakade av bristande kvalitet i den svetsande verksamheten
- ha en certifiering enligt ISO 3834 bevisar företagets tekniska expertis
- följa ISO 3834 som möjliggör en kontinuerlig förbättring av svetsverksamheten.

SS-EN ISO 5817:2014 – Svetsning - Smältsvetsförband i stål, nickel, titan och deras legeringar (strålsvetsning undantagen) - Kvalitetsnivåer för diskontinuiteter och formavvikelser (ISO 5817:2014)

This International Standard provides quality levels of imperfections in fusion-welded joints (except for beam welding) in all types of steel, nickel, titanium and their alloys. It applies to material thickness ≥ 0,5 mm. It covers fully penetrated butt welds and all fillet welds. Its principles can also be applied to partial-penetration butt welds.

(Quality levels for beam welded joints in steel are presented in ISO 13919-1).

Three quality levels are given in order to permit application to a wide range of welded fabrication. They are designated by symbols B, C and D. Quality level B corresponds to the highest requirement on the finished weld.

Several types of loads are considered, e.g. static load, thermal load, corrosion load and pressure load. Additional guidance on fatigue loads is given in Annex C.

SS-EN ISO 9606-1:2012 – Svetsarprövning - Smältsvetsning - Del 1: Stål (ISO 9606-1:2012 inklusive Rättelse 1:2012)

ISO 9606-1:2012 specifies the requirements for qualification testing of welders for fusion welding of steels.

It provides a set of technical rules for a systematic qualification test of the welder, and enables such qualifications to be uniformly accepted independently of the type of product, location and examiner or examining body.

When qualifying welders, the emphasis is placed on the welder's ability manually to manipulate the electrode, welding torch or welding blowpipe, thereby producing a weld of acceptable quality.

The welding processes referred to in ISO 9606-1:2012 include those fusion-welding processes which are designated as manual or partly mechanized welding. It does not cover fully mechanized and automated welding processes.

SS-EN ISO 9606-1 Svetsarprövning – Smältsvetsning kommer att ersätta SS-EN 287-1. I takt med att svetsarprövningar som godkänt enligt SS-EN 287-1 går ut kommer denna standard att fasas ut.

SS-EN ISO 14731:2006 – Tillsyn vid svetsning - Uppgifter och ansvar (ISO 14731:2006)

Internationell standard som identifierar kvalitetspåverkande uppgifter och ansvar som ingår i tillsynen av svetsningsanknuten verksamhet.

I varje tillverkande organisation kan tillsyn vid svetsning genomföras av en eller flera personer.

Fordringar på tillsynen vid svetsning kan anges av en tillverkare, i ett kontrakt eller i en tillämpningsstandard.

SS-EN ISO 15609-1:2004 – Specifikation för och kvalificering av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material - Svetsdatablad (WPS) - Del 1: Bågsvetsning (ISO 15609-1:2004)

Standard som anger fordringar på innehållet i svetsdatablad för bågsvetsmetoder.

Denna standard är en del i en serie av standarder. Detaljer om serien ges i EN ISO 15607:2003, bilaga A.

Parametrar som anges i denna standard är sådana som påverkar svetsförbandets kvalitet.

SS-EN ISO 15609-2 – Specifikation för och kvalificering av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material - Svetsdatablad (WPS) - Del 2: Gassvetsning (ISO 15609-2:2001)
Europastandard som anger fordringar på innehållet i svetsdatablad för gassvetsmetoder. Denna standard är en del av en serie standarder, detaljerad beskrivning av denna serie ges i prEN ISO 15607, bilaga A. Parametrar som anges i denna standard är sådana som påverkar svetsförbandets kvalitet.

SS-EN ISO 15614-1:2004+A1:2008+A2:2012 – Specifikation för och kvalificering av svetsprocedurer för metalliska material - Svetsprocedurkontroll - Del 1: Båg- och gassvetsning av stål och bågsvetsning av nickel och nickellegeringar (ISO 15614-1:2004)

Koppar

SS-EN 13134 – Hårdlödning - Godkännande av lödningsprocedur
Europastandard som innehåller allmänna regler (provningsförfaranden, provstycken) för datablad och godkännande av hårdlödningsprocedurer för alla material, metalliska såväl som icke-metalliska. Man räknar med att särskilda krav, vid behov, kommer att utvecklas för de enskilda industrierna inom denna ram och redogöras för i relevant tillämpningsstandard. Rekommenderat formulär för protokoll för att godkänna en hårdlödningsprocedur lämnas i bilaga B.

SS-EN ISO 13585:2012 – Hårdlödning - Prövning av lödare och operatörer för hårdlödning (ISO 13585:2012)
Internationell standard som anger grundkrav för prövning av hårdlödare och lödningsoperatörer. Anger betingelser för hårdlödning, provning, granskning, acceptansvillkor och giltighetsområden för intyg.

Denna standard ersätter EN 13133 som har utgått.

Standarder för Oförstörande provning framtagna av SIS/TK 125

SS-EN ISO 17636-1:2013 – Oförstörande provning av svetsar - Radiografisk provning - Del 1: Röntgen- och gammastrålningsteknik med film (ISO 17636-1:2013)
ISO 17636-1:2013 specifies techniques of radiographic examination of fusion welded joints in metallic materials using industrial radiographic film techniques.

ISO 17636-1:2013 applies to the joints of plates and pipes. Besides its conventional meaning, "pipe" as used in this International Standard covers other cylindrical bodies such as tubes, penstocks, boiler drums, and pressure vessels.

ISO 17636-1:2013 does not specify acceptance levels for any of the indications found on the radiographs.

If contracting parties apply lower test criteria, it is possible that the quality achieved is significantly lower than when ISO 17636-1:2013 is strictly applied.

SS-EN ISO 17636-2:2013 – Oförstörande provning av svetsar - Radiografisk provning - Del 2: Röntgen- och gammastrålningsteknik med digitala detektorer (ISO 17636-2:2013)

ISO 17636-2:2013 specifies fundamental techniques of digital radiography with the object of enabling satisfactory and repeatable results to be obtained economically. The techniques are based on generally recognized practice and fundamental theory of the subject.

ISO 17636-2:2013 applies to the digital radiographic examination of fusion welded joints in metallic materials. It applies to the joints of plates and pipes. Besides its conventional meaning, "pipe", as used in this International Standard, covers other cylindrical bodies such as tubes, penstocks, boiler drums, and pressure vessels.

ISO 17636-2:2013 specifies the requirements for digital radiographic X- and gamma-ray testing by either computed radiography (CR) or radiography with digital detector arrays (DDA) of the welded joints of metallic plates and tubes for the detection of imperfections.

Digital detectors provide a digital grey value (GV) image which can be viewed and evaluated using a computer. ISO 17636-2:2013 specifies the recommended procedure for detector selection and radiographic practice. Selection of computer,

software, monitor, printer and viewing conditions are important, but are not the main focus of ISO 17636-2:2013. The procedure specified in ISO 17636-2:2013 provides the minimum requirements for radiographic practice which permit exposure and acquisition of digital radiographs with equivalent sensitivity for detection of imperfections as film radiography, as specified in ISO 17636-1.

ISO 17636-2:2013 does not specify acceptance levels for any of the indications found on the digital radiographs.

If contracting parties apply lower test criteria, it is possible that the quality achieved is significantly lower than when ISO 17636-2:2013 is strictly applied.

SS-EN ISO 17640:2011 – Oförstörande provning av svetsar - Ultraljudsprovning - Tekniker, provningsnivåer och utvärdering (ISO 17640:2010)
Standard som beskriver ultraljudprovning av manuellt utförda smältsvetsar i metalliska material. Den preciserar provningsteknik för ett antal olika typer av svetsförband med tjocklek 8 millimeter eller mer. Den är en komplettering till EN 583-1 som ger den generella metodbeskrivningen. Standarden anger fyra olika provningsnivåer med olika sannolikhet för upptäckt av fel och den ger också råd för val av nivå. Primärt är metoden avsedd för svetsar där både svetsgods och tillsatsmaterial är ferritiskt men en klass är avsedd för andra metalliska material. Standarden kan användas både för bedömning baserad på indikationens utbredning och ekohöjd och för karakterisering och storleksbestämning genom sökarförflyttningsteknik.

SS-EN ISO 11666:2011 – Oförstörande provning av svetsar - Ultraljudsprovning - Acceptansnivåer (ISO 11666:2010)
Standard som anger acceptansnivåer vid ultraljudsprovning av svetsar i stål. Den är primärt av avsedd för svetsar med tjocklek mellan 8 millimeter och 100 millimeter. Den kan också användas för svetsar i andra material och i större tjocklekar under förutsättning att hänsyn tas till materialets akustiska egenskaper.

Acceptansklasserna baseras på kvalitetsklasserna B och C för svetsar som beskrivs i EN ISO 5817 och överför kraven i kvalitetsklasserna till krav formulerade så att de kan användas vid ultraljudprovning. Metoden för att utföra ultraljudsprovning av svetsar beskrivs i EN ISO 23279. Standarden vänder sig i första hand till personal som utför ultraljudsprovning av svetsar i stål.

Standarder för Konstruktion, tillverkning och kontroll av tryckbärande anordningar framtagna av SIS/TK 298

SS-EN 764-7/AC:2006 – Tryckbärande anordningar - Del 7: Säkerhetssystem för ej eldberörda tryckbärande anordningar
Europastandard som anger kraven på säkerhetssystem som skyddar ett tryckkärl, ett system av tryckkärl, rörledningar, tillbehör eller aggregat från otillåtna driftbetingelser.

Standarden kan också tillämpas på säkerhetsrelaterade indikatorer och larm-, signal- och varningsanordningar när dessa används i säkerhetssystem.

Utrustningar som är hopkopplade med rörledningar av tillräcklig kapacitet, fria från potentiella hinder och som inte innehåller någon ventil som kan isolera någon del från säkerhetssystemet, kan betraktas som ett enda trycksystem med hänsyn till kraven på skydd mot för högt tryck.

Säkerhetssystem inkluderar förbindningar mellan skyddade utrustningar och eventuell tömningsplats. Denna plats kan antingen vara ett utlopp i det fria eller inloppet i ett slutet avfallssystem.

Giltighetsområdet för denna standard och förhållandet till säkerhetstillbehör och andra skyddsanordningar, som beskrivs i tryckutrustningsdirektivet, visas i bilaga F.

Standarder för Underhållsteknik framtagna av SIS/TK 113

SS-EN 13306:2010 – Underhåll - Terminologi
Europastandard som specificerar allmänna termer och definitioner för de tekniska, administrativa och förvaltningsmässiga områdena inom underhållstekniken. Den kanske inte är tillämplig för termer som används för underhåll av endast programvara, även om den beaktar programvara för artiklar och system.

Det åligger ledningen för underhållsarbetet att definiera sin underhållsstrategi genom att:

- försäkra att objektet fungerar som avsett och till optimal kostnad
- betrakta säkerheten och alla andra krav som förknippas med objektet

- beakta eventuell miljöpåverkan
- beakta hållbarheten hos objektet.

Termerna i IEC 60050-191 har använts som grundmaterial för denna standard, men några termers definition har modifierats.

Standarder för Kvalitetsledning framtagna av SIS/TK 304

SS-EN ISO 9001:2008 – Ledningssystem för kvalitet - Krav (ISO 9001:2008)
SS-EN ISO 9001 definierar kraven på ett kvalitetsledningssystem där en organisation:
- behöver visa sin förmåga att alltid tillhandahålla en produkt som uppfyller kundkrav och myndighetskrav
- vill öka kundtillfredsställelse genom att effektivt tillämpa systemet.

Detta sker med hjälp av processer för att ständigt förbättra systemet och för att säkerställa att produkterna verkligen uppfyller gällande krav.

ISO 9001 är lämplig för alla företag och andra organisationer som vill förbättra sin verksamhet, oavsett storlek, ägarförhållande eller verksamhetsområde. Den bästa avkastningen på investeringen kommer hos de företag som är beredda att tillämpa kraven i standarden i hela organisationen snarare än på särskilda platser, avdelningar eller divisioner.

Dessutom är SS-EN ISO 9001 konstruerad att vara förenlig med andra ledningssystemstandarder och specifikationer som OHSAS 18001 för arbetsmiljö och ISO 14001 för miljö. Tillämpningen av dessa standarder och ämnesområden kan integreras. Standarderna har många gemensamma principer, så att välja ett integrerat ledningssystem kan erbjuda utmärkt värde för pengarna.

Fördelar med ISO 9001:
- engagerar ledningen
- förbättrar affärsresultat och hanterar affärsrisk
- sparar pengar
- effektiviserar verksamheten och minskar avfallet
- uppmuntrar intern kommunikation och höjer moralen
- ökar kundtillfredsställelse
- lockar investeringar, förbättrar varumärket och avlägsnar handelshinder.

Standarder för Miljöledning framtagna av SIS/TK 207

SS-EN ISO 14001:2004 – Miljöledningssystem - Krav och vägledning (ISO 14001:2004)
SS-EN ISO 14001 Miljöledningssystem – krav och vägledning riktar sig till alla företag och organisationer oavsett storlek och verksamhetsinriktning.

Ett aktivt miljöarbete ger många fördelar. Dels för företag i form av minskad användning av resurser och lägre kostnader för avfallshantering, men också för vår gemensamma miljö. Ett levande och väl integrerat miljöledningssystem ger även:
- ökad processeffektivitet
- minskad användning av resurser och material per levererad nytta
- minskad avfallsproduktion per levererad nytta och därmed minskade kostnader för
- avfallshantering
- ökad andel förnybara resurser och system
- ökad goodwill och ökad trovärdighet för organisationens miljöarbete

ISO 14001-standarden syftar till att kontinuerligt minska verksamhetens totala miljöbelastning. Med hjälp av standarden får ledningen god kontroll över miljöarbetets utveckling när det gäller både resultat och kostnader.

SS-EN ISO 14004:2010 – Miljöledningssystem - Allmän vägledning för principer, system och stödjande metoder (ISO 14004:2004)
Standarden innehåller vägledning för att upprätta, införa, underhålla och förbättra ett miljöledningssystem och för hur systemet kan samordnas med andra ledningssystem.

Vägledningen i denna standard är tillämplig på alla organisationer, oavsett storlek, typ, lokalisering eller mognadsgrad.

Även om riktlinjerna i denna standard stämmer överens med den modell för miljöledningssystem som finns i ISO 14001, är inte avsikten att tillhandahålla tolkningar av hur kraven i ISO 14001 ska tillämpas.

Även om systemet inte är avsett för att ge vägledning i frågor som rör arbetsmiljö kan sådana frågor inkluderas om en organisation avser att införa ett integrerat ledningssystem för både yttre miljö och arbetsmiljö.

Standarder för Ledningssystem framtagna av SIS/TK 552

ISO 55000:2014 – Ledningssystem för tillgångar - Översikt, principer och terminologi

Denna internationella standard ger en översikt över förvaltning av tillgångar, principer och terminologi, och de förväntade fördelarna med att införa ledningssystem för tillgångar.

Denna internationella standard kan tillämpas på alla typer av tillgångar och organisationer, oberoende av typ och storlek.

ANM. 1: Denna internationella standard är avsedd att användas för förvaltning av fysiska tillgångar i synnerhet, men den kan även tillämpas på andra typer av tillgångar.

ANM. 2: Denna internationella standard innehåller inte finansiella, bokföringsmässiga eller tekniska riktlinjer för förvaltning av specifika typer av tillgångar.

ANM. 3: I ISO 55001, ISO 55002 och denna internationella standard avses med termen ”ledningssystem för tillgångar” ett ledningssystem för förvaltning av tillgångar.

ISO 55001:2014 – Kravspecifikation

Denna internationella standard anger kraven på ett ledningssystem för tillgångar inom ramen för en organisation.

Denna internationella standard kan tillämpas på alla typer av tillgångar och organisationer, oberoende av typ och storlek.

ISO 55002:2014 – Vägledning för uppfyllande av ISO 55001

Denna internationella standard ger vägledning för hur ledningssystem för förvaltning av tillgångar är tänkta att tillämpas enligt kraven i ISO 55001.

Denna internationella standard kan tillämpas på alla typer av tillgångar och organisationer, oberoende av typ och storlek.

4. ARBETSMILJÖ

4.1 Lagar och myndigheter som styr arbetsmiljöarbetet

Arbetsmiljö regleras av flera olika lagar, allt beroende på vilken verksamhet som bedrivs. Tanken är att de som skapar våra hus, våra verktyg och för den delen de miljöer som vi verkar inom ska göra dessa på ett sådant sätt att olyckor motverkas.

Då fjärrvärmesystemen projekteras kräver Arbetsmiljöverket (AV) enligt AFS 1999:03 Byggnads- och anläggningsarbete att en särskild person, benämnd BAS-P, säkerställer att det genomförs en riskbedömning av det som ska skapas. Målet är att minska upptäckta risker till en acceptabel nivå för att undvika arbetsskador i fjärrvärmesystemet.

I drift- och underhållsarbetet av fjärrvärmesystemet är det i grunden den av riksdagen beslutade Arbetsmiljölagen (AML) 1977:1160 som gäller. Enligt denna (3 kap Allm. skyldigheter 1a §) ska arbetsgivare och arbetstagare samverka för att åstadkomma en god arbetsmiljö. Arbetsgivaren har dessutom skyldighet att på ett systematiskt sätt planera leda och kontrollera verksamheten för att en god arbetsmiljö ska uppnås (3 kap Allm. skyldigheter 2a §).

Dessutom har Arbetsmiljöverket (som föregicks av Arbetarskyddsstyrelsen) skapat ett antal förordningar. Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS) reglerar sådan verksamhet som tidigare genererat särskilt många arbetsplatsolyckor. AV skapar löpande nya AFS:ar och uppdaterar befintliga dokument. Det gör att även arbetsgivare och arbetstagare löpande måste uppdatera sina kunskaper om de regler som gäller för stunden.

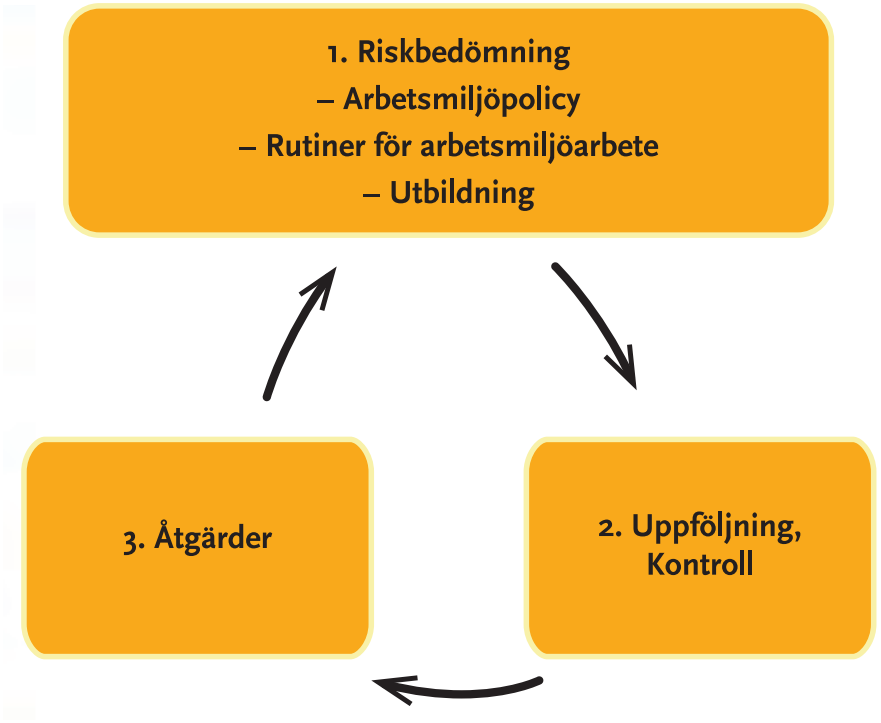


Illustration 4.1. Systematiskt arbetsmiljöarbete.

Till de övriga myndigheter som stiftar förordningar som kan påverka arbetsmiljön hör:

- **Strålsäkerhetsmyndigheten**
  som i *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om radiografering* (SSMFS 2008:25, (före detta SSI FS 2000:8) beskriver hur man på ett arbetsmiljösäkert sätt arbetar med bland annat röntgenkontroller av fjärrvärmerör.
- **Socialstyrelsen**
  som i *Smittspårningspliktiga sjukdomar* (SOSFS 2012:2) ställer krav på att det i händelse av utbrott av bland annat legionella exempelvis ska utredas varifrån smittan kommer.

- **Myndigheten för samhällsskydd och beredskap**
  som ersätter flera tidigare myndigheter och deras föreskrifter:
  - o Statens räddningsverk som givit ut SRVFS
  - o Krisberedskapsmyndigheten som publicerat KBMFS
  - o Sprängämnesinspektionen som givit ut SÄIFS som i *Brandfarlig gas i lös behållare* (SÄIFS 1998:7) beskriver vad som gäller för dessa flaskor.

- **Boverket**
  som i BFS 2014:3 uppdaterar Boverkets byggregler BBR 21 där man kan läsa om de regler som gäller för hur bostäder får utformas. Här finns även krav som berör varmvattenberedningen.

- **Livsmedelsverket**
  som i LIVSFS 2013:4 ställer krav på dricksvatten.

- **Folkhälsomyndigheten**
  som i FoHMFS 2014:16 ställer krav på maximalt tillåten radonhalt i bostäder.

4.2 Arbetsmiljöorganisation, krav och möjligheter

4.2.1 Skyddsombud

Enligt arbetsmiljölagen (6 kap. Samverkan mellan arbetsgivare och arbetstagare mm. 2 §) ska det finnas utsedda skyddsombud om där finns fem eller flera regelbundet sysselsatta arbetstagare. Skyddsombud utses av arbetstagaren eller dess organisation. Skyddsombudet bör ha utsedda ersättare.

Skyddsombud har rätt att ta del av de handlingar (upplysningar) som behövs för ombudets verksamhet. Vid omedelbar risk för arbetstagares liv eller hälsa har skyddsombud rätt att stoppa verksamheten för vidare utredning och/eller åtgärd.

4.2.2 Skyddskommitté

Enligt arbetsmiljölagen (6 kap. Samverkan mellan arbetsgivare och arbetstagare mm. 8 §) ska det finnas en utsedd skyddskommitté om där finns femtio eller flera regelbundet sysselsatta arbetstagare. Skyddskommittén ska vara sammansatt av både arbetsgivare och arbetstagare.

Skyddskommittén behandlar frågor som:

- företagshälsovård
- handlingsplaner där arbetsgivaren systematiskt planerar arbetsmiljön
- arbetsmiljön i nya lokaler, rutiner eller processer
- planering av användning av nya ämnen
- utbildning kring arbetsmiljö
- arbetsanpassningar vid rehabiliteringar.

4.2.3 Organisatoriska möjligheter

För lite större företag innebär AML att en parallell arbetsmiljöorganisationen måste byggas upp jämte arbetsgivarens organisation. En svensk annan lag som ställer krav på en parallell organisation är medbestämmandelagen Lag om medbestämmande i arbetslivet (MBL) 1976:580. Vissa företag förhandlar fram samverkansavtal och slår samman organisationerna för arbetsmiljö och medbestämmande. På det sättet blir alla frågor ständigt aktuella, den totala mötestiden kan minimeras och verksamheten effektiviseras.

4.3 Systematiskt arbetsmiljöarbete

Arbetsgivaren har enligt AML skyldighet att på ett systematiskt sätt planera, leda och kontrollera verksamheten för att en god arbetsmiljö ska uppnås (3 kap Allm. skyldigheter 2a §).

Detta arbete har förtydligats av Arbetsmiljöverket i AFS 2001:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete som senast uppdaterades år 2008 (se illustration 4.1).

Enligt AFS 2001:1 ska arbetsgivaren:

- ha en arbetsmiljöpolicy
- regelbundet och vid planerade ändringar i arbetet göra skriftligt dokumenterade riskbedömningar
- ha rutiner för arbetsmiljöarbetet
- tillsammans med arbetstagare se till att arbetsta-

gare har de kunskaper som krävs för att arbetet ska kunna ske på ett säkert sätt och att arbetsmiljöarbetet fungerar
- minst varje år göra en uppföljning av det systematiska arbetsmiljöarbetet
- utreda tillbud och olyckor
- följa upp åtgärder som arbetsgivaren genomfört för att minska risk för arbetsskada.

4.3.1 Riskanalyser

Det finns många sätt att göra riskanalyser. Ett sätt är att först lista alla risker. Därefter värderas hur stor **sannolikheten** är för att olyckan ska inträffa och vilken **konsekvens** olyckan får. Riskerna med störst konsekvens och sannolikhet för inträffande hanteras först. Risker behandlas genom att justera rutinerna så att sannolikheten för inträffande och/eller konsekvenserna av olyckan blir mindre.

Exempel från vår bransch är manövrering av ventiler i fjärrvärmenätet som kan leda till att människor blir skållade i öppna delar av fjärrvärmenätet.

Sannolikheten för detta är stor om det sker utan rutiner. **Konsekvensen** av detta är mycket allvarlig.

I arbetsrutinerna är det möjligt att bestämma att bara viss personal (driftpersonalen) får manövrera ventiler i samband med arbeten i fjärrvärmenätet. I och med att driftpersonalen säkerställer att det inte förekommer några öppna delar innan ventiler öppnas har sannolikheten för skada minimerats – även om konsekvensen fortfarande är allvarlig. Hade entreprenörer, som inte har överblick över alla arbeten i fjärrvärmenätet fått manövrera ventiler, skulle det mycket sannolikt ha inträffat arbetsplatsolyckor i form av skållning.

4.3.2 Arbetsmiljöplaner

Arbetsmiljöplan är en handling som byggarbetsmiljösamordnaren (först BAS-P och sedan BAS-U) tar fram innan ett bygge startar. Planen uppdateras under hela byggnationstiden. Denna handling är aktuell vid utbyggnad av fjärrvärmenät och gäller för entreprenadområdet, men berör inte det ordinarie drift- och underhållsarbetet i fjärrvärmenätet. Dock ska driftorganisationen och varje entreprenör, i den omfattning som de blir berörda av nybyggnationen, bidra till den gällande arbetsmiljöplanen med egna riskanalyser och förslag på hur risker kan minimeras.

4.3.3 Skyddsronder

Arbetsmiljöronder eller skyddsronder är ett sätt att systematiskt gå igenom den fysiska, psykiska och sociala arbetsmiljön på ett systematiskt sätt. Fördelen med att kontrollera miljön på plats är att ta del av verkligheten som den är – och inte som den är tänkt att vara. Enligt arbetsmiljöförordningen SFS1977:1166 7 § bör varje arbetsställe ha en regelbunden översyn genom skyddsrond. I samband med entreprenader krävs tätare intervaller (kanske en gång i månaden) mellan skyddsronderna än på arbetsplatser med mer repetitiv karaktär där det eventuellt räcker med en gång per år.

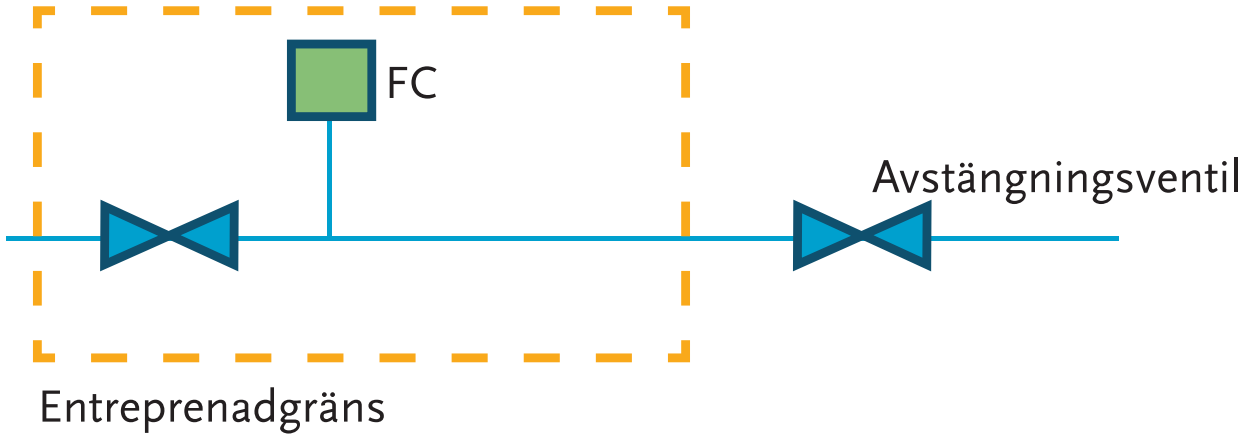


Illustration 4.2. Exempel på arbetsområde med avstängningsventiler både utanför och innanför entreprenadgränsen.

4.4 Inrapportering av arbetsplatsolycka

Arbetsgivaren har ett ansvar att rapportera in arbetsplatsolyckor till Arbetsmiljöverket. Rent juridiskt flyttade beskrivningen av det ansvaret vid halvårsskiftet 2014 från Arbetsmiljöförordningen SFS 1977:1166 § 2 till SFS 1977:1160 Kapitel 3 § 3a.

Enligt Arbetsmiljöförordningen SFS 1977:1166 § 2 ska även behandlande läkare rapportera om sjukdomar som kan ha samband med arbete, och som är av intresse ur arbetsmiljösynpunkt, till Arbetsmiljöverket.

Enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2012:1 ska anmälan av olycksfall, allvarliga tillbud och driftstörningar ske under närmast påföljande arbetsdag. Skyldigheten att till Elsäkerhetsverket anmäla alla alvarliga olycksfall och tillbud med elektrisk ström gäller nätkoncessionsinnehavare eller innehavare av starkströmsanläggning som järnväg, tunnelbane-, spårvägs-, eller trådbussdrift.

4.5 Nybyggnation

Vid exempelvis bygge av en ny fastighet ändrar sig förutsättningarna från dag till dag och arbetsmiljön ser hela tiden olika ut. Historiskt har detta genererat olyckor och myndigheterna har skärpt kraven för att undvika olyckorna.

Enligt arbetsmiljölagen SFS 1977:1160 kapitel 3 § 6 gäller det att:

Den som låter utföra ett byggnads- eller anläggningsarbete ska utse en lämplig byggarbetsmiljösamordnare för utförande av arbetet (allmänt kallad BAS-U).

BAS-U skapar bland annat en aktuell arbetsmiljöplan som tar hänsyn till de risker som finns under de olika byggskedena (se illustration 4.2).

Inom arbetsområdet har BAS-U arbetsmiljöansvaret. Driftpersonal som går in på ett entreprenadområde för att driftsätta en fjärrvärmeleverans eller utföra driftarbeten på fjärrvärmeledningen till en byggvärmeleverans måste underordna sig de arbetsmiljöregler som finns beskrivna i den arbetsmiljöplan som BAS-U tagit fram.

Då driftorganisationen å andra sidan ingår i entreprenaden ska driftorganisationen informera BAS-U om de risker som tillkommer inom entreprenadområdet med den verksamhet man bidrar med. Exempelvis tillkommer risken att skållas av fjärrvärmevatten när ledningen driftsätts inom entreprenadområdet. Därför är det viktigt att ha reglerat vilka rutiner som gäller i samband med driftsättning av fjärrvärmeledningen. Ett sätt att reglera detta är med särskilda arbetstillstånd.

Det är mycket viktigt att vara tydlig gentemot varandra eftersom avstängningsventilerna kan vara placerade både innanför och utanför det så kallade entreprenadområdet. Det är även viktigt att säkerställa att entreprenören inte blockerar de ventiler som driftpersonalen måste kunna komma åt inom entreprenadområdet.

4.6 För fjärrvärmebranschen extra intressanta arbetsmiljöaspekter

4.6.1 Arbete i kammare och tunnlar

Kammare och tunnlar är relativt slutna platser som genererar ökade arbetsmiljörisker vad gäller:

- evakuering av personal
- ventilation.

Arbetsmiljöverket har skrivit AFS 1993:3 efter några olyckor i Sverige där människor skadats i slutna utrymmen på grund av att det uppstått en farlig atmosfär eller att evakuering i samband med brand misslyckats.

Viktigt att tänka på är att inte ska vara ensam och därmed inte kan få någon hjälp om något händer som till exempel:

- det slutna utrymmet fylls med vatten eller otjänlig atmosfär/gas
- brand uppstår
- du drabbas av exempelvis hjärtinfarkt, TIA-attack, hjärnblödning, anfallssjukdom eller annan plötsligt påkommande sjukdom som gör att du behöver hjälp.

Läckande varmt vatten kan även medföra en risk för skållning som försvårar situationen ytterligare.

Jobba därför alltid i lag. Inte ensam. Det ska alltid finnas en person ovanför kammare eller tunnel som extra säkerhet för att kunna larma om det sker någon olycka i det trånga utrymmet samt övervaka att ingen passerar avspärrningen och trillar ner.

Kontrollera halten av kolmonoxid innan nedstigning i kammare.

4.6.2 Arbete i schakt

Vid grävning tillräckligt djupt riskerar schaktens väggar att falla ihop. Personal kan fastna. Det så kallade jordtrycket kan även bli så stort att sammanfallande massor kan orsaka personskada. Normalt är fjärrvärmeschakter inte så djupa att de faller ihop. Försvårande omständigheter som ökar risken:

- Djupa schakt uppstår ibland för passage av hinder som andra ledningar.
- Massor med sämre skjuvhållfasthet kräver att man sträntar eller spontar för att det inte ska rasa. Stenar kan lossna från schaktväggen.
- Skakningar från exempelvis förbipasserande trafik kan sätta igång ett ras.
- Nederbörd ökar risken för ras.
- Avstängningsmateriel som barriärer eller TA-balkar kan falla ner i schakter.

Arbetsmiljöverket har tagit fram *Skydd mot skada genom ras* (AFS 1981:15) som man ska följa.

4.6.3 Arbete på hög höjd

Normalt gräver man ner fjärrvärmeledningar. I enstaka fall placeras ledningar på fasader. Det förekommer även att inomhusledningar placeras på så hög höjd att det finns fallrisk då man arbetar med dessa. För att arbetsskador inte ska uppstå i form av fall från höga höjder har Arbetsmiljöverket formulerat följande föreskrifter:

- *Stegar och arbetsbockar:*
  AFS 2004:03 ursprunglig lydelse
- *Ställningar* (Ny sedan juli 2014):
  AFS 2013:04
- *Byggnads- och anläggningsarbete:*
  AFS 1999:03 ursprunglig lydelse

4.6.4 Arbete på väg och andra lokala föreskrifter

Fjärrvärmeledningar placeras på andras fastigheter och marker. Dessa har ibland egna regelverk, vilket de som driftar och underhåller fjärrvärmesystemet måste följa. Detta kan innebära krav på viss utbildning och att bära viss typ av kläder eller annan skyddsutrustning som hjälm, skyddsglas och skor med stålhätta. Ibland förekommer särskild anmälningsplikt. Arbetsmiljömässigt kan risker tillkomma exempelvis i form av trafik (risken att bli påkörd).

Följ arbetsgivarens anvisningar och regler för personlig säkerhet.

Schakter för att avhjälpa läckor får inte heller göras utan att följa anvisade regler.

Exempel på markansvariga med särskilda regelverk:

- **Trafikverket:** Verkets vägnät är den kanske mest vanligt förekommande ytan med särskilda krav. Här krävs särskild utbildning, särskild klädsel, upprättande av trafikanordningsplaner (TA-planer) och kontakt med Trafikverket i samband med eventuella schaktarbeten. Trafikverket ställer även krav på hur marken ska vara beskaffad i och kring fjärrvärmeledningarna. Trafikverket ansvarar även för järnvägsnätet med de bestämmelser som gäller där.

- **Lokala väghållare:** Kommunens vägar hanteras inte av Trafikverket. Det innebär att det finns parallella regelverk som ska följas beroende på vilken väghållare som ansvarar för vägen i vilken man behöver arbeta i eller på. Skillnader kan finnas i såväl hantering av TA-planer som krav på utbildning och klädsel samt hur vägen ska återuppbyggas.

- **Hamnområden:** I hamnområden finns särskilda krav på in- och utpasseringar för att förhindra smuggling av varor och personer. Här förekommer också specialfordon som inte finns i den vanliga trafiken.

- **Viss kemisk industri:** Inom vissa kemiska processer är risken för brand, explosioner och farliga utsläpp så stor att man har egen räddningstjänst. Krav på utbildning, klädsel och särskilda rutiner i samband med ut- och inpassering är inte heller ovanliga.

- **Entreprenadområden:** Då hus som ska anslutas till fjärrvärmenätet byggs kan driftpersonalen behöva ta sig in på entreprenadområden. Av arbetsmiljöskäl gäller här särskilda krav på exempelvis klädsel. Här kan även krav på ID-handlingar förekomma.

4.7 Asbest

4.7.1 Inledning

Asbest är en samling ämnen med mycket goda egenskaper som:

- ljuddämpning
- värmeisolering
- värmetålighet
- hållfasthet vid höga temperaturer
- smidighet.

Asbest har därför länge använts i bland annat fordon, byggnader, fartyg och ångpannor. Tyvärr är asbestfibern i fri form cancerframkallande vid inandning. Vid fjärrvärmearbeten kan man fortfa-

rande komma i kontakt med asbest i bunden form vid följande jobb:

- med fjärrvärmeledningar med en mantel av asbestcement
- med fjärrvärmeledningar i kammare med isoleringsmattor av asbest på kompensatorer
- i fastigheter med ledningar som är isolerade med asbest (särskilt böjar)
- i panncentraler isolerade med asbest.

4.7.2 Historik

I Sverige bryts ingen asbest. Importen av asbest ökade fram till år 1973 för att därefter minska fram till 1997 och därefter försvinna helt. Asbest började brytas kommersiellt under andra hälften av 1800-talet. Asbest har använts som mantel i så kallade AC-ledningar. Det är även vanligt förekommande för isolering av ledningar eller pannor med höga temperaturer samt i bromsbackar och packningar. Även byggmateriel har getts ett ökat brandskydd med asbest.

4.7.3 Asbest

Asbest är ett samlingsnamn på en rad i naturen förekommande fibrösa kristallina silikatmineral. Definition enligt Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2006:01 Asbest: Samlingsnamn för krysotil (vit asbest), krokidolit (blå asbest) och amosit (brun asbest) samt de fibrösa formerna av silikatmineralen antofyllit, tremolit och aktinolit.

4.7.4 Hur asbest kan skada

Asbestfibrerna kan vara upp till 100 µm långa men bara 3 µm breda. Det innebär att de passerar det skydd som gör att vår kropp klarar av att hosta upp sådant som vi andas in fast vi inte borde. När fibrerna kommit längst ner i lungorna (till alveolerna) är de så pass irriterande att kroppen försöker skydda sig genom att bilda bindväv. Denna bindväv resulterar i asbestos som försämrar lungornas funktion.

Vi människor har ett immunförsvar som skyddar oss mot en mängd sjukdomar. En del i detta försvar kallas makrofager (storätare). Dessa vandrar runt i våra kroppar och bokstavligen äter upp sådant som inte hör hemma i kroppen. Asbestfibern är utformad som en mycket smal och vass pinne samtidigt som fiberns storlek råkar matcha makrofagen så illa att den skadar sig själv när den försöker äta upp fibern. Vi klarar alltså inte av att göra oss av med fibrerna.

Efter tillräckligt lång irritation är det inte ovanligt att olika former av lungcancer utvecklas.

Åtgärder för att undvika olyckor

Asbest i bunden form är ofarlig. Vi ska dock vara medvetna om förekomsten av den. Om en isolering med asbest av misstag frigörs damm som kan andas – ett damm som det är mycket angeläget att ta hand om på rätt sätt.

Hantering av asbest ska följa AFS 2006:01.

För att kunna hantera akuta läckor på AC-ledningar krävs antingen avtal med företag som har utbildning och utrustning för att hantera asbest eller att den egna personalen har utbildning och utrustning för detta.

Råd om hantering av asbest finns även att läsa om i handbokens kapitel 8 (Avhjälpande underhåll).

4.7.5 Åtgärder vid olycka

Asbest skadar inte direkt. Det är en långvarig exponering som ger skador. Om behov finns av medicinska kontroller kan detta utföras enligt AFS 2005:6.

4.8 Brännskador

Driftsatta ledningar som inte isoleras innebär risk för brännskador. Där det är möjligt att släppa ut medievattnet via avluftnings- och avtappningsventiler finns det också risk för skållning.

4.9 Kolmonoxidproblemet (vid fyllning av fjärrvärmesystem)

4.9.1 Inledning

Vid svetsning med acetylengas kan det uppstå kolmonoxid, som även kallas koloxid, i så stora mängder att det blir ett arbetsmiljöproblem. Små mängder ger symptom som huvudvärk medan större mängder innebär medvetslöshet. Det är viktigt att personal som arbetar i utrymmen där gassvets med acetylen används, eller nyligen har använts, känner till de risker som finns och hur man undviker olyckor. Särskilt lurigt är det i de fall rörledningar precis svetsats samman och ska fyllas med vatten. Då kan stora mängder kolmonoxid pressas ut i det utrymme som gasen leds till.

4.9.2 Historik

Åren 2008 till 2009 drabbades fjärrvärmebranschen av tre mycket allvarliga i olyckor Hässelby, Kumla

Arbetsmoment	Risker	Förebyggande åtgärder	Åtgärd under arbete
Gassvetsning i öppet schakt	CO i andningszon	• Håll om möjligt rörändar öppna (utan plastlock). • Informera och varna omgivning.	• Undvik ensamarbete. • Undvik inandning av svetsrök.
Gassvetsning i kammare och trånga utrymmen	Hög CO-halt/syrebrist i luften. CO kan även sippra ut i intilliggande utrymmen.	• Kontrollera konditionen på rör och ventilation före arbete och ventilera utrymme innan arbetet startat. • Säkerställ maximal ventilation medan arbetena pågår, öppna betäckningar i kammarlock. Öppna fönster och dörrar. Komplettera vid behov med mekanisk ventilation. • Håll om möjligt ventiländar öppna. • Överväg el-svetsning. • Informera och varna omgivning.	• Ensamarbete ska undvikas – kommunikation med minst en person utanför utrymmet. • Mekanisk ventilation (frisk luft blåses in) vid behov. • Undvik inandning av svetsrök. • Låt inte lågan brinna fritt i onödan – stäng av lågan även under kortare avbrott. • När ventilation inte finns eller kan ordnas ska tryckluftsmatat andningsskydd användas. • Beredskap ska finnas för att kunna avbryta och evakuera.
Avluftning i det fria	Utströmmande CO i avluften.	• Se till att personal/allmänhet inte kan komma i närheten av avluftningsstället. • Koppla temperaturtålig slang till ventil eller rörända och led till säker utmynning. • Informera och varna omgivning.	• Undvik ensamarbete. • Stå inte i närheten av utströmmande gas. • Manövrering av ventiler ska göras med försiktighet av speciellt utsedd personal. • Övervaka alla platser där människor kan bli exponerade för kolmonoxid.
Avluftning i kammare och trånga utrymmen	Hög CO-halt och syrebrist i luften. CO kan sippra ut i intilliggande utrymmen.	• Säkerställ maximal ventilation medan arbetena pågår, öppna betäckningar i kammarlock. Öppna fönster och dörrar. Komplettera vid behov med mekanisk ventilation. • Koppla temperaturtålig slang till ventil eller rörända och led till säker utmynning utanför kammaren/det trånga utrymmet – ej till golvbrunn i utrymmet. • Informera och varna omgivning.	• Ensamarbete ska undvikas – kommunikation med minst en person utanför utrymmet. • Stå inte i närheten av utströmmande gas. • Manövrering av ventiler ska göras med försiktighet av speciellt utsedd personal. • När ventilation inte finns eller kan ordnas ska tryckluftsmatat andningsskydd användas. • Beredskap ska finnas för att kunna avbryta och evakuera.

Tabell 4.2 Vägledning för att undvika olyckor. Källa: Svensk Fjärrvärmes rapport Kolmonoxidexponering vid gassvetsning (bilaga 1). Viss komplettering har skett.

och Tranås. En av olyckorna slutade med ett dödsfall. Alla olyckorna omfattade brännskador som en följdskada då någon förlorat medvetandet. Handlingskraftigt agerande från bland annat Svensk Fjärrvärme bidrog till ökad kunskap om detta arbetsmiljöproblem genom rapporter som Kolmonoxidexponering vid gassvetsning. Fjärrvärmebranschen hade fram till dess, i 60 år, varit förskonad från liknande olyckor.

4.9.3 Kolmonoxid

Kolmonoxid, med kemisk beteckning CO, är en gas som bildas vid ofullständig förbränning eller förgasning av kol eller kolföreningar. Den är svår att upptäcka då den är luktlös och färglös. Eftersom densiteten för CO är nästan identisk med luft blandar gaserna sig lätt. Det går inte att undvika gasen genom att befinna sig långt ned eller långt upp.

4.9.4 Hur kolmonoxid påverkar hälsan

Alla celler i en människas kropp behöver syre. Syret kommer till cellerna via blodet. För att kunna transportera mer syre innehåller blodet ämnet hemoglobin. Hemoglobinet tar med sig syre till cellerna och koldioxid från cellerna. Kolmonoxiden binder sig cirka 200 gånger hellre till hemoglobinet än syret. Små mängder kolmonoxid innebär en aning sämre kondition (syreupptagningsförmåga). Därefter uppstår symptom som huvudvärk. Större exponeringar skapar medvetslöshet eller rent av död.

4.9.5 Så bildas kolmonoxid vid svetsning

Förbränningen i svetslågan sker i två steg. Första steget sker i primärlågan. Här reagerar det tillförda syret med acetylenet och det bildas kolmonoxid, vätgas och värme.

Andra steget sker i den reducerande zonen och i ytterflamman. Här tillförs mer syre och slutprodukten blir koldioxid, vatten och värme.

Med kemiska beteckningar kan reaktionerna skrivas som

1) $2C_2H_2 + 2O_2 \longrightarrow 4CO + 2H_2 + \text{Värme}$
2) $4CO + 2H_2 + 3O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O + \text{Värme}$

Av de sex syremolekylerna som går åt kommer fyra från den omkringliggande luften. Det motsvarar 60 % vid fullständig förbränning och förhållandet 50 % / 50 % mellan syre och acetylen. Om lufttillströmningen hindras genom att syret exempelvis tar slut i mitten av ett stålrör blir det ingen fullständig förbränning. Då uppstår gaser som kolmonoxid. Med tiden diffunderar kolmonoxiden ut från ledningarna via röränder eller andra mynningar. En tid efter det att svetsarbeten har utförts är sannolikheten stor för förhöjd kolmonoxidhalt vid just röränder och öppningar.

4.9.6 Åtgärder för att undvika olyckor

En mätutrustning ger svar på om det finns risk för att bli förgiftad av kolmonoxid i till exempel kammare eller mindre källarutrymme kan man skaffa sig en mätutrustning. Det går alltså att på plats mäta i utrymmet och göra en bedömning om det behövs vädras före och under arbetets gång (se tabell 4.2).

4.9.7 Åtgärder vid olycka med misstanke om inandning av för mycket kolmonoxid

- Säkerställ att den drabbade får frisk luft.
- Lämna inte den drabbade ensam.
- Uppsök sjukvården om den drabbade känner sig omtöcknad.

4.10 Ensamarbete

Vid ensamarbete arbetar arbetstagaren i fysisk eller social isolering från andra människor. När arbetsgivare ska utöva sin verksamhet så ekonomiskt fördelaktigt som möjligt är det lätt att tänka att vissa uppdrag ska utformas som ensamarbete.

Samtidigt har arbetsmiljöverket stiftat en förordning (AFS 1982:03) om just ensamarbete.

I § 3 står det ”Åtgärder ska vidtas för att så långt möjligt ordna ensamarbete så, att den som utför arbetet ensam inte löper större risk för skada än om flera gemensamt utför arbetet.”

I § 4 står det ”Innebär ensamarbete påtaglig risk för kroppsskada genom olycksfall ska det ordnas så att arbetstagaren kan få snabb hjälp i en nödsituation. Kan godtagbar säkerhet inte erhållas på annat sätt får arbetet inte utföras utan att jämte arbetstagaren annan person är närvarande under arbetet.”

Med tanke på konsekvenserna av vad som kan hända om olyckan är framme i samband med många driftsarbeten är det tydligt att dessa inte ska utföras som ensamarbeten.

4.11 Isocyanater

4.11.1 Inledning

Fjärrvärmeledningar isoleras vanligtvis med PUR (polyuretanskum). PUR framställs med isocyanater

som i små mängder kan ge upphov till irritation av hud, ögon och luftrör. Vid för stor exponering kan även allergier och astmatiska besvär uppstå.

Eftersom förhållandevis små mängder isocyanater kan ge mycket allvarlig astma har Arbetsmiljöverket skapat flera AFS:ar som reglerar handhavande av isocyanater. Arbetsmiljörisker finns i samband med exempelvis skumning.

Då medierör ska svetsas och kaprör, eller nya rör med full längd, inte används uppstår en risk med isocyanaterna. Vid slarv med att göra rent medierören från PUR-skummet reagerar skummet och flera giftiga ämnen skapas av värmen från svetsen. De fria svetsändarna och kaprören är till för att förhindra hälsoproblem vid svetsning. Var uppmärksam på att de fria svetsändarna är tillräckligt långa (se SS-EN 253).

4.11.2 Isocyanater

Isocyanater är en grupp kväveföreningar som innehåller minst en reaktiv isocyanatgrupp i sin molekylstruktur. Monoisocyanater innehåller en grupp. Diisocyanater innehåller två grupper. Isocyanater eller di-isocyanater används som utgångsmaterial för att framställa plaster av polyuretan (PUR, uretanplast eller polyuretanplast). Isocyanater är mycket reaktionsbenägna och reagerar bland annat med vatten och fukt – inklusive fukt i slemhinnor och luftvägar.

Strukturformeln för isocyanater:
Monoisocyanat R-N=C=O
Diisocyanat O=C=N-R-N=C=O

4.11.3 Hur isocyanater kan skada

Våra kroppar innehåller en relativt stor andel vatten. Isocyanaterna reagerar gärna med vatten. Reaktionen skapar irritation. Om man andas in för mycket isocyanater reagerar de med slemhinnorna och skapar en irritation som kan leda till andningsproblem.

Enligt Arbetsmiljöverkets föreskrift *Hygieniska gränsvärden* (AFS 2011:18) är de normala gränsvärdena för isocyanater i storleksordningen 0,005–0,01 ppm eller 0,01–0,04 mg per kubikmeter luft.

Vid upphettning eller brand uppstår det först farligt höga halter av isocyanater. Öppen eld och gnistor kan ge upphov till explosioner. Vid brand i polyuretan bildas det mycket giftiga ämnen som kolmonoxid och cyanväte.

4.11.4 Åtgärder för att undvika olyckor

För att undvika olyckor ska man följa gällande AFS:ar:

- *Hygieniska gränsvärden*
  AFS 2011:18
- *Härdplaster*
  AFS 2005:18 ursprunglig lydelse
- *Medicinska kontroller i arbetslivet*
  AFS 2005:06 ursprunglig lydelse
- *Kemiska arbetsmiljörisker*
  AFS 2011:19 ursprunglig lydelse

Se även till att medierören är helt fria från PUR i svetsändarna innan de svetsas ihop.

4.11.5 Åtgärder vid olycka

Risken för att bli utsatt för isocyanater i samband med skumning får anses som relativt liten då arbetet normalt sker utomhus med mycket god ventilation. Skulle olyckan ändå vara framme:

- Tvätta bort eventuella stänk med tvål och vatten.
- Skölj ögonen om de fått stänk.
- Drick genast mjölk eller vatten om du lyckats svälja isocyanater. Kontakta sjukvården.
- Den som andats in isocyanater måste genast få frisk luft.
- Om medicinska symptom uppstår kontaktas sjukvården.

4.12 Legionella

4.12.1 Inledning

Om vatten blir stående med en temperatur som liknar kroppens finns risk för att bakterierna i vattnet blir så många att vattnet blir hälsofarligt. En av de sjukdomar som kan spridas på detta sätt är en sorts lunginflammation som man får av att andas in legionellabakterien.

4.12.2 Historik

Sommaren 1976 samlades mer än 2 000 amerikanska krigsveteraner under ett tredagars konvent arrangerat av American Legion i amerikanska Philadelphia som ligger i staten Pennsylvania. En vecka efter konventet hade 130 människor insjuknat och 25 dött. En läkare i Pennsylvania såg sambandet och kontaktade hälsovårdsmyndigheten.

Sjukdomen har förekommit långt tidigare men detta var första gången någon lyckats att isolera den bakomliggande bakterien som orsakat lunginflam-

mationerna. Händelsen gav namnet till familjen av bakterier som ger denna typ av sjukdom. Orsaken till insjuknandena var att bakterien lyckats växa till sig i ett kyltorn som användes i klimatanläggningen. Smittan spreds med ventilationen. Fyra månader efter konventet fick hotellet stänga.

År 1979 utbröt en stor epidemi av sjukdomsfall kring ett köpcenter i Västerås. Legionellabakterien kom då från ett kyltorn på hustaket.

År 2002 insjuknade en man i Italien efter jobb i en kulvert för telefonkablar där det funnits stillastående vatten. Vid en undersökning i området hittades avsevärda halter av legionella i 28 % av fallen vid en undersökning av hundra liknande kulvertar.

I Lund drabbades år 2010 en person av legionella efter att ha smittats i en fjärrvärmekammare. Den drabbade hade påbörjat ett arbete i en kammare direkt efter att ha tömt den från att ha varit fylld med vatten. Kammaren är idag bortbyggd. Efter denna olycka genomförde några fjärrvärmeföretag odlingar på vatten i de kammare som ansågs ha störst risk att innehålla legionella. Inget av företagen kunde påvisa någon legionella.

4.12.3 Legionella

Legionella *(latin Legionella pneumophila, den som älskar lungor)* är ett släkte av bakterier som ingår i stammen Proteobacteria. Det finns cirka 40 arter i samma stam.

4.12.4 Hur legionella smittar

Legionella är en bakterie bland många andra som normalt förekommer i vatten, fast i låga halter. Normalt är de helt ofarliga.

Om vatten får stå stilla och har för bakterien gynnsamma förhållanden blir bakterierna fler. Den för bakterien bästa temperaturen är cirka 40 °C. Tillväxten för bakterien är fortfarande mycket gynnsam mellan 20 °C och 45 °C. Även vid höga koncentrationer av legionella kan det fortfarande vara ofarligt att få vattnet på sig, eller att rent av dricka det.

Vi blir smittade genom inandning av små vattendroppar, så kallade aerosoler med vatten som har hög koncentration av legionella. Dessa små droppar kan komma från till exempel duschmunstycken, bubbelpooler eller kyltorn.

Sjukdomen är en lunginflammation. Symtomen på legionärssjuka är först influensaliknande. Hög feber, frossa, huvudvärk, muskelsmärtor, diarré och magsmärtor kan förekomma. Sedan följer torrhosta, andningssvårigheter och andra lungsymptom.

Boverket uppskattar att 50 personer varje år dör av legionella i Sverige. De personer som dör är oftast nedsatta av andra sjukdomar som rökning, medicinering och/eller ålder.

4.12.5 Åtgärder för att undvika olyckor

Vatten i kyltorn behandlas så att legionella aldrig uppstår.

Varmvatten värms lämpligen så snabbt att legionellabakterier aldrig hinner växa till. Ackumulatortankar ska hålla 60 °C eller mer enligt BBR. Det är dock viktigt att tänka på skållningsrisken så att det inte kan komma för varmt vatten till en tappkran. Blindgångar i varmvattensystem får inte förekomma. Installationer som inte använts på lång tid, till exempelvis duschslangar på avstängda vårdavdelningar/hotell bör spolas igenom innan någon ställer sig och duschar.

Legionellabakterier dör om temperaturen blir för hög

- Vid 50 °C dör legionellabakterier, men det kan ta många timmar.
- Vid 60 °C dör legionellabakterier på cirka 10 minuter.
- Vid 70 °C dör legionellabakterier på mindre än en minut.

Det finns även andra metoder att döda legionella på.

Se till att den kammare som du ska arbeta i är torr. Säkerställ god ventilation. Frisk tillförd luft minskar mängden aerosoler i luften. Skvätt inte runt vattnet i onödan. Använd lämplig andningsmask vid misstanke om aerosoler med legionella i en kammare som du måste gå ner i.

4.12.6 Åtgärder vid olycka

Legionella är en anmälningspliktig sjukdom enligt smittskyddslagen 2004:168. Kontakta sjukvården.

4.13 Metallförgiftning

4.13.1 Inledning

Personer som jobbar med smältsvetsning och termisk skärning riskerar att andas in metaller och därigenom bli förgiftad av dessa. Exempel på sådant arbete är att skära ner något i galvaniserat stål med en vinkelslip. Under detta arbete kommer små metallspån ut i luften och som man riskerar att andas in i lungorna, varifrån de kan spridas i kroppen.

4.13.2 Hur metaller kan skada

Metaller eller metalloxider (kemiska föreningar med metallen och syre) finns naturligt i kroppen. De brukar kallas för mineraler. De kan till och med köpas som kosttillskott. Normalt reglerar kroppen behovet av metaller alldeles naturligt. Metaller har dock en förmåga att ansamlas i kroppen. När halterna blir för höga drabbas kroppen av förgiftningstillstånd. Exempel på metaller som ger problem är koppar, zink och järn.

Metallerna kan framkalla akuta tillstånd med feber, hosta, trötthet och metallsmak i munnen. Vanliga namn på dessa sjukdomar är zinkfrossa eller metallröksfeber. På sikt finns det risk för en mer långsam och lömsk ansamling med risk för leverproblem.

Även allergiska reaktioner kan uppstå på grund av metallerna.

4.13.3 Åtgärder för att undvika skador

Arbetsmiljöverket skriver i sin föreskrift *Smältsvetsning och termisk skärning* (AFS 1992:9) lite kring dessa fenomen och beskriver de krav som finns vad gäller kontroller samt skydd. Det är viktigt att ventilera väl och att använda andningsskydd då risk finns för att andas in metaller. Vid regelmässig användning av svets och skärverktyg ska arbetsgivaren säkerställa att hygieniska gränsvärden inte överskrids. Vid sjukdomssymptom ska sjukvård sökas.

4.14 Radon

4.14.1 Inledning

Strålsäkerhetsmyndigheten uppskattade år 2014 att radon i bostäder orsakar 500 lungcancerfall per år i Sverige. Några fastighetsägare är oroliga för att radon kan komma in i fastigheten via fjärrvärmens ledningar och kulvertar.

4.14.2 Radon

Radon är ett grundämne, en radioaktiv ädelgas, med beteckningen Rn och atomnummer 86. Radon ingår i sönderfallskedjan från Uran-238 och kommer exempelvis från berggrunder som innehåller just uran. Under en period var blåbetong, baserat på uranhaltig alunskiffer, ett vanligt byggmaterial.

4.14.3 Hur radon kan skada

Radonet i sig är inte så farligt som dess sönderfallsprodukter (radondöttrar). Polonium, som bildas i sönderfallskedjan efter radon, häftar vid rök och dammpartiklar och utsänder alfastrålning. Radioaktivitet skadar människans arvsmassa och är en bidragande orsak till cancer. Genom att andas in radongas ökar den radioaktiva exponeringen i lungorna och risken att dö i lungcancer ökar.

Radon kan komma in i byggnader från marken (berggrunden) genom skorstensverkan. I områden där radon i marken är vanligt gäller det att hantera genomföringar av till exempel fjärrvärmeledningar i bottenplattan på ett bra sätt.

Se även kapitel 8 (Avhjälpande underhåll).

4.14.4 Åtgärder för att undvika olyckor

Enda sättet att ta reda på hur mycket radon som förekommer är att mäta. Gränsvärden och rekommendationer:

- Strålsäkerhetsmyndigheten rekommenderar maximalt 200 Bq/m^3 i luften i bostäder.
- Folkhälsomyndigheten rekommenderar maximalt 200 Bq/m^3 i luften i bostäder.
- Boverket tillåter maximalt 200 Bq/m^3 i luften i nya bostäder.
- Arbetsmiljöverket har i AFS 2011:18 gränsvärden för arbetare och totalexponering under ett år för viss typ av verksamhet.
- Folkhälsomyndigheten har olika rekommendationer för radonhalter i inomhusmiljöer och dricksvatten (se FoHMFS 2014:16).

Är radonhalten oönskat hög gäller det att försöka hindra radonet att komma in i husen. Ledningar som passerar husskalet kan tätas med en särskild tätning. Nästa steg, om det behövs, är att späda ut halterna med frisk luft. Fastighetsägaren får forcera ventilationen tills radonhalterna blir acceptabla.

Som individ är tipset att försöka undvika rökning, både aktiv och passiv. Eftersom poloniumet gärna utnyttjar rök och dammpartiklar för att nå lungorna är avsaknad av cigarettrök positivt.

4.15 Stora vattenmängder

Fjärrvärmesystem innehåller stora mängder vatten. Bara mängden vatten innebär i sig en risk.

Genom att spola med stora mängder vatten luckras massor upp så att de flyter iväg. Detta har utnyttjats både i industriell verksamhet (gruvbrytning) och i krig (Oktoberkriget, 1973).

En läcka eller annat oönskat utsläpp av fjärrvärmevatten i en schakt innebär att schaktväggarna

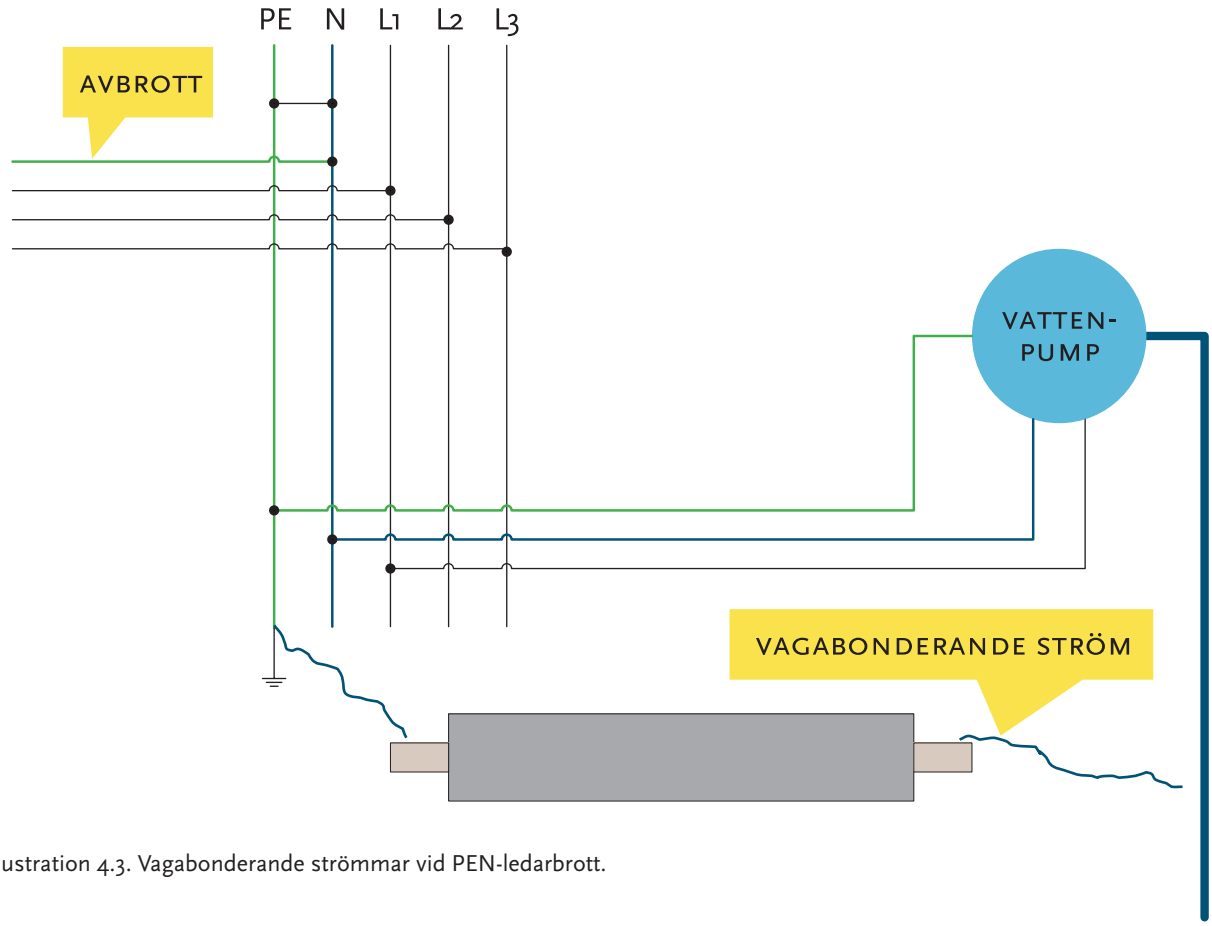


Illustration 4.3. Vagabonderande strömmar vid PEN-ledarbrott.

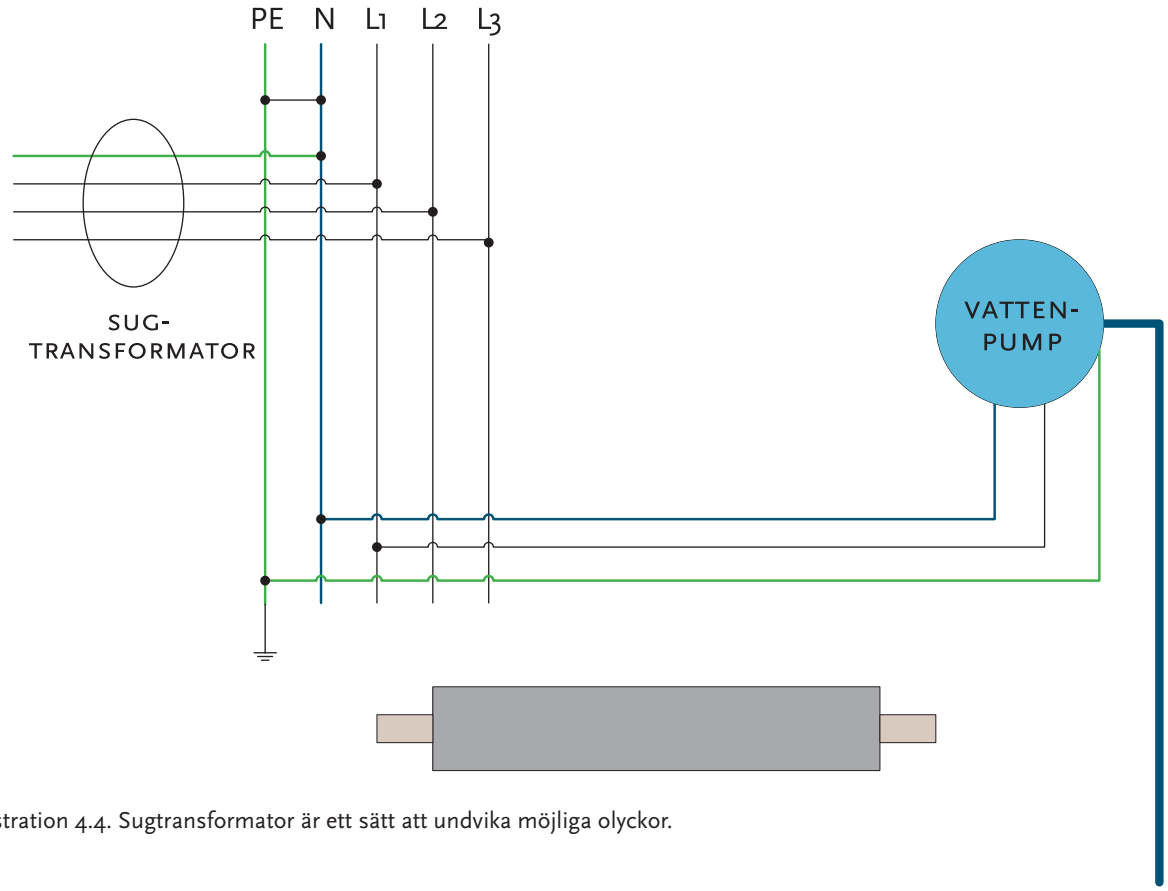


Illustration 4.4. Sugtransformator är ett sätt att undvika möjliga olyckor.

tappar i bärighet och riskerar att kollapsa. Personer som befinner sig i schakt där stora mängder fjärrvärmevatten släpps ut riskerar inte bara att skålla sig, utan även att fastna under rasmassor.

Just de stora vattenvolymer som finns i fjärrvärmesystem kan även få allvarliga konsekvenser då de oavsiktligt släpps ut i förhållandevis små fickor:

- kammare kan vattenfyllas.
- även källare kan vattenfyllas.

Dessa aspekter måste beaktas vid riskanalyser.

AFS 1981:15 omfattar skydd mot skada genom ras.

4.16 Svetsning och andra heta arbeten

Arbetsmiljöverket har formulerat föreskriften *Smältsvetsning och termisk skärning* (AFS 1992:09) inom området. Den syftar till att motverka arbetsskador i samband med smältsvetsning och termisk skärning.

Försäkringsbranschen har tillsammans med den ideella organisationen Brandskyddsföreningen tagit fram ett antal säkerhetsregler för heta arbeten. Att inte följa dessa kan bli mycket kostsamt i händelse av försäkringsärenden. Det är viktigt att stämma av vilka rutiner som gäller för exempelvis brandlarm på arbetsplatsen. Dessutom måste tillståndsansvarig utses innan arbetet påbörjas.

4.17 Vagabonderande strömmar

Inledning

Om elektrisk ström inte följer ordinarie kablar, utan letar sig fram via exempelvis vattenledningar och fjärrvärmeledningar, kallas de vagabonderande strömmar.

Vagabonderande strömmar

Då en elinstallation inte anslutits med femledare och faserna belastas ojämnt ökar risken för vagabonderande strömmar. Skulle fastighetens elservis dessutom drabbas av en skadad jordledning är risken ännu större. Nedan visas ett exempel med en fyrledarservis (TN-C-S) där PEN-ledaren är utsatt för ett avbrott. Returströmmen tar inte den naturliga vägen tillbaka – utan söker sig nya vägar (se Illustration 4.3).

Illustration 4.5 Exempel på tydligt märkta fjärrvärmeledningar som isolerats elektriskt för att motverka vagabonderande strömmar.

Hur vagabonderande strömmar kan skada

När det uppstår en potentialskillnad mellan två föremål och man kortsluter kretsen genom att ta i föremålen blir resultatet en stöt genom kroppen. Kontinuerliga strömmar ger upphov till magnetiska fält. Vatten och fjärrvärmeledningar tål helt andra strömstyrkor än vad elinstallationens ledningar gör. Under mycket olyckliga omständigheter kan även en brandrisk uppstå.

Åtgärder för att undvika olyckor

Då man upptäcker vagabonderande strömmar ska de i första hand utredas och åtgärdas elektriskt av behörig personal.

Lösningar för att eliminera eller reducera vagabonderande strömmar (se Illustration 4.4):

- Balansera elbelastningen i kundanläggningen så att så lite ström som möjligt uppstår i neutralledaren.
- Eliminera de övertoner som summeras i neutralledaren.
- Bygg om kundens elinstallation till ett femledarsystem med övervakning där neutralledaren hålls isolerad från PE-ledaren mellan förbrukningsobjekten och servisen.
- Byt ut elservisen till en femledarservis (TN-S) i form av en direktservis från nätstationen eller alternativt från matande kabelskåp.
- Installera magnetfältsreducerare/sugtransformator i servisledningen eller i kundens elinstallation för att tvinga strömmarna att i större utsträckning följa kablarna i kundanläggningen. En magnetfältsreducerare är en sluten transformatorkärna som träs utanpå en trefaskabel och vars uppgift är att skapa en motriktad spänning som reducerar obalansströmmen i kabeln.
- Inför elektriskt isolerande kopplingsstycken eller isolerade slangar (för mindre dimensioner) i de rörledningar som leder vagabonderande strömmar.
- Flytta ledningar och/eller rör.

Om de vagabonderande strömmarna inte kan elimineras på annat sätt kan det vara möjligt att isolera fjärrvärmeledningen elektriskt så att den inte längre fungerar som elledare:

- Placera den elektriska avisoleringen omedelbart efter det att fjärrvärmeledningen kommit in i byggnaden.
- Observera att det i sådana fall måste vara elektriska isoleringar som tål fjärrvärmesystemets projekteringsförutsättningar (vanligen 16 bar och 120 °C).
- Denna elektriska isolering måste dessutom märkas med separat skylt för att upplysa omgivningen om potentialskillnaden mellan de olika fjärrvärmeledningarna (före respektive efter den elektriska isoleringen).
- Det måste även appliceras något hinder för att tredje man inte av misstag ska kunna kortsluta isoleringen mellan de ledningar som kommer utifrån respektive de ledningar som är placerade inne i fastigheten.
- De delarna av fjärrvärmeledningarna som mest anses vara placerade inne i fastigheten ska dessutom anslutas mot huvudjordningsplint enligt gällande föreskrifter (för närvarande ELSÄK-FS 2008:1 samt ELSÄK-FS2010:1). Mer detaljerade instruktioner finns i SEK Handbok 444.
- Eftersom den elektriska isoleringen är en relativt svag punkt i rörsystemet är det lämpligt att dessa är väldokumenterade i det geografiska informationssystemet.
- Tänk även på att isoleringen kan innebära en tryckfallsökning för fjärrvärmevattnet.

Fjärrvärmevattnet får inte heller leda elektricitet alltför väl. Då är det omöjligt att isolera bort de vagabonderande strömmarna genom att isolera medierören elektriskt (se Illustration 4.5).

4.17 Litteratur

- *Svensk författningssamling (SFS)* kan hämtas från Riksdagens webbplats.
- *Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS)* kan läsas på Arbetsmiljöverkets webbplats.
- Jan Olof Norén: *Mätprojekt Isocyanater 1997-1999* (Rapport 2000:9, Arbetarskyddsstyrelsen, 2000).
- *Isocyanater är farliga! Det här bör du känna till om du kommer i kontakt med isocyanater* (Informationsbroschyr, ADI 200, Arbetsmiljöverket).
- *Elsäkerhetsverkets författningssamling, ELSÄK-FS*, kan läsas på Elsäkerhetsverkets webbplats.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps förordningar som exempelvis *Sprängämnesinspektionens författningssamling, SÄIFS,* kan läsas på MSB:s webbplats.
- *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS,* kan läsas på Socialstyrelsens webbplats.

- *Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling, SSMFS,* kan läsas på Strålsäkerhetsmyndighetens webbplats.
- *Boverkets författningssamling, BFS,* kan läsas på deras webbplats.
- *Har du legionellabakterier i dina vattenledningar?* (Boverket, 2000, ISBN 91-7147-585-0).
- *Livsmedelsverkets författningssamling, LIVSFS,* kan läsas på Livsmedelsverkets webbplats.
- *Arbetsmiljöhandbok* (ISBN 978-91-85775-18-7, Svensk Fjärrvärme, 2013).
- Jan Eriksson: *Kolmonoxidexponering vid gassvetsning* (Svensk Fjärrvärme, 2011, ISBN 978-91-85775-00-2).
- *Skarvteknik* (Svensk Fjärrvärme, 2013, ISBN 978-91-85775-13-2).
- *Säkerhet i fjärrvärmeanläggningar – Regler och råd för riskbedömning* (rapport 2004:2. Svensk Fjärrvärme, 2004).
- *Fjärrvärmens arbetsmiljö* (Rapport framtagen av ÅF processdesign på uppdrag av Svensk Fjärrvärme, 2011).
- Harald Ullman: *Brandfarliga heta arbeten* (Brandskyddsföreningens förlag, 2009, ISBN 978-91-7144-393-9).
- Brandskyddsföreningen: *Risker vid avbrott på PEN-ledaren* (Faktablad från Elektriska nämnden, Svenska Brandskyddsföreningen, 2008).
- *Isocyanater i arbetet* (Informationsbroschyr framtagen av Karolinska Institutet på uppdrag av Stockholms läns landsting).

5. MILJÖ

5.1 Syfte

I detta kapitel diskuteras miljöpåverkan från fjärrvärmedistributionsanläggningar. Syftet är att sätta in underhållsarbetet i ett perspektiv där insatser och arbete med att underhålla och förnya anläggningen ger påverkan på miljön. Förhoppningen är att synliggöra kopplingen mellan ett systematiskt underhållsarbete och ett systematiskt miljöarbete.

Miljörisker med det förebyggande arbetet inom miljöområdet ligger många gånger nära arbetsmiljöområdet. Vi har i handboken valt att hantera arbetsmiljö och miljö i egna kapitel.

5.2 Miljölagstiftningen

Miljöbalken, Svensk författningssamling 1998:808, trädde i kraft den 1 januari 1999. Syftet med miljöbalken är att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer kan leva i en hälsosam och god miljö. Många bestämmelser som ingick i tidigare miljölagstiftning har fått en vidare tillämpning i och med miljöbalken.

Balken berör alla typer av åtgärder, oavsett om de ingår i den enskildes dagliga liv eller i någon form av näringsverksamhet.

Naturvårdsverket har en central roll för miljölagstiftning med tillämpningar. Verket arbetar med att:

- delta i utvecklingen av miljölagstiftningen, bland annat genom att ge underlag till regeringen i olika frågor
- meddela föreskrifter och allmänna råd till miljöbalken, som ges ut i Naturvårdsverkets författningssamling (NFS)
- vägleda andra myndigheter i miljöbalksfrågor och ibland delta som part eller expert i mål och ärenden som avgörs hos myndigheter och domstolar.

Även andra myndigheter har ansvar för tillsynsvägledning inom vissa delar av miljöbalken. Tillsyns- och föreskriftsrådet har en lista över hur ansvaret är fördelat mellan olika myndigheter på olika nivåer: regionalt, länsstyrelser och kommuner.

Information om miljölagstiftning finns på Naturvårdsverkets webbplats www.naturvardsverket.se

5.2.1 Centrala begrepp inom miljölagstiftningen

Inom miljölagstiftningen finns begrepp som är centrala och som ofta lyfts fram när lagstiftningen diskuteras. Vi fokuserar på två centrala begrepp: hänsynsreglerna och egenkontrollen.

Hänsynsreglerna

Ett sätt att minska miljöpåverkan från verksamheter är att tänka efter före och exempelvis välja system och utrustning där miljöaspekter vägts in innan anläggningen byggts. Hänsynsreglerna handlar just om att tidigt väga in miljön i sammanhanget med fokus på följande:

- skaffa sig kunskap
- omvänd bevisbörda (kunna visa att du är oskyldig)
- välja den kemiska produkt som är mindre farlig för miljön eller människors hälsa
- bästa möjliga teknik (BAT, Best Available Technique)
- hushålla med energi och råvaror samt främja återanvändning och återvinning av avfall
- val av plats, lokaliseringsprincipen
- skadeansvar, den som orsakat skadan/föroreningen är ansvarig
- skälighetsprincipen, miljömässigt motiverade och ekonomiskt rimliga åtgärder.

För alla typer av verksamheter och åtgärder finns skyldighet att uppfylla kraven som ställs i hänsynsreglerna.

Egenkontroll

Lagstiftningen ställer krav på egenkontroll. Verksamhetsutövaren är ansvarig för egenkontrollen.

Grundläggande principer och synsätt är att egenkontrollen ska:

- knyta an till hänsynsreglerna (se ovan)
- styra och ge kontroll över det dagliga arbetet så att miljöbalken efterlevs

- vara en integrerad del av verksamheten – pågående och fortlöpande
- samspela med frivilliga ledningssystem och övrig lagstiftning inom exempelvis arbetsmiljö.

Egenkontrollen innebär i stort ett systematiskt sätt att arbeta med miljöfrågor och grundar sig i att verksamhetsutövaren ska känna till vilka risker för miljön eller människors hälsa som finns med verksamheten eller åtgärden. Utifrån kända risker och kunskap ska verksamhetsutövaren systematiskt arbeta med att minska miljöpåverkan.

5.2.2 Kommunikation

Verksamhetsutövare är enligt miljöbalken skyldig att genast underrätta tillsynsmyndigheten vid upptäckt av en miljöstörning som till exempel en markförorening.

Sker ett utsläpp som kan medföra olägenhet för omgivningen är verksamhetsutövaren också skyldig att omgående meddela tillsynsmyndigheten – samt i förekommande fall också räddningstjänsten.

Bolag som bedriver värmedistributionsverksamhet har handlingsplaner, som beredskapsplaner och nödlägesplaner för exempelvis driftstörningar, som kan medföra påverkan på miljön. Kommunikation ingår som en del av handlingsplanerna.

5.3 Miljöledningssystem

För att skapa struktur och systematik i miljöarbetet väljer många företag att införa ett miljöledningssystem som också kan certifieras enligt ett standardiserat system (ISO 14001, EMAS och så vidare). Systematiskt arbete med miljöfrågor ger en struktur som gör det lättare att driva miljöfrågorna. Verksamheten behöver planera, genomföra, följa upp samt vidta åtgärder för att kontinuerligt förbättra organisationens miljöarbete.

Ett miljöledningssystem som är certifierat enligt exempelvis ISO 14001 ställer liknande krav som det lagstadgade systematiska arbetsmiljöarbetet. Det innebär att det ska finnas en miljöpolicy, miljöaspekter, mål och handlingsplaner samt regelbundna uppföljningar för att kontrollera att systemet uppfyller syftet att ständigt förbättra miljön. Vid upphandlingar och i förfrågningsunderlag kan det ställas krav på att entreprenören/leverantören har ett certifierat miljöledningssystem.

5.4 Miljöpåverkan från fjärrvärmedistribution

Vid inventering av en verksamhets påverkan på miljön är det vanligt att dela in denna åverkan på:

- luft
- mark
- vatten
- buller
- övrig påverkan.

Nedan redovisas de betydande miljöaspekter för fjärrvärmedistribution som vanligen förkommer.

Utsläpp till luft

- Värmeförluster från distributionsnäten ger en ökad värmeproduktion. Värmeproduktionen kan ske i olika anläggningar, men innebär emissioner till luft.
- Spädmatning av vatten, typisk omsättning mellan 0,5 och 1 nätvolym per år påverkar även emissioner till luft då det är uppvärmt vatten som läcker ut och det måste ersättas (värmas upp).
- Elanvändning (pumparbete).
- Transporter, service på fjärrvärmenätet.
- Utsläpp av freon från åldrande *polyuretanisolering* blåst med freon.

Utsläpp till mark

- Varmt vatten påverkar växtlighet vid utsläpp till mark.
- Dosering, infärgning av pyranin i fjärrvärmevatten ger vid läckage/utsläpp påverkan på mark.
- Övrig påverkan kan till exempel vara läckage av kemikalier till mark.

Utsläpp till vatten

- Varmt vatten påverkar växtlighet vid utsläpp till mark.
- Vattenläckage, råvattenresurs.
- Dosering, infärgning, av pyranin i fjärrvärmevatten ger vid läckage/utsläpp påverkan recipient.
- Övrig påverkan kan till exempel vara läckage av kemikalier till vatten.

Buller

Naturvårdsverket kommer att ta fram en vägledning som innehåller ljudnivåer för bulleremissioner från anläggningar. Vägledningen kommer även att behandla teknisk utrustning. Vid fjärrvärmedistribution kan buller uppstå i olika sammanhang som:

- Kontinuerligt buller från fast installerad utrustning som pumpstationer.
- Buller från transporter.
- Buller från anläggningsarbete, exempelvis elaggregat för drift av handmaskiner.
- Buller från onormala händelser.

Historisk mark, fornfynd
Om en fornlämning påträffas i samband med grävarbeten måste arbetet genast avbrytas och anmälan göras till länsstyrelsen.

Transporter och användning av maskiner
I tätorter gäller tomgångskörning i maximalt en minut. Förutom övriga utsläpp bidrar tomgångskörningen till uppkomst av marknära ozon.

I flera svenska städer har miljözoner upprättats där endast tunga transporter av en särskild miljöklass får användas. Syftet med miljözonerna är att förbättra luftkvaliteten i städerna.

Betydande miljöaspekter
För många fjärrvärmenät anses de betydande miljöaspekter vara:
- Påverkan på luft indirekt via värmeförluster (värmeproduktion). Typiskt 10 % värmeförluster i fjärrvärmenät.
- Vattenutsläpp till vattendrag. Uppvärmt varmt vatten med annan vattenkemi som kommer ut i vattendrag påverkar mest mindre recipienter.
- Markföroreningar är verksamhetsutövaren ansvarig för i samband med exempelvis förläggning av ledningar i mark.
- Transporter vid byggnation och service.

5.5 Fjärrvärmedistributionens miljöpåverkan över livstiden, ("LCA")

Tillverkning
Tillverkare ska kunna redovisa om deras produkter innehåller några ingående ämnen som finns med i Kandidatförteckningen. Ämnen som är listade i denna förteckning är farliga för miljön och ska avvecklas: http://www.kemi.se/reach/kandidatforteckningen

Byggnation
Vid byggnation ska avfallet så långt som möjligt sorteras på plats. Materialåtervinning bör främjas. Avfall och farligt avfall ska tas omhand enligt gällande regler i miljöbalken. Farligt avfall får inte transporteras utan att särskild anmälan eller tillstånd (beroende på mängder) har sökts hos länsstyrelsen. Fjärrvärmerör med CFC-blåst isolering är att betrakta som farligt avfall.

Vid markarbeten som innebär att asfalt bryts upp kan PAH (polycykliska aromatiska kolväten) frigöras. Lokala regler ska följas för att hantera asfalten på rätt sätt.

Vid ett eventuellt läckage av kemikalier (av exempelvis hydraulolja) till mark eller vatten ska utsläppet i första hand försöka begränsas. Vidare ska räddningstjänsten larmas för att en sanering ska kunna inledas. Kontakta omgående tillsynsmyndigheten.

Kemikalier och flytande farligt avfall ska förvaras på ett säkert sätt så att eventuellt spill eller läckage inte kan nå omgivningen.

Inför en byggnation rekommenderas att en miljöplan upprättas. I planen bör det regleras hur avfallet ska tas omhand, hur kemikalier ska förvaras och hanteras samt hur eventuella nödlägen ska skötas.

Drift och underhåll
Effektiv drift och underhåll av fjärrvärmedistributionsanläggningar ska innehålla miljöhänsyn och vara en del av det systematiska underhålls- och förbättringsarbetet. Ett systematiskt underhållsarbete minskar miljöpåverkan och reducerar risk för haverier med läckage och utsläpp av fjärrvärmevatten till mark och vatten.

Avveckling
Vid avveckling bör det undersökas om fjärrvärmerören kan materialåtervinnas. Stål och polyeten bör materialåtervinnas. Fjärrvärmerör som är blåsta med CFC (klorfluorkarboner) är att betrakta som farligt avfall. Även asbest är farligt avfall med regler för hur det ska hanteras både ur arbetsmiljö- och miljösynpunkt.

Utbyte av äldre fjärrvärmerör bör ske efter de förhållanden som råder i det aktuella området.

Befintliga ledningar i mark
Hanteringen av befintliga ledningar i mark, när utbyte och förnyelse sker, varierar från plats till plats. Om befintliga ledningar inte tas bort i samband med förnyelsen kan ledningarna i många fall få ligga

kvar (tagna ur drift) i marken. Ansvaret för ledningarna stannar dock kvar hos ledningsägaren.

Fjärrvärmeledningar med CFC-blåst isolering
Upptäckten av den negativa påverkan som CFC har på ozonskiktet i atmosfären ledde under 1980-talet fram till avvecklingsplaner inom branscher där CFC och även HCFC (klorfluorkolväten) användes. Även fjärrvärmebranschen påverkades och fjärrvärmeledningar isolerade med PUR (polyuretan) genomgick en förändring under 1980-talet.

Under omställningsperioden provade tillverkare och bransch olika ersättningar för CFC, bland annat koldioxid (CO_2) som blåsmedel. Produktion och import av fjärrvärmeledningar med CFC-blåst isolerskum förbjöds den 1 juni 1991. Efter en tid av prov och utvärdering av olika isolering och blandningar har branschstandarden blivit polyuretanisolering med cyklopentan som blåsmedel.

Från starten på 1970-talet för fjärrvärmeledningar med direktapplicerad isolering och fram till det att förbudet för CFC-blåst isolering inträdde uppskattas att 2 800 ton CFC-11 installerats. Då en del av gasen har diffunderat ut ur isoleringen uppskattades år 1997 den kvarvarande mängden CFC i fjärrvärmeledningar till 2 000 ton.

Avfalls- och kemikaliehantering vid fjärrvärmedistribution
Avfall och farligt avfall ska sorteras så långt som möjligt. Farligt avfall får inte transporteras utan att transportören är anmäld eller har tillstånd som söks hos länsstyrelsen. Journal ska föras över transporterade mängder. Avfall ska förvaras skyddat från nederbörd och så att eventuellt läckage inte kan komma ut till omgivningen.

Kemiska produkter som används vid fjärrvärmedistribution ska ha ett säkerhetsdatablad (SDB) som fås kostnadsfritt från leverantören. Kemikalierna ska med fördel nedtecknas i en kemikalieförteckning som anger kemikaliens namn, risk- och skyddsfraser, var kemikalien används samt årlig förbrukning. Kemikalier ska förvaras på ett sådant sätt att ett läckage eller spill inte kan nå omgivningen.

5.6 Litteratur

- *Miljöbalken, SFS 1999:808* (Sveriges Riksdag).
- *Egenkontroll – en fortlöpande process* (Handbok 2001:3, Naturvårdsverket, ISBN 91-620-0113-2).
- Magdalena Svanström: *Blowing agents rigid polyurethane foam – Analytical Studies – Technical and Environmental Aspects* (Chalmers University of Technology, Göteborg, 1997).
- Morgan Fröling: *Miljöanpassning/återanvändning av polyuretanisolerade fjärrvärmerör: En förstudie* (FOU 1998:32-rapport, CTH Kemisk Miljövetenskap & Svenska Fjärrvärmeföreningens Service, 1998).

6. GRUNDLÄGGANDE UPPBYGGNAD OCH FUNKTION

6.1 Inledning

Vid uppvärmning av stål eller koppar sker en längdförändring av materialet. I fjärrvärmerör ger det ofta upphov till mycket stora krafter. Ett fjärrvärmenät kan vara uppbyggt av flera olika system där krafterna och rörelserna tas upp på olika sätt. Förståelsen för dessa krafter och rörelser är viktig vid alla typer av arbeten i och vid fjärrvärmesystem, som projektering, nybyggnation, utbyte, reparation och schaktning i närheten av systemet.

Syftet med detta kapitel är att ge en handledning till och skapa förståelse för fjärrvärmesystemens grundläggande uppbyggnad och funktion hos alla som arbetar med och i närheten av fjärrvärmenät. I kapitlet beskrivs hur krafterna och rörelserna verkar och ska hanteras i de olika typerna av system. Detta för att undvika onödiga och för tidiga skador på ledningarna som kan orsaka förkortad livslängd eller till och med haveri.

6.2 Typer av system

Fjärrvärmeledningar kan byggas som fasta system, flexibla system, hålrörssystem samt tunnel- och inomhussystem.

6.2.1 Fasta system

System för distribution av fjärrvärme som byggs med friktionsfixerad eller friktionshämmad förläggning. Denna typ av system är idag vanligast vid byggnation av huvud- och fördelningsledningar.

I ett fast system rör sig rören som en sammanhängande enhet där rörelserna begränsas av markens friktion mot yttermanteln. Systemets rörelsemönster beror på vilken läggningsmetod det är byggt med. Rörelsen är begränsad till systemets ”friktionslängd”. Vid rörlängder längre än dubbla ”friktionslängden” rör sig ledningen exponentiellt utefter ”friktionslängden” åt respektive håll. Övrig ledningssträcka förblir stilla.

Fasta system är normalt försedda med larmtrådar och kan på så sätt mätas och övervakas avseende fukt och läckage (se Illustration 6.1).

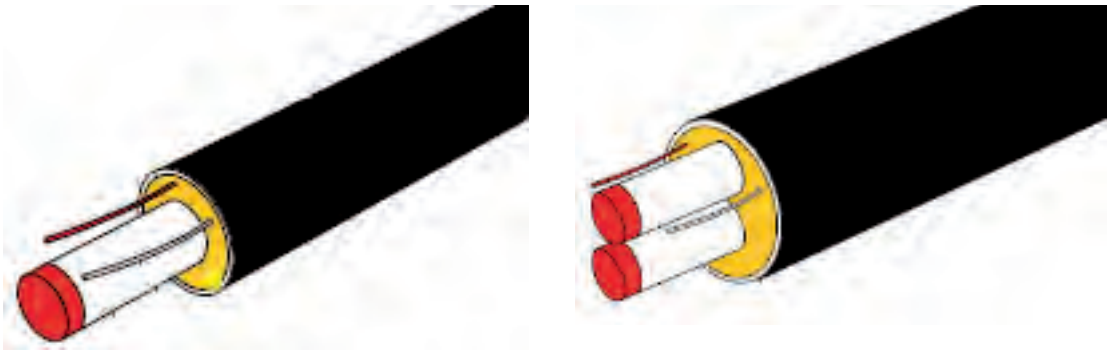


Illustration 6.1. Enkel- och tvillingrörsledning för fast system med larmtrådar. Källa: Logstor (produktkatalog).

6.2.2 Flexibla system

Flexibla system för distribution av fjärrvärme erbjuder större slankhet för att möjliggöra ett flexiblare förläggningssätt än fasta system. Detta är det idag vanligaste systemet vid byggnation av servisledningar.

Det finns två typer av flexibla system:

- System där längdutvidgning tas upp i rörmaterialet.
- System där längdutvidgning tas upp i förläggningssättet med sinuskurvor, det vill säga att utvidgningen styrs till att bli sidorörelser istället för axiella rörelser.

Systemtypen finns endast i mindre dimensioner och kan endast i vissa fall förses med larmtrådar för mätning samt övervakning av fukt och läckage (se Illustration 6.2 och 6.3).

6.2.3 Hålrörssystem

Hålrörssystem är en äldre typ av system för distribution av fjärrvärme. Medieröret rör sig i ett hålrum, omslutet av ett ytterhölje som ligger fast. Ytterhöljets funktion är dels att skapa hålrummet, dels att hindra inträngning av vatten. Längdutvidgning tas upp i kompensator eller slag och hålls fast av fixeringar. Rörelsen styrs av styrningar.

Exempel på hålrörssystem är betongkulvert eller asbestcementrör. Det finns även hålrörssystem med isolering av PUR (polyuretan) och yttermantel av PE (polyeten). Då ligger medieröret i ett styrrör, som skapar hålrummet, med isolering mellan yttermantel och styrrör.

I hålrörssystem där expansionsanordningen utförts med slag har ibland expansionsutrymmet skapats genom att öka dimensionen på ytterhöljet närmast kammaren. Denna typ av system är generellt uppbyggda med kammare där fixeringar, kompensatorer, lyror, ventilarrangemang med mera finns placerade.

Asbestcementrörsledningar byggdes i tvillingrörsutförande med DN 20–DN 100 och i enkelrörsutförande med DN 125–DN 200. Ytterhöljets längd var 5 meter och bygglängden med medierör var 5,5 meter.

Illustration 6.2. Enkelrörs- och tvillingrörsledning för flexibelt system där längdutvidgning tas upp i rörmaterialet. Källa: Logstor (produktkatalog).

Illustration 6.3. Enkelrörs- och tvillingrörsledning för flexibelt system där längdutvidgning tas upp i förläggningssättet med sinuskurvor. Källa: Aquawarm (produktkatalog).

Nedanstående illustrationer (6.4–6.18) är hämtade från *Metoder att minska värmeförluster i befintliga fjärrvärmesystem, Etapp 1* (Byggforskningsrådets rapport R78:1984).

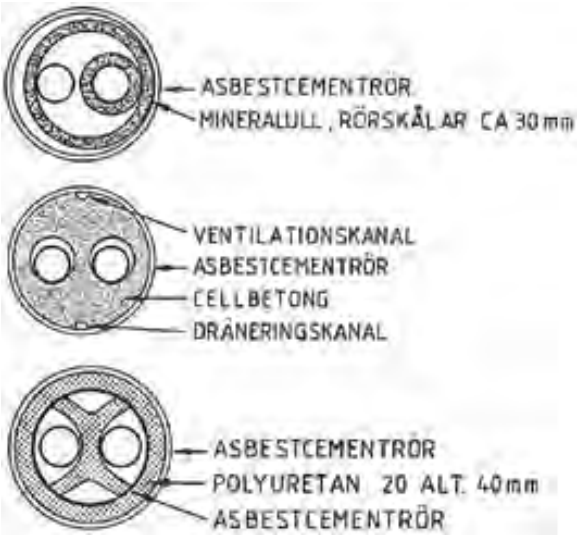


Illustration 6.4. Olika typer av isolering för asbestcementrör i tvillingrörsutförande.

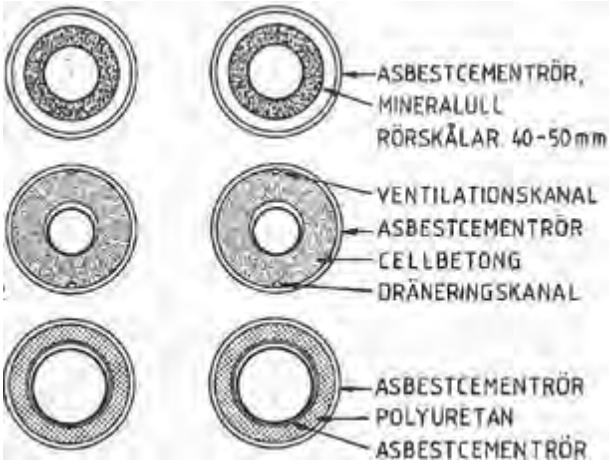


Illustration 6.5. Olika typer av isolering för asbestcementrör i enkelrörsutförande.

Illustration 6.6. Rörstöd i stål för asbestcementrör.

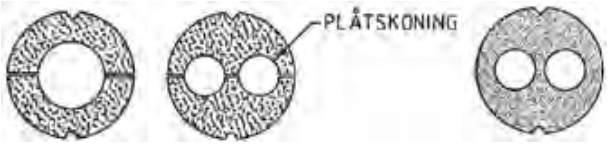


Illustration 6.7. Rörstöd i tretong för asbestcementrör.

Illustration 6.8. Rörstöd i polyuretan för asbestcementrör.

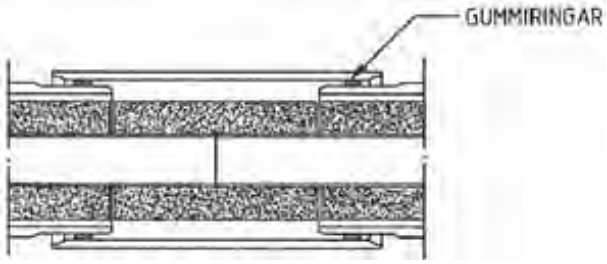


Illustration 6.9. Skarv med rullkoppling för asbestcementrör.

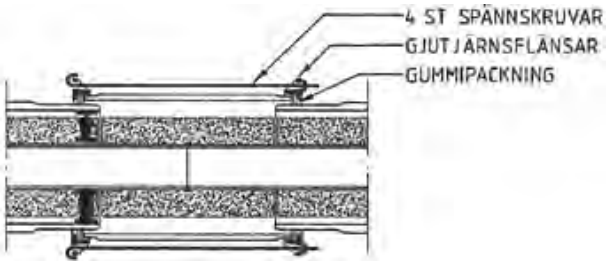


Illustration 6.10. Skarv med gibaultkoppling för asbestcementrör.

Stålrörsledning byggdes huvudsakligen i Linköping. Stålrören är rostskyddade med asfalt och glasfiberväv, alternativt med protektorbinda eller målningsbehandling.

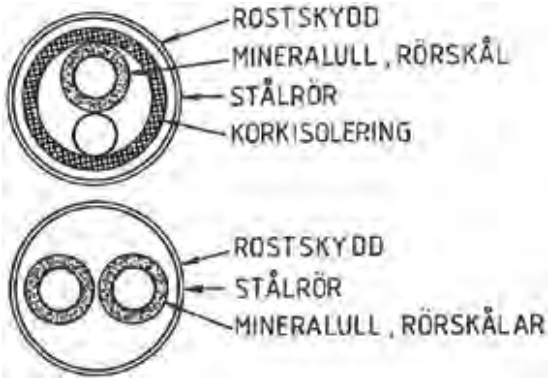


Illustration 6.11. Olika typer av stålrörsledning.

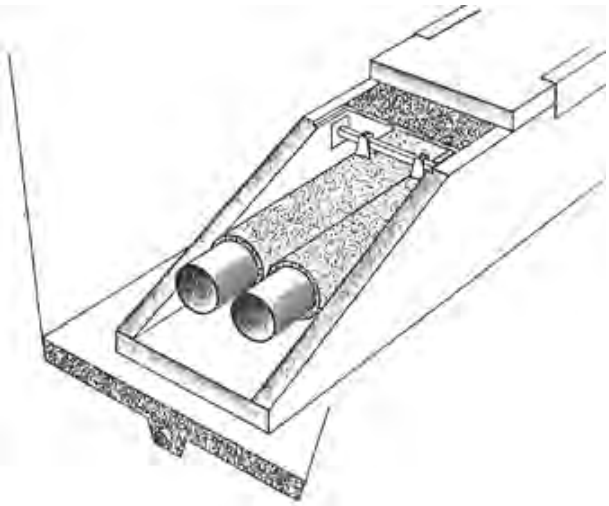


Illustration 6.12. Lådkulvert.

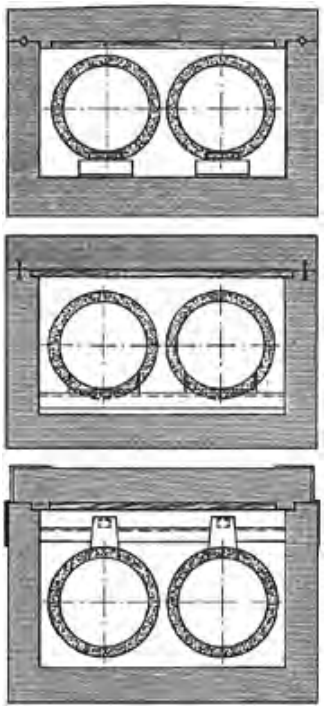


Illustration 6.13. Mineralullsisolerad lådkulvert med rörupplag av gasbetongblock och klinkerplatta, glidupplag av UNP-balkar samt hängande glidupplag.

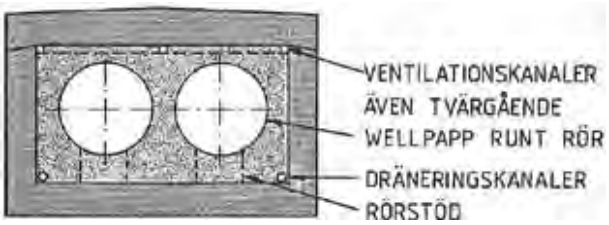


Illustration 6.14. Lådkulvert med isolering av cellbetong eller lättklinker.

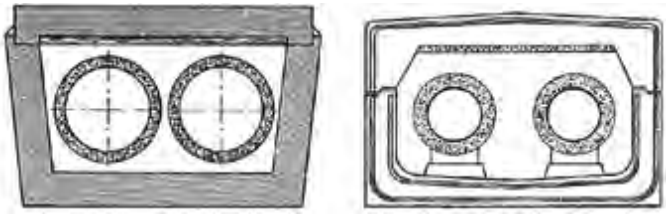


Illustration 6.15. Prefabricerad lådkulvert med hängande rörupplag (byggdes i Malmö) och rörupplag (byggdes i Västerås).

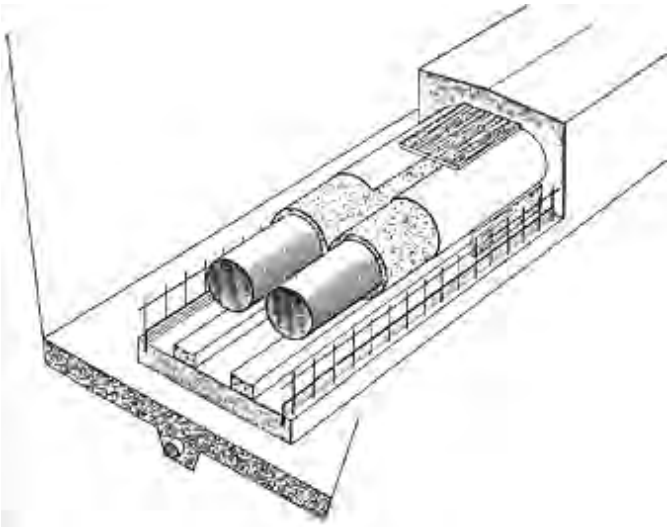


Illustration 6.16. Plattkulvert.

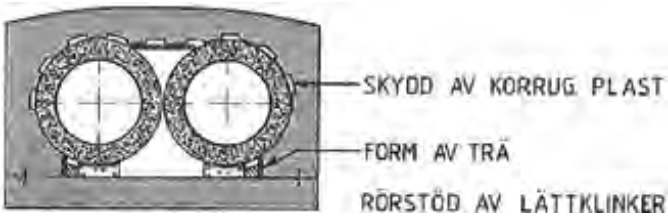


Illustration 6.17. Plattkulvert DN ≤300.

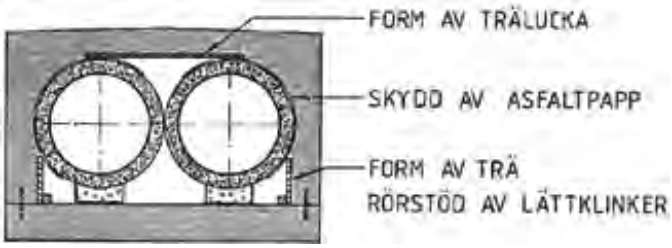


Illustration 6.18. Plattkulvert DN ≤300 och DN >300.

Hålrörssystem med isolering av PUR byggdes till och med år 1979.

Ytterhöljet (skyddsröret) till medierör med DN 80–DN 150 tillverkades i PEH (polyeten) och med DN 200–DN 600 i glasfiberarmerad polyester. Hålröret (innerrör) till medierör med DN 80–DN 250 tillverkades i fenolhartslaminat och med DN 300–DN 600 i glasfiberarmerad polyester. Skyddsrörens längd var 5 meter och bygglängden med medierör var 5,5 meter (se Illustration 6.9).

6.2.4 Tunnel- och inomhussystem

Tunnel- och inomhussystem byggs för distribution av fjärrvärme i tunnlar eller inomhus. Längdutvidgning tas upp i kompensator eller slag. Konstruktionen hålls fast av fixeringar och rörelsen styrs av styrningar.

6.3 Krafter i fjärrvärmesystem

6.3.1 Generellt

6.3.1.1 Expansion

Vid uppvärmning av stål eller koppar sker en längdförändring av materialet (expansion eller värmeexpansion). Vid en temperaturförändring från 0–120° C är värmeexpansionen cirka 1,44 mm/m för stålrör och cirka 1,7 mm/m för kopparrör. Värmeexpansion i fjärrvärmerör ger ofta mycket stora krafter, vilka måste föras över till kraftupptagande anordningar. Rörelsen som värmeexpansionen orsakar tas upp med expansionsanordningar (se Illustration 6.20).

6.3.1.2 Kraftupptagande anordningar

Kraftupptagande anordningar behövs för att ta upp krafter orsakad av inre tryck och värmeexpansion. I fjärrvärmesystemen finns följande typer av anordningar:

- fixeringar
- kammare
- omgivande mark och jordtryck.

I hålrörssystem samverkar samtliga ovanstående krafter med varandra. I fasta system är omgivande mark och jordtryck den kraftupptagande anordningen (se illustration 6.20).

6.3.1.3 Expansionsanordningar

Expansionsanordningar används för att ta upp rörelser orsakade av värmeexpansionen. I fjärrvärmesystemen finns följande typer av anordningar:

- avlastningsslag utformat som L-, Z- eller U-böj
- axial- eller länkkompensator
- stålspunnen slangkompensator.

Vid användning av kompensatorer ska hänsyn tas till de axialkrafter som belastar systemet. En kompensator samverkar alltid med en fixering. För att säkerställa att kompensatorn jobbar rakt används styrningar.

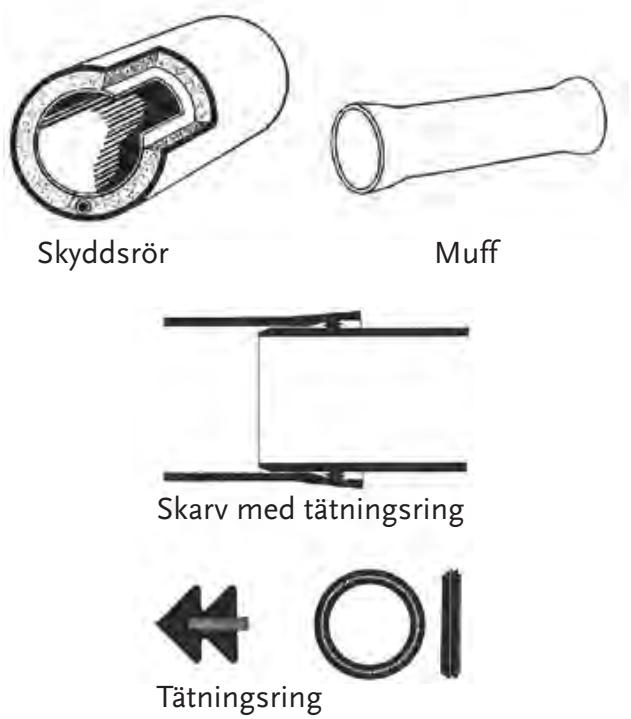


Illustration 6.19. Hålrörssystem med PUR-isolering. Källa: Lubo Värmekulvert (produktkatalog).

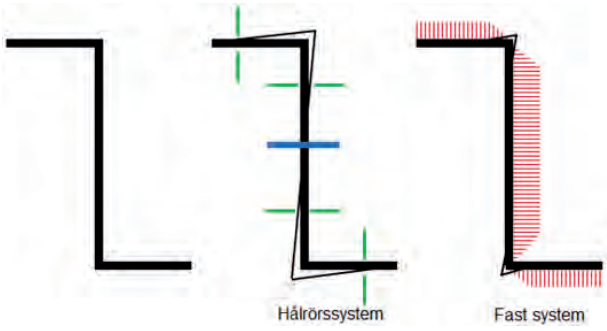


Illustration 6.20. Krafter i hålrörssystem och fasta system.

6.3.1.4 Förspänning

Förspänning är en åtgärd som till viss del expanderar ledningen termiskt eller mekaniskt före återfyllning. Syftet med förspänning är att kompensera för värmeexpansion för att minska de axiella spänningarna och storleken på expansionsanordningen.

Förspänning används inte vid kallförläggning.

6.3.2 Krafter i system med kompensatorer

6.3.2.1 Uppbyggnad och funktion

I system med kompensatorer samverkar kompensatorn alltid med en fixering. Medierörets längdutvidgning tas upp i en kompensator eller ett slag och hålls fast och styrs av fixeringar och styrningar. Styrningarna säkrar också att kompensatorn jobbar rakt. Förståelsen för samverkan mellan expansionsanordningarna och de kraftupptagande anordningarna samt vilka krafter och rörelser som kan uppstå är viktig vid projektering och ingrepp i hålrörssystem (se illustration 6.20).

I ett system med kompensatorer och fixeringar, där ledningen är rak och utan avstängningsventiler, är trycket tvåsidigt och krafterna tar ut varandra enligt illustrationerna 6.21–6.23 nedan.

När röret expanderar byggs krafter upp på grund av inre tryck, kompensatorns fjädermotstånd och friktionen mellan medierör och rörstöd:

KRAFT PÅ GRUND AV DET INRE TRYCKET, Fp

Fp = P x Aa; P = systemets beräkningstryck, normalt 16 bar, Aa = Kompensatorns aktiva area.

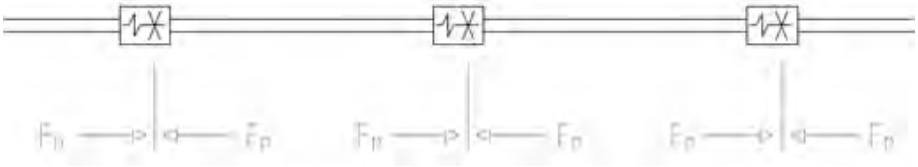


Illustration 6.21. Kraft på grund av inre tryck.

KRAFT PÅ GRUND AV KOMPENSATORNS FJÄDERMOTSTÅND, Fk

Kompensatorn monteras in i systemet för att ta upp rörelsen vid ledningens expansion.
Det innebär att den är en inspänd fjäder som trycker med en fjäderkraft.

Fk = k x Lk; k = Kompensatorns fjäderkonstant, Lk = hälften av kompensatorns totala slaglängd.

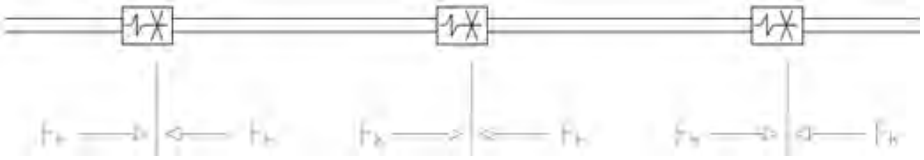


Illustration 6.22. Kraft på grund av kompensatorns fjädermotstånd.

KRAFT PÅ GRUND AV FRIKTION, Ff

När ledningen expanderar mot kompensatorn håller fixeringen emot och styr rörelsen åt önskat håll.
Då uppstår en friktionskraft mellan medierör och rörstöd som verkar mot fixeringen.

Ff = M x μ; M = Rörets vikt inkl. vatten (kg/m), μ = friktionsmotståndet mellan medierör och rörstöd.

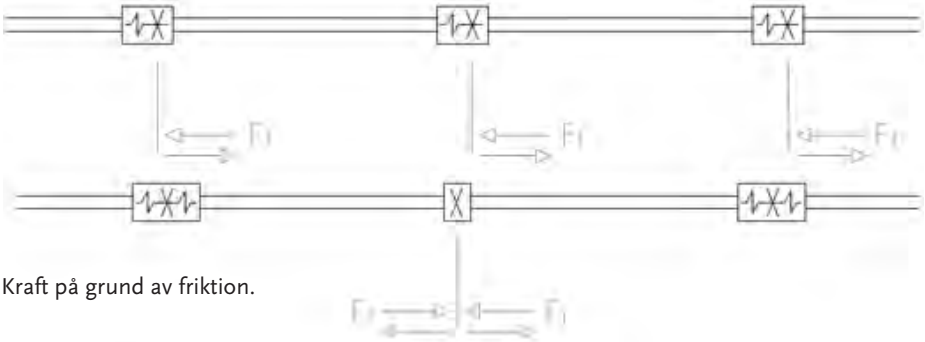


Illustration 6.23. Kraft på grund av friktion.

I ett system med kompensatorer och fixeringar, och där ledningen har avvinkling/böj eller stängd ventil, blir trycket ensidigt. Bottningstryck uppstår enligt illustration 6.24 nedan. Bottningstrycket uppstår i den avvinkling/böj eller stängda ventil som kompensatorn trycker mot på grund av systemets inre tryck i kombination med kompensatorns oförmåga att vara stabil eftersom den är en inspänd fjäder.

6.3.2.2 Ingrepp i system med kompensatorer

Vid ingrepp i system med kompensatorer och fixeringar måste dimensionering av expansionsanordningar och kraftupptagande anordningar kontrolleras. Ibland behöver åtgärder utföras för att ingreppet inte ska förstöra systemets funktion och komponenter.

Nedan presenteras några exempel på vad som behöver kontrolleras och på åtgärder som kan behöva utföras innan planerade ingrepp. I handbokens kapitel 8 (Avhjälpande underhåll) kan du läsa mer om olika ingrepp i system med kompensatorer.

Kontroll av systemets uppbyggnad och funktion

I system med kompensatorer samverkar kompensatorn alltid med en fixering. Därför måste kontroll av systemets uppbyggnad och funktion alltid göras vid planering av ingrepp för att säkerställa att det finns en fixering mellan expansionsanordningarna, exempelvis kompensator och böj. Om fixeringen byggs bort, utan att ersättas, kommer det att leda till lednings- och/eller kompensatorhaveri.

Åtgärder vid ingrepp som påverkar expansionsanordningar

Expansionsanordningarna är dimensionerade för att jobba med en bestämd längdändring. Det är därför viktigt att låsa ledningens läge vid punkten för ingreppet med en för ledningen dimensionerad låsning. Detta för att:

- behålla kompensatorns dimensionerade längdändring
- kompensera för materialets längdändring på grund av den temperaturändring som uppstår under arbetets gång.

Åtgärder vid montering av kompensator

Vid insvetsning av kompensator:

- Kompensatordiagram ska göras och användas.
- Kompensatorer ska monteras rakt i systemet. Detta kan kontrolleras genom att mäta att kompensatorns längd är densamma ”klockan” 3, 6, 9 och 12.

Kontroll av kraftupptagande anordningars dimension

De kraftupptagande anordningarna är dimensionerade för att ta hand om en bestämd kraft. Det är därför viktigt att kontrollera att anordningarna klarar de krafter som ingreppet orsakar se Illustrationer 6.25–6.28.

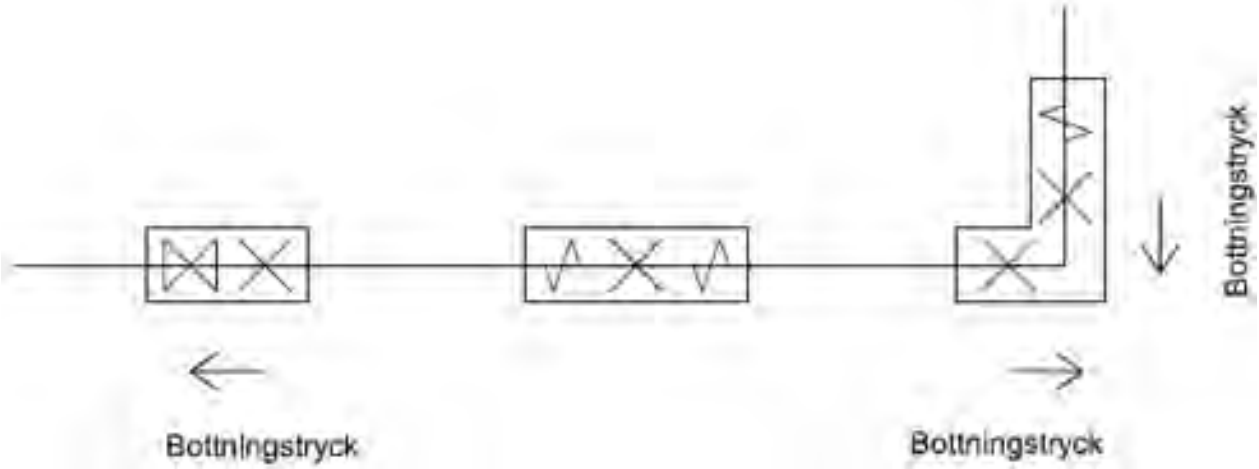


Illustration 6.24. Bottningstryck.

STOPPKLACKAR OCH RÖR VID FIXERING:

- svetslängd
- tryckyta mot balk
- deformering – inbuckling av rör.

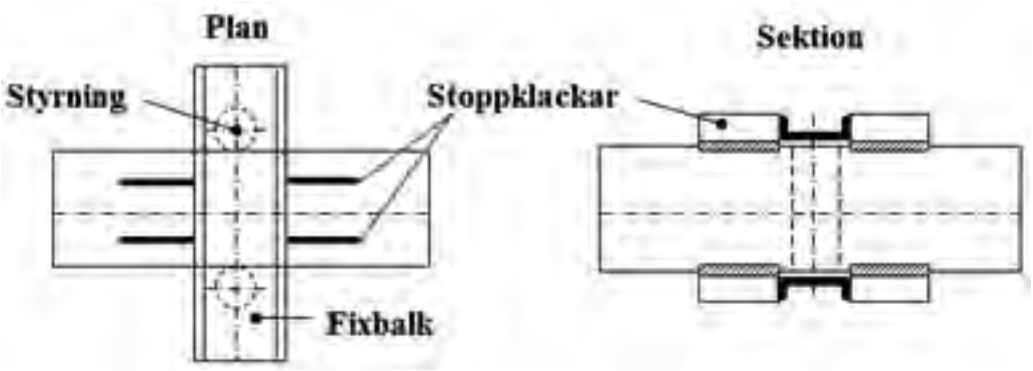


Illustration 6.25. Stoppklackar och rör vid fixering Källa: Mälarenergi.

FIXERINGSBALKAR MED TILLHÖRANDE STYRNINGAR:

- huvudbalkars böjmotstånd
- sidostyrningar
- upplagskraft av rörvikt
- balkliv, eventuell förstärkning.

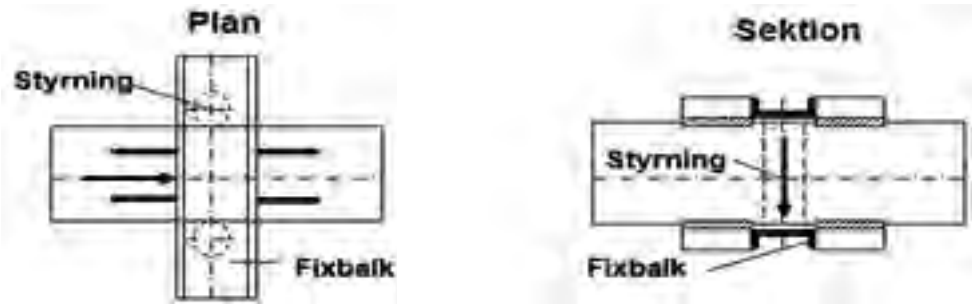


Illustration 6.26. Fixeringsbalkar och styrningar. Källa: Mälarenergi.

BALKFÄSTEN I KAMMARVÄGG:

- tryckyta för balk mot betong
- armering runt ingjutningsplåt för balkfäste
- eventuella förstärkningsbalkar mot vägg vid vinkeländring.

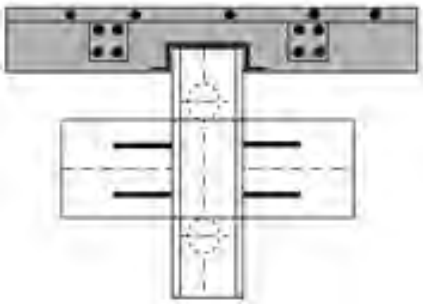


Illustration 6.27. Balkfästen i kammarvägg. Källa: Mälarenergi.

KAMMARE OCH JORDTRYCK:

- inverkan från olika driftfall, exempelvis stängda ventiler
- rätt proportion mellan kammarvikt och jordtryck
- stabilitet mot stjälpning, vridning
- tryckyta mot undergrund.

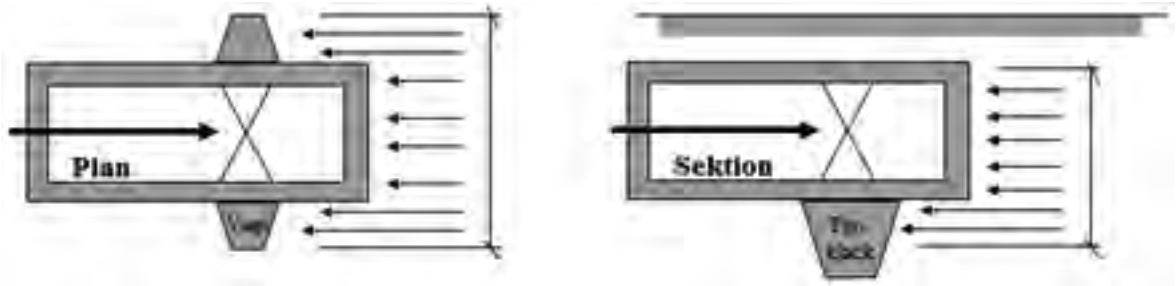


Illustration 6.28. Kammare och jordtryck. Observera att vektorerna/pilarna visar kraftens riktning, inte storlek. Källa: Mälarenergi.

Ingrepp som orsakar bottningstryck
Var extra vaksam om ingreppet leder till att bottningstryck uppstår. Detta sker då ventil eller avvinkling/böj svetsas in i ett system med kompensator (se illustration 6.29). Bottningstryck uppstår i avvinklingen/böjen eller då ventilen stängs. En så kallad mellankammare med tvåsidigt tryck blir en ändkammare med ensidigt tryck. Kraften vid bottningstryck är stor och kraftupptagande anordningar måste dimensioneras för att klara den.

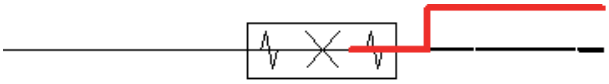


Illustration 6.29. Mellankammare som blir ändkammare.

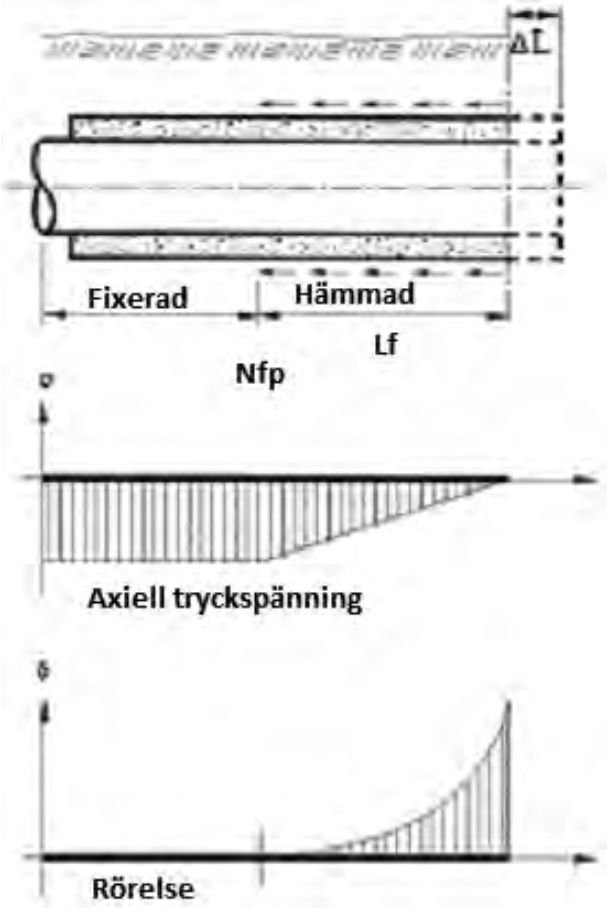


Illustration 6.30. Expansion, friktionskraft, axialspänning och friktionslängd. Källa: Svensk Fjärrvärme (D:211 Läggningsanvisningar).

6.3.3 Krafter i fasta system

6.3.3.1 Uppbyggnad och funktion

I fasta system samverkar medierörets, isoleringens och yttermantelns rörelser och krafter med varandra. Förståelsen för hur friktionskrafter och rörelser påverkas av samverkan mellan rör och mark är viktig för projektering av fasta fjärrvärmesystem (se illustration 6.20).

Tvillingrör är ett fast system med två medierör i samma yttermantel. Vanligen ligger framledningen under returledningen, vilket minskar värmeförlusterna. De två medierören är fixerade i förhållande till varandra med fixplattor. Fixplattor gör att båda rören rör sig tillsammans som en enhet. Det är viktigt att tillförsäkra sig om att rören är fixerade vid varandra, annars förstörs systemets isolering och yttermantel.

Expansion, axialspänning och friktionskraft

När röret expanderar, ΔL, vid den fria änden byggs friktionen mot omgivande mark upp och ger en axialspänning i röret. Rörelsen längs röret fortsätter tills den ackumulerade friktionskraften är lika stor som axialkraften i röret (se illustration 6.30). Detta medför att rörelsen i markförlagda fasta fjärrvärmesystem är mindre än vid fri expansion.

- Kraft på grund av friktion mellan mantelrör och omgivande material, F

$F = (1 + Ko)/2 \times \pi \times D \times z \times \Upsilon \times \mu$
F= friktionskraft per längdenhet (N/m)
Ko = vilotryckskoefficient (vanligen 0,5)
D = mantelrörets diameter (m)
z = läggningsdjup till rörets centrumlinje (m)
Υ = volymvikt på fyllningsmaterial (N/m^3)
μ = friktionskoefficient mellan fyllningsmaterial och mantel (vid normal rörelse används $\mu = 0,4$)

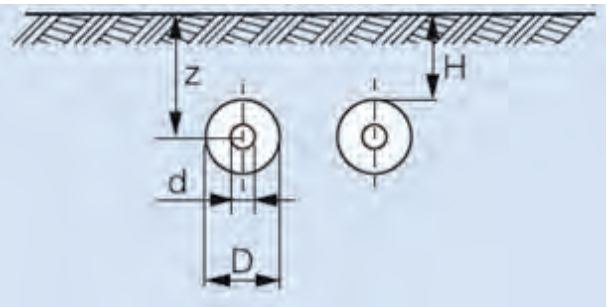


Illustration 6.31. Friktion mellan mantelrör och omgivande material. Källa: Logstor (produktkatalog).

I tvillingrörsledningar är fram- och returledning fixerade i varandra med fixplattor. Detta innebär att båda rören rör sig tillsammans som ett rör. Rörens expansion styrs av deras medeltemperatur. Detta gör att expansionen i ett tvillingrörssystem är mindre än i ett enkelrörssystem.

- Stålrörets expansion efter fyllning, ΔL, vid enkelrörssystem

$\Delta L = \alpha \times (td - tm) \times L - ((F \times L^2) / (2 \times E \times A))$
ΔL = expansion (m)
α = utvidgningskoefficient för stålrör ($1{,}2 \times 10^{-5}$ °C^{-1})
td = driftstemperatur (°C)
tm = montagetemperatur (°C)
L = rörlängd (m)
A = tvärsnittsarea för stålrör (mm^2)
E = elasticitetsmodul ($2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2 för stål)
F = friktionskraft (N/m)

- Stålrörets expansion efter fyllning, ΔL, vid tvillingrörssystem

$\Delta L = \frac{1}{2} \alpha \times (tf + tr - 2 \times tm) \times L - ((F \times L^2) /(4 \times E \times A))$
ΔL = expansion (m)
α = utvidgningskoefficient för stålrör ($1{,}2 \times 10^{-5}$ °C^{-1})
tf = framledningstemperatur (°C)
tr = returledningstemperatur (°C)
tm = montagetemperatur (°C)
L = rörlängd (m)
F = friktionskraft (N/m)
E = elasticitetsmodul ($2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2 för stål)
A = tvärsnittsarea för stålrör (mm^2)

- Axiell spänning i det friktionsfixerade området, σa, vid enkelrörssystem

$\sigma a = E \times \alpha \times \Delta t$
σa = axialspänning (N/mm^2)
E = elasticitetsmodul ($2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2 för stål)
α = utvidgningskoefficient för stålrör ($1{,}2 \times 10^{-5}$ °C^{-1})
Δt = temperaturförändring (°C^{-1})

- Axiell spänning i det friktionsfixerade området, σa, vid tvillingrörssystem

$\sigma a = E \times \alpha \times (tf + tr - 2\ tm)$
σa = axialspänning (N/mm^2)
E = elasticitetsmodul ($2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2 för stål)
α = utvidgningskoefficient för stålrör ($1{,}2 \times 10^{-5}$ °C^{-1})
tf = framledningstemperatur (°C)
tr = returledningstemperatur (°C)
tm = montagetemperatur (°C)

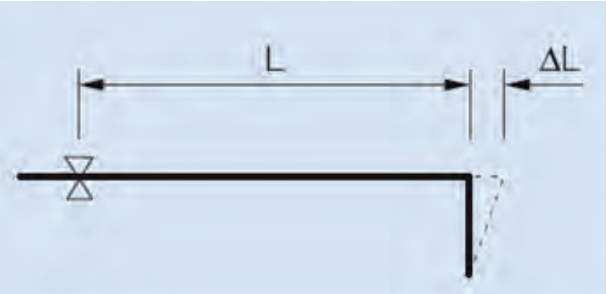


Illustration 6.32. Expansionslängd, ΔL.
Källa: Logstor (produktkatalog).

Illustration 6.33. Läckage i gir på ledning med DN 300 där hänsyn INTE togs till rörets expansion.

Friktionshämmad och friktionsfixerad sträcka

Den del av ledningen där ledningens rörelsekraft överskrider markens friktionskraft är friktionshämmad och den del av ledningen där markens friktionskraft överskrider ledningens rörelsekraft är friktionsfixerad. Den friktionshämmade sträckan kallas även friktionslängd, Lf (se Illustration 6.34).

Naturlig fixpunkt, NFP

Övergångsområdet mellan en friktionshämmad och en friktionsfixerad sträcka där ledningen ligger helt still kallas naturlig fixpunkt, NFP (se illustrationerna 6.30 och 6.35). Vid den naturliga fixpunkten är friktionskraften mot omgivande mark lika stor som den mothållande axialkraften i röret.

Avlastningsslag och expansionszon

För att minska de krafter som uppstår vid anslutnings- och slutpunkter tas expansionens längdändringar upp genom riktningsändring, avlastningsslag, med L-, Z- eller U-böjar. I dessa avsnitt rör sig rören vinkelrätt mot röraxeln. Denna del benämns expansionszon. Detta är nödvändigt för att inte skada anslutningspunkter som anslutande ledning eller väggenomföring. I system där enkelrör övergår till tvillingrör behövs som regel avlastningsslag vid övergångsröret.

I expansionszonen ska ledningen ha möjlighet att röra sig. Rörelsen tas upp av omgivande jordmaterial eller kuddar (se Illustration 6.35).

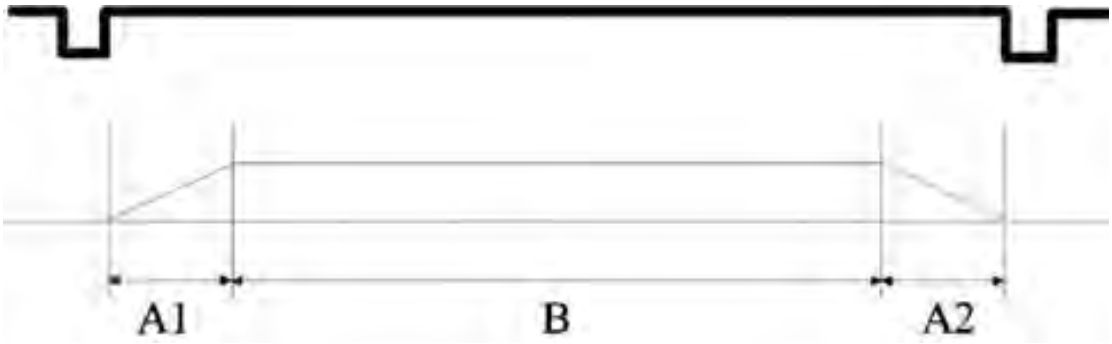


Illustration 6.34. Ledning med expansionslyror och den axiella spänningen i ledningen där A1 och A2 är de friktionshämmade sträckorna och B är den friktionsfixerade sträckan. Källa: Svensk Fjärrvärme (D:211 Läggningsanvisningar).

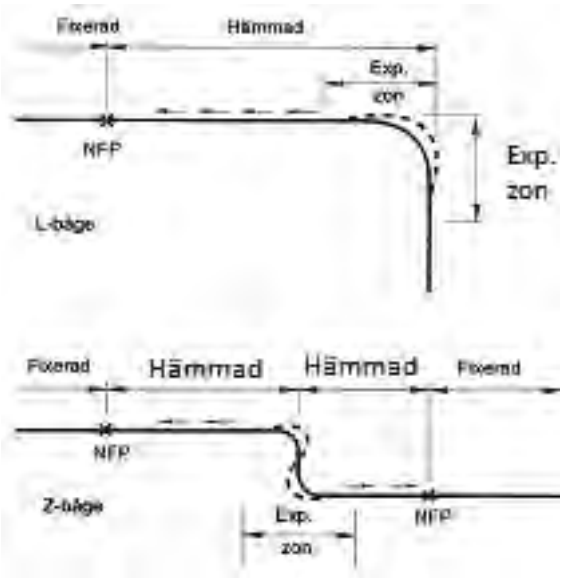


Illustration 6.35. Expansionszon, L-böj och Z-böj.
Källa: Svensk Fjärrvärme (D:211 Läggningsanvisningar).

Friktionslängd

Den friktionshämmade sträckan, alltså avståndet mellan röränden eller en expansionsanordning och den naturliga fixpunkten (NFP) kallas friktionslängden, Lf. Friktionslängden varierar med beroende på bland annat dimension, läggningsdjup, marktyp och temperatur (se illustrationerna 6.30 och 6.32).

- Friktionslängd, Lf, vid enkelrörssystem

$Lf = E \times \alpha \times \Delta t \times A / F$
Lf = friktionslängd (m)
E = elasticitetsmodul ($2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2 för stål)
α = utvidgningskoefficient för stålrör ($1{,}2 \times 10^{-5}$ °C^{-1})
Δt = temperaturförändring (°C^{-1})
A = tvärsnittsarea för stålrör (mm^2)
F = friktionskraft (N/m)

- Friktionslängd, Lf, vid tvillingrörssystem

$Lf = E \times \alpha \times (tf + tr - 2\ tm) \times A / F$
Lf = friktionslängd (m)
E = elasticitetsmodul ($2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2 för stål)
α = utvidgningskoefficient för stålrör ($1{,}2 \times 10^{-5}$ °C^{-1})
tf = framledningstemperatur (°C)
tr = returledningstemperatur (°C)
tm = montagetemperatur (°C)
A = tvärsnittsarea för stålrör (mm^2)
F = friktionskraft (N/m)

Fixeringsfyllning

Fasta system ligger till stor del friktionsfixerade och därför behövs normalt sett inte någon annan typ av fixering. Däremot är det vanligt att en enklare fixering skapas mitt på en ledningssträcka genom så kallad fixeringsfyllning för att garantera att expansionen sker som planerat innan ledningen återfylls. En sådan fixering görs oftast enkelt genom att del av sträckan återfylls. Längden på fixeringsfyllningen ska framgå av projekteringen.

Avgreningar

Om avgreningar monteras på den friktionshämmade sträckan måste beräkning av sidorörelsen ske så att nödvändiga förstärkningar av avgreningen ska kunna göras.

- Sidorörelse vid avgrening, ΔLT, vid enkelrörssystem

$\Delta LT = \alpha \times (td - tm) \times LT - ((F \times (2L - LT) \times LT) / (2 \times E \times A))$
ΔLT = rörelse i avstickspunkt (m)
α = utvidgningskoefficient för stålrör ($1{,}2 \times 10^{-5}$ °C^{-1})
td = driftstemperatur (°C)
tm = montagetemperatur (°C)
LT = avstånd mellan avstick och närmaste fixeringspunkt (m)
F = friktionskraft (N/m)
L = rörlängd (m)
E = elasticitetsmodul ($2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2 för stål)
A = tvärsnittsarea för stålrör (mm^2)

- Sidorörelse vid avgrening, ΔLT, vid tvillingrörssystem

$\Delta LT = \frac{1}{2}\ \alpha \times (tf + tr - 2 \times tm) \times LT - ((F \times (2L - LT) \times LT) / (4 \times E \times A))$
ΔLT = rörelse i avstickspunkt (m)
α = utvidgningskoefficient för stålrör ($1{,}2 \times 10^{-5}$ °C^{-1})
td = driftstemperatur (°C)
tm = montagetemperatur (°C)
LT = avstånd mellan avstick och närmaste fixeringspunkt (m)
F = friktionskraft (N/m)
L = rörlängd (m)
E = elasticitetsmodul ($2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2 för stål)
A = tvärsnittsarea för stålrör (mm^2)

I fasta system kan markförlagda kompensatorer förekomma av exempelvis utrymmesskäl. För att enklare kunna beräkna den expansion som kompensatorn ska jobba mot har de ofta kombinerats med en markfixering på den friktionsfixerade delen.

6.3.3.2 Läggningsmetoder

Vid projektering av ett fast system behöver läggningsmetod bestämmas först. Detta för att få veta vilka axiella spänningar som ledningens expansionsanordningar, avgreningar och rörlängder ska dimensioneras för.

Läggningsmetoderna är uppdelade i förvärmda och inte förvärmda system.

6.3.3.2.1 Förvärmda system

I förvärmda system förvärms ledningen före återfyllning. Förvärmning är en metod för att utföra termisk förspänning. Syftet med förspänning är att till viss del expandera ledningen före återfyllning för att kompensera för värmeexpansion, minska de axiella spänningarna och storleken på expansionsanordningen.

Förvärmningstemperatur ska väljas så att tryckspänningar och dragspänningar vid temperaturförändringar under drift blir lika stora och att dessa inte någon gång överstiger maximalt tillåtna spänningar. Maximal tillåten axialspänning i stålröret är normalt 150 N/mm2 för fjärrvärmerör.

Efter det att förvärmningen är slutförd sker insvetsning av passbitar mot anslutande ledning.

Temperaturen på förvärmningen framgår av rörtillverkarens beräkningar för förläggningen av bland annat de expansionsupptagande elementens storlek och utformningen på expansionskuddarna.

- Förvärmningstemperatur där (td – tm) ≤ 120 °C, tförv, vid enkelrörssystem

tförv = (tm + td) / 2
tförv = förvärmningstemperatur (°C)
tm = montagetemperatur (°C)
td = driftstemperatur (°C)

- Förvärmningstemperatur där (tf – tm) ≤ 120 °C, tförv, vid tvillingrörssystem

tförv =(tm + tf) / 2
tförv = förvärmningstemperatur (°C)
tm = montagetemperatur (°C)
tf = framledningstemperatur (°C)

Förvärmning är den vanligaste läggningsmetoden och att föredra på grund av minskad risk för lokal buckling av rörväggen.

Fördelar med förvärmda system är att:

- de axiella spänningarna i rören blir lägre
- ingen extra uppvärmning behövs för uttorkning av medierören innan muffning
- uttorkning av byggfukt i ledningen sker, vilket ger bättre larmvärden
- skumningen kan kontrolleras med termografering

Till nackdelarna med förvärmda system hör att schakten måste hållas öppen i hela sin längd till dess att förvärmning skett. Ett annat minus är att temperaturen på rören kan bli för hög för muffningsarbete.

Förvärmning kan göras med vatten, el eller varmluft.

6.3.3.2.2 Ej förvärmda system

Ej förvärmda system återfylls före uppvärmning. Första gången ett kallförlagt system värms upp till maximal temperatur blir rörelsen i expansionszonen maximal. När ledningen sedan är i drift är rörelsen i expansionszonen i stort lika som vid förvärmda system.

Fördelar med ej förvärmda system är att schaktet kan återfyllas snabbare och att arrangemang för förvärmning inte behövs.

Nackdelar med ej förvärmda system är att rören är kalla. Rent praktiskt innebär det att skumningen inte kan kontrolleras med termografering. En liten mängd fukt kan bli inbyggd i isoleringen i skarven vilket kan påverka nyttan av larmsystemet och att expansionsanordningarna blir större.

6.3.3.2.2.1 Kompenserat

Vid kompenserat förläggningssätt är den maximala ledningslängden mellan två expansionsanordningar begränsad till två friktionslängder, Lf. Systemet blir friktionshämmat och friktionsfixerad del saknas. Ledningslängden måste begränsas så att rörets axiella spänning inte överskrids, L ≤ Lmax.

- Maximal tillåten monteringslängd för enkelrör, Lmax

Lmax = (σa till x A)/F
Lmax = maximal monteringslängd (m)
σatill = tillåten axialspänning i stålröret, normalt för fjärrvärmerör 150 N/mm^2
A = stålrörets tvärsnittsarea (mm^2)
F = friktionskraft per längdenhet (N/m)

- Maximal tillåten monteringslängd för tvillingrör, Lmax

Lmax = 2 x (σatill - ½ x α x E x (tf – tr)) x A)/F
Lmax = maximal monteringslängd (m)
σatill = tillåten axialspänning i stålröret
A = stålrörets tvärsnittsarea (mm^2)

E = elasticitetsmodul (2,1 x 10^5 N/mm^2 för stål)
α = utvidgningskoefficient för stålrör (1,2 x 10^{-5} °C^{-1})
tf = framledningstemperatur (°C)
tr = returledningstemperatur (°C)
F = friktionskraft (N/m)

I miljöer där förutsättningarna gör att avståndet mellan expansionsanordningarna maximalt kan vara två friktionslängder kan kompenserat förläggningssätt med fördel användas. Nackdelen med kompenserat förläggningssätt är att antalet expansionsanordningar ökar eftersom systemet inte kan byggas med så långa längder.

6.3.3.2.2.2 Kallförläggning

Vid kallförläggning är ledningslängden mellan två expansionsanordningar längre än två friktionslängder. Det innebär att en hög axialspänning tillåts. För den fixerade delen kommer spänningsnivån att vara ungefär dubbla jämfört med förvärmda system. Vid en temperaturhöjning från 0 till 120 °C blir den teoretiska spänningen 300 N/mm², sträckgränsen för stålröret överskrids normalt. Detta gäller framför allt långa ledningssträckor och innebär att rördelar måste förstärkas (se SS-EN 13941). Projekteringen ska redovisa ledningens spänningsnivåer för att veta om och hur mycket rördelar, till exempel avgreningar, som behöver förstärkas.

Nackdelar med kallförläggning är de höga axialspänningarna, vilket innebär att det finns risk för lokal buckling av rörväggen, att förstärkning av avgreningar behövs, att reduktioner och girar ska undvikas samt att expansionsanordningar blir större. Kallförläggning bör så långt möjligt undvikas.

6.3.3.2.2.3 Mekanisk förspänning

Mekanisk förspänning är en metod för att mekaniskt minska längden på expansionsanordningar. Metoden användes ibland vid byggnation av hålrörssystem.

6.3.3.3 Ingrepp i fasta system

Kontroll av systemets uppbyggnad och funktion

I fasta system är krafter från värmeexpansion överförda till kringliggande mark vid punkter där ledning är fixerade. Storleken på dessa krafter och spänningar påverkas av flera faktorer som bestämdes då ledningen konstruerades och byggdes (se kapitel 6.4.5.1, Risker i samband med schakt vid fasta system). Vid ingrepp i fasta system ska dessa faktorer kontrolleras och eventuellt måste åtgärder utföras för att inte förstöra systemets funktion och komponenter.

Nedan finns exempel på åtgärder som kan behöva utföras innan planerade ingrepp. Mer detaljerade beskrivningar om olika ingrepp i fasta system finns i kapitel 8 (Avhjälpande underhåll).

Åtgärder i system med låga respektive höga axialspänningar

I system med låga krafter och spänningar behövs normalt inte några extra åtgärder vidtas utan ledningen kan kapas och ny ledningsdel monteras. I system med höga axialspänningar måste hänsyn tas till att avståndet mellan och läget på de kapade ändarna kan ändras efter kapningen.

Åtgärder där rörtemperaturen förändras under ingreppet

Om rörtemperaturen förändras från kapning till montering måste hänsyn tas till rörets längdändring vid montering av ny rördel.

Åtgärder vid utbyte av längre ledningssträckor

Ska en längre ledningssträcka bytas ut kan förvärmning av den nya delen behöva göras innan inkoppling. Vid denna typ av större ingrepp i fasta system är det extra viktigt att det befintliga systemets delar kontrolleras och eventuella åtgärder utförs för att inte förstöra dess funktion och komponenter.

6.4 Schakt vid befintliga fjärrvärmeledningar

6.4.1 Generellt för fjärrvärmeledningar

Vid schaktning intill befintliga ledningar är det främst två risker att beakta. Den ena är krafterna som av värmeexpansionen uppstår i fjärrvärmesystem. Den andra risken är sättningar i ytterhöljet och skarvarna i hålrörssystem som ofta är gamla och spröda.

Värmeexpansionen i ledningar ger ofta mycket stora krafter. I fjärrvärmesystem är dessa krafter överförda till kringliggande mark vid punkter där rören är fixerade. Schaktning vid fixpunkter får inte ske utan att tillstånd och instruktioner har lämnats av ledningsägaren. Fixeringar ligger ofta ingjutna i kammare varför samma krav gäller vid all schaktning i närheten av fjärrvärmekammare.

Schaktning får inte heller ske vid fasta system utan att tillstånd och instruktioner lämnats från ledningsägaren. I fasta system finns horisontalkrafter där den omgivande marken fungerar som mothåll för ledningen. Balansen mellan friktionskraften, horisontalkraften och jordtrycket får inte äventyras eftersom det då finns risk för utbuktning av fjärrvärmerören.

Detta betyder att den som utför arbetet, eller dennes uppdragsgivare, måste ta kontakt med ledningsägaren vid schakt nära befintlig fjärrvärmeledning eller därtill hörande anordningar. Att skaffa sig kännedom om ledningarnas läge och andra uppgifter av betydelse som typ av system, typ av ledning, förläggningssätt samt systemets uppbyggnad med avseende på kompensatorer, fixeringar och bottningstryck är avgörande för att utföra arbetet så att systemets krafter inte ska förstöra fjärrvärmesystemet och andra intilliggande anläggningar.

Schaktningsarbetena ska bedrivas med sådan försiktighet att befintliga ledningar och anläggningar inte skadas.

6.4.2 Schakt vid fjärrvärmekammare

6.4.2.1 Risker i samband med schakt vid fjärrvärmekammare

I fjärrvärmesystem, framförallt i äldre hålrörssystem, finns kammare där systemets kompensatorer, fixeringar, avgreningar och ventiler är placerade. Fixeringens funktion är att ta upp de krafter, ofta mycket stora, som orsakas av systemets inre tryck och värmeexpansionen i rören. Detta gör att det finns risk att kammare flyttar sig vid schakt intill dem och att systemets komponenter och funktion förstörs. Därför måste en särskild kontroll av dimensionen på systemets kraftupptagande anordningar göras.

I kapitel 6.3.2 (Krafter i system med kompensatorer) finns en mer detaljerad beskrivning om de krafter som kan finnas i en fjärrvärmekammare. Här får du också veta vad som måste kontrolleras och tas hänsyn till vid schakt intill en kammare med kraftupptagande anordningar.

6.4.2.2 Schakt intill fjärrvärmekammare

Med schaktning intill fjärrvärmekammare menas schakt som görs i närheten av kammaren och ingen del av kammaren schaktas fram.

Schaktning får inte ske intill fjärrvärmekammare utan att tillstånd och instruktioner har lämnats av ledningsägaren. Se kapitel 6.3.2 (Krafter i system med kompensatorer) för en mer detaljerad beskrivning av de krafter som kan finnas i en kammare, vad som måste kontrolleras och tas hänsyn till.

6.4.2.3 Frischaktning av fjärrvärmekammare

Med frischaktning av fjärrvärmekammare menas att kammaren schaktas fram i större eller mindre utsträckning.

Frischaktning av fjärrvärmekammare får inte ske utan att tillstånd och instruktioner har lämnats av ledningsägaren. Se kapitel 6.3.2 (Krafter i system med kompensatorer) för en mer detaljerad beskrivning om de krafter som kan finnas i en fjärrvärmekammare, vad som måste kontrolleras och tas hänsyn till vid frischaktning av en kammare.

6.4.3 Schakt vid hålrörssystem med asbestcementrör

6.4.3.1 Risker i samband med schakt vid hålrörssystem med asbestcementrör

I hålrörssystem rör sig medieröret i ett hålrum medan ytterhöljet ligger fast. Medierörets längdutvidgning tas upp i kompensator eller slag och hålls fast av fixeringar och styrningar. Detta gör att ytterhöljet inte har några horisontella krafter. Däremot finns fjärrvärmekammare i hålrörssystem, se kapitel 6.4.2 (Schakt vid fjärrvärmekammare).

Asbestcementrör är spröda och lätt att skada. De innehåller asbest och AFS 2006:01 Asbest gäller vid hanteringen av skadade asbestcementrör. Se även kapitel 4 (Arbetsmiljö). Skadade asbestcementrör innebär speciell hantering och sanering.

Hålrörssystem med asbestcementrörsledningar varken får eller kan byggas idag. En skadad del måste därmed ersättas med en ny ledning. Hålrörssystemets funktion och uppbyggnad gör att den kortaste sträcka att ersätta skadad del med är mellan den fixering och kompensator som samverkar där skadan är. Denna sträcka är minst sträckan som blir mellan närmaste kammare åt varsitt håll.

Den speciella hanteringen, med sanering och att skadad del måste ersättas med längre sträckor, gör att skador på denna typ av system kostsamma. Mindre skador på asbestcementröret kan som kortsiktig och provisorisk lösning ”lagas” med en plåtmuff som täcks och tätas med exempelvis krympmatta.

Exempel på risker som finns i samband med schakt vid hålrörssystem med asbestcementrör:

- Sättningsskador på asbestcementröret, till exempel knäckning eller avskjuvning, vid framschaktning på grund av egenvikt och att materialet är sprött och skört.
- Kross- och slagskador på asbestcementröret vid framschaktning på grund av att materialet i yttermanteln är sprött och skört.
- Sättningsskador i muffen vid framschaktning med sprickor i tätningsringarna som följd, på grund av att mjukgöraren i dem har förstörts med åren.

6.4.3.2 Schakt intill hålrörssystem med asbestcementrör

Med schaktning intill hålrörssystem med asbestcementrör menas schakt som görs i närheten av systemet och där ingen del av asbestcementröret schaktas fram.

Vid schaktning intill hålrörssystem med asbestcementrör finns ingen risk för att ledningens horisontella stabilitet påverkas.

Om schakten som utförs är nära en fjärrvärmekammare måste kontakt tas med ledningsägaren för tillstånd och instruktioner. Se kapitel 6.4.2 (Schakt vid fjärrvärmekammare).

6.4.3.3 Frischaktning av hålrörssystem med asbestcementrör

Med frischaktning av hålrörssystem med asbestcementrör menas att asbestcementröret schaktas fram i större eller mindre utsträckning.

Vid frischaktning av hålrörssystem med asbestcementrör måste röret stabiliseras på ett säkert sätt. Stagning eller upphängning hjälper till att undvika sättningsskador på grund av egenvikt och att materialet är sprött och skört. Upphängning enligt illustration 6.37 kan användas om utförandet kompletteras med att ledningarna förses med ”uppstyvande” anordning i axiell riktning, typ U-balk eller liknande för att fördela upphängningsremmarnas tryck på ledningen.

I och med att ytterhöljet är sprött och skört behöver stor försiktighet vidtas vid schaktning i närheten av hålrörssystem med asbestcementrör så att kross- och slagskador på ytterhöljet inte kan uppstå.

Om en muff frischaktas måste stagning eller upphängning av ledningen göras på båda sidor av muffen för att undvika sättningsskador och sprickor i muffens tätningsringar.

På muffar som framschaktas kan en extra tätning med fördel utföras på muffens ändar med krympband eller krympmatta. Tätningsringarna är åldrade och har troligen tappat sin funktion.

Om schakten som utförs är nära en fjärrvärmekammare måste kontakt tas med ledningsägaren för att få tillstånd och instruktioner. Se kapitel 6.4.2 (Schakt vid fjärrvärmekammare).

6.4.4 Schakt vid hålrörssystem med betongkulvert

6.4.4.1 Risker i samband med schakt vid hålrörssystem med betongkulvert

I hålrörssystem rör sig medieröret i ett hålrum med ett ytterhölje som ligger fast. Medierörets längdutvidgning tas upp i kompensator eller slag och hålls fast av fixeringar och styrningar. Detta gör att ytterhöljet inte har några horisontella krafter. Däremot finns fjärrvärmekammare i hålrörssystem, se kapitel 6.4.2 ”Schakt vid fjärrvärmekammare”.

Betongkulvertar är tunga vilket gör dem känsliga för sättningar. De är ofta viktiga ur leveranssynpunkt då de generellt är byggda i stora dimensioner. Betongkulvertar som rivs måste sorteras och skickas på deponi och det gör att skador på denna typ av system blir dyra.

Hålrörssystem med betongkulvert byggs normalt sett inte idag. Om skadad del inte kan lagas måste den därför ersättas med en ny ledning. Hålrörssystemets funktion och uppbyggnad gör att den kortaste sträcka att ersätta skadad del med, är mellan den fixering och kompensator som samverkar där skadan är. Denna sträcka är minst sträckan som blir mellan närmaste kammare åt varsitt håll.

Sortering deponering och att skadad del måste ersättas med längre sträckor kan skador på denna typ av ledning bli kostsamma.

Mindre skador på betongkulvert kan i vissa fall ”lagas” genom gjutning eller tätning med exempelvis bentonitlera.

Exempel på risker som finns i samband med schakt vid hålrörssystem med betongkulvert:

- Sättningsskador på betongkulverten vid framschaktning på grund av egenvikt med sprickor i betonghöljet som följd.
- Sättningsskador i kulvertens skarv, D-fog, vid framschaktning med sprickor i fogbanden som följd eftersom mjukgöraren i dem har förstörts med åren.

6.4.4.2 Schakt intill hålrörssystem med betongkulvert
Med schaktning intill hålrörssystem med betongkulvert menas schakt som görs i närheten av systemet och ingen del av betongkulvert schaktas fram.

Vid schaktning intill hålrörssystem med betongkulvert finns ingen risk för att ledningens horisontella stabilitet påverkas.

Om schakten som utförs är nära en fjärrvärmekammare måste kontakt tas med ledningsägaren för att få tillstånd och instruktioner, se kapitel 6.4.2 (Schakt vid fjärrvärmekammare).

6.4.4.3 Frischaktning av hålrörssystem med betongkulvert
Med frischaktning av hålrörssystem med betongkulvert menas att betongkulverten schaktas fram i större eller mindre utsträckning.

Vid frischaktning av hålrörssystem med betongkulvert måste kulverten stabiliseras på ett säkert genom stagning eller upphängning för att undvika sättningsskador på grund av egenvikt. Upphängning enligt illustration 6.37 kan användas om utförandet kompletteras med att ledningarna förses med ”uppstyvande” anordning i axiell riktning, en U-balk eller liknande som fördelar upphängningsremmarnas tryck på ledningen.

Om en skarv frischaktas måste stagning eller upphängning av ledningen göras på båda sidor av skarven för att undvika sättningsskador och sprickor i kulvertskarvens fogband.

På betonghöljen som framschaktas kan en extra tätning med fördel utföras med till exempel bentonitlera.

Om schakten som utförs är nära en fjärrvärmekammare måste kontakt tas med ledningsägaren för att få tillstånd och instruktioner. Se kapitel 6.4.2 (Schakt vid fjärrvärmekammare).

6.4.5 Schakt vid fasta system

6.4.5.1 Risker i samband med schakt vid fasta system
Fasta system är byggda med friktionsfixerad eller friktionshämmad förläggning. Det innebär att medierörets längdändring motverkas av den omgivande markens friktion mot fjärrvärmeledningen. I fasta system uppstår även horisontalkrafter där den omgivande marken fungerar som mothåll för ledningen. Vid schakt intill ett fast system får inte balansen mellan friktionskraften, horisontalkraften och jordtrycket rubbas eftersom det då finns risk för utbuktning av fjärrvärmerören. Det kan vara nödvändigt att göra en särskild beräkning av stabiliteten. För mer detaljerad information läs Anvisningar för schaktning och andra arbeten i närheten av direktskummande PUR-kulvertar (Värmeforsk, rapport 335).

Exempel på faktorer som påverkar storleken på de krafter och spänningar som blir inbyggda i fasta fjärrvärmesystem:

- **Förläggningssätt:** Om ledningen är förvärmd är krafterna och spänningarna lägre än om ledningen är kallförlagd.
- **Dimension:** En ledning med större dimension har större krafter och spänningar vid värmeexpansion än mindre ledningar.
- **Sträckning:** Om ledningen ligger rakt är sidokrafterna mindre än om ledningen ligger i båge.
- Jordart: Lera har mindre friktion än andra jordarter och därmed mindre friktionskraft att hålla fast ledningen.
- **Del av sträcka:** Krafterna och spänningarna är större i de friktionsfixerade delarna än de friktionshämmade.
- **Drifttemperatur:** Värmeexpansionen och därmed krafterna och spänningarna är större vid högre temperatur på fjärrvärmevattnet.

I tvillingrörsledningar är fram- och returledning fixerade i varandra med fixplattor som får båda rören att röra sig tillsammans som en enhet. Rörens expansion styrs av deras medeltemperatur. Detta innebär att expansionen och därmed kraften som uppstår av den omgivande markens friktion mot fjärrvärmeledningen är mindre i ett tvillingrörssystem än i ett enkelrörssystem.

6.4.5.1.1 Fasta system med kompensatorer
I fasta system som byggts med kompenserat förläggningssätt (se kapitel 6.3.3.2.2.1) där en kompensator använts som expansionsanordning finns en fixering. Fixeringen säkrar upp att den längdändring som kompensatorn ska jobba med blir densamma som den dimensionerats för. Schaktning får inte ske vid fixpunkter utan att tillstånd och instruktioner har lämnats av ledningsägaren. Se kapitel 6.4.1 (Generellt för fjärrvärmeledningar).

6.4.5.1.2 Hålrum för expansion på fasta system
I början av 1970-talet, när tekniken med fasta

system var ny, byggdes ibland hålrum för expansion vid större ledningsdimensioner. Detta gjordes bland annat genom att ställa gjutna U-formade kulvertelement över expansionsslagen eller att hålrummet murades.

Det är viktigt att det inte blir glipor i dessa hålrum eftersom massor då kan åka ner i hålrummet med sättningsskador i gatan som följd. I regel kan hålrummet tas bort – om det tas bort i sin helhet. För att veta måste kontroll av det aktuella systemets specifika förutsättningar göras. Se kapitel 6.4.5.1 (Risker i samband med schakt vid fasta system). Att ta bort hålrummet i hela sin längd gör att ingreppet ofta blir så stort att det sannolikt är både billigare och enklare att låta det vara kvar.

6.4.5.2 Schakt intill fasta system

Med schaktning intill fasta system menas schakt som görs i närheten av systemet och ingen del av ledningen schaktas fram.

Vid schaktning av längre sträckor intill fasta system behöver beräkningar av tillåtet minsta avstånd mellan schakt och fjärrvärmeledning göras utifrån det aktuella systemets specifika förutsättningar. Se kapitel 6.4.5.1 (Risker i samband med schakt vid fasta system). I Värmeforsks rapport nr 335 Anvisningar för schaktning och andra arbeten i närheten av direktskummande PUR-kulvertar finns tabell 1 och 2 som anger minsta avstånd i meter mellan utsidan av yttermantel på fjärrvärmerör och schaktkrön för parallell schakt intill en fjärrvärmeledning vid olika fyllningshöjd (H) i meter. Det angivna minsta avståndet är beräknat på ett förvärmt system, se Illustration 6.36.

Ledningsdimension DN	Minsta avstånd A i m		
	H = 0,6 m	H = 0,8 m	H = 1,0 m
20–65	1,1	1,4	1,7
100-200	1,3	1,6	1,9
250-300	1,7	2,0	2,3
400-600	2,0	2,3	2,6

Tabell 6.1. Avstånd mellan utsida av yttermantel på fjärrvärmerör och schaktkrön för parallell schakt intill en rakt förlagd fjärrvärmeledning med isolering, serie 2. Källa: Värmeforsk (rapport 335).

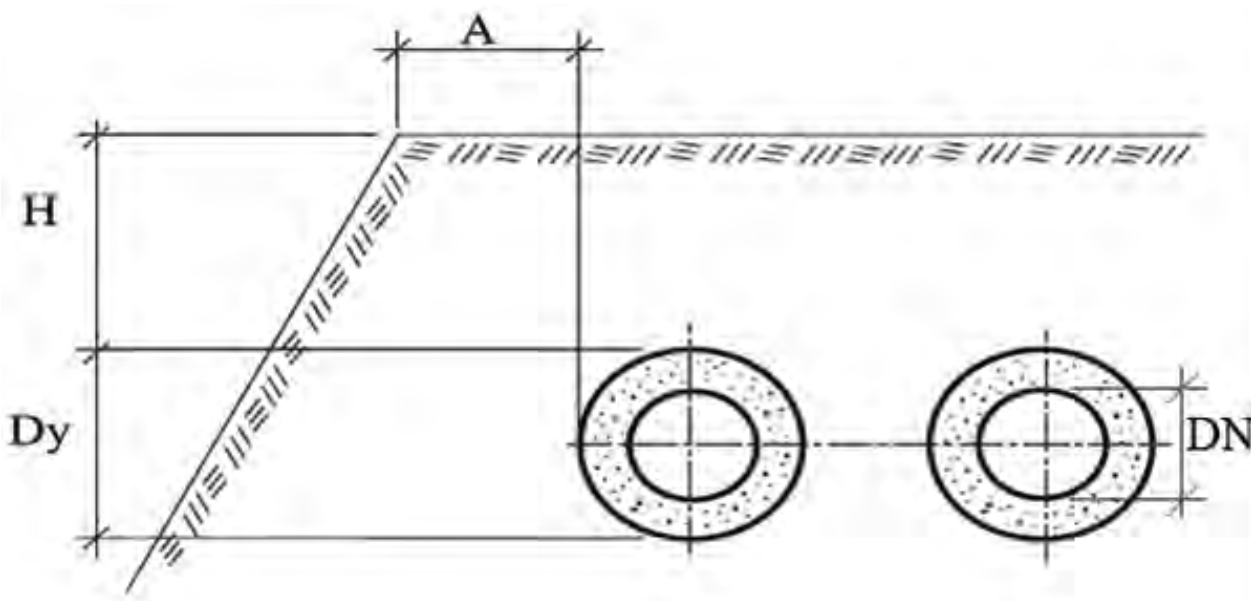


Illustration 6.36. Avstånd mellan utsida av yttermantel på fjärrvärmerör och schaktkrön för parallell schakt intill en fjärrvärmeledning. Källa: Svensk Fjärrvärme (D:211 Läggningsanvisningar).

Ledningsdimension DN	Minsta avstånd A i m		
	H = 0,6 m	H = 0,8 m	H = 1,0 m
20	3,2	4,1	5,0
40	3,3	4,2	5,1
65	3,4	4,2	5,1
100	3,7	4,6	5,5
150	4,0	4,9	5,8
250	4,7	5,6	6,5
400	5,5	6,4	7,3
600	6,3	7,2	8,1

Tabell 6.2. Avstånd mellan utsida av yttermantel på fjärrvärmerör och schaktkrön för parallell schakt intill en fjärrvärmeledning som är förlagd i avvinkling eller båge med isolering, serie 2. Källa: Värmeforsk (rapport 335).

Om schaktning sker närmare ledning än angivna minimiavstånd ska ledningen betraktas som frilagd, se kapitel 6.4.5.3 (Frischaktning av fasta system).

I vissa fall kan schaktning på en kort sträcka ske närmare fjärrvärmeledning än vad som angivits ovan. Schaktlängden bör i detta fall inte överstiga två meter vid rak ledning och en meter vid avvinkling eller båge. Schaktning får dock inte ska närmare fjärrvärmeledningen än fyllningshöjden över rörhjässan.

Om schaktning intill ett fast system måste göras närmare än tillåtet minimiavstånd, eller om uppgifter kring det aktuella systemets förutsättningar saknas, kan spontning vara ett sätt att ta upp ledningens horisontalkrafter och förhindra skador på ledningen. Spontningsarbete får inte utföras så att ledningen förskjuts eller på annat sätt skadas i samband med sponten slås ned eller dras upp. Vid avvinkling eller båge måste sponten kvarlämnas i jorden.

Att sänka ledningstemperaturen minskar spänningarna och ökar stabiliteten i ledningen.

6.4.5.3 Frischaktning av fasta system

Med frischaktning av fasta system menas att ledningen schaktas fram i större eller mindre utsträckning.

Om frischaktning ska ske av en sträcka eller ett expansionsslag på ett fast fjärrvärmesystem måste detta utföras under den tid på året då drifttemperaturen på fjärrvärmesystemet är så låg som möjligt. Den ideala temperaturen på fjärrvärmevatten är densamma som vid förvärmning. Om detta inte är möjligt finns risken att ledningen som varit framschaktad återfylls i ett läge där den expanderat för långt. Då kan expansionsanordningens storlek vara för liten med risk för överbelastning när temperaturen på fjärrvärmevattnet sjunker och ledningen drar sig tillbaka längre än vad expansionsanordningen är dimensionerad för.

Fasta fjärrvärmeledningar är stabila i sig själv och klarar underschaktning kortare sträckor. Tänk på att ledningar med mindre dimension är slankare och ledningar med större dimension är tyngre. I de fall schakten sker under en böj eller om den blir längre än två meter måste ledningen stabiliseras genom att hängas upp i exempelvis en balk (se illustration 6.37) eller stöttas undertill med bockar. Vid hög temperatur på fjärrvärmevattnet kan även förskjutning i sidled uppstå och stabilisering i sidled måste göras. Schaktsidorna stabiliseras vid lösa jordar lämpligen med spont. Vid återfyllnad är det mycket viktigt att jordmassorna packas väl med tanke på risken för lokala sättningar längs den frischaktade sträckan under ledningens fortsatta drift (se Illustration 6.37.

Ytterhöljet på fasta system är känsligt därför behöver stor försiktighet vidtas vid schaktning i närheten av dessa system.

Vid återfyllnad är det angeläget att jordmassorna packas väl så att friktionen mellan omgivande mark och ledningen återställs till ursprungligt skick så att faktorerna för ledningens funktion och komponenter är de samma som ledningen konstruerades och byggdes för.

6.4.6 Schakt vid flexibla system

6.4.6.1 Risker i samband med schakt vid flexibla system

Flexibla system har stor slankhet eftersom de endast finns i små dimensioner samt på grund av egenskaperna i rörmaterial, isolering och ytterhölje. Det finns två typer av flexibla system där skillnaden är hur längdutvidgning från värmeexpansion tas upp. I det ena systemet tas den upp i rörmaterialet och i det andra i förläggningssättet med sinuskurvor, vilket innebär att krafterna från expansionen styrs till att bli sidorörelser istället för axiella rörelser. De flexibla systemens egenskaper och slankhet gör att

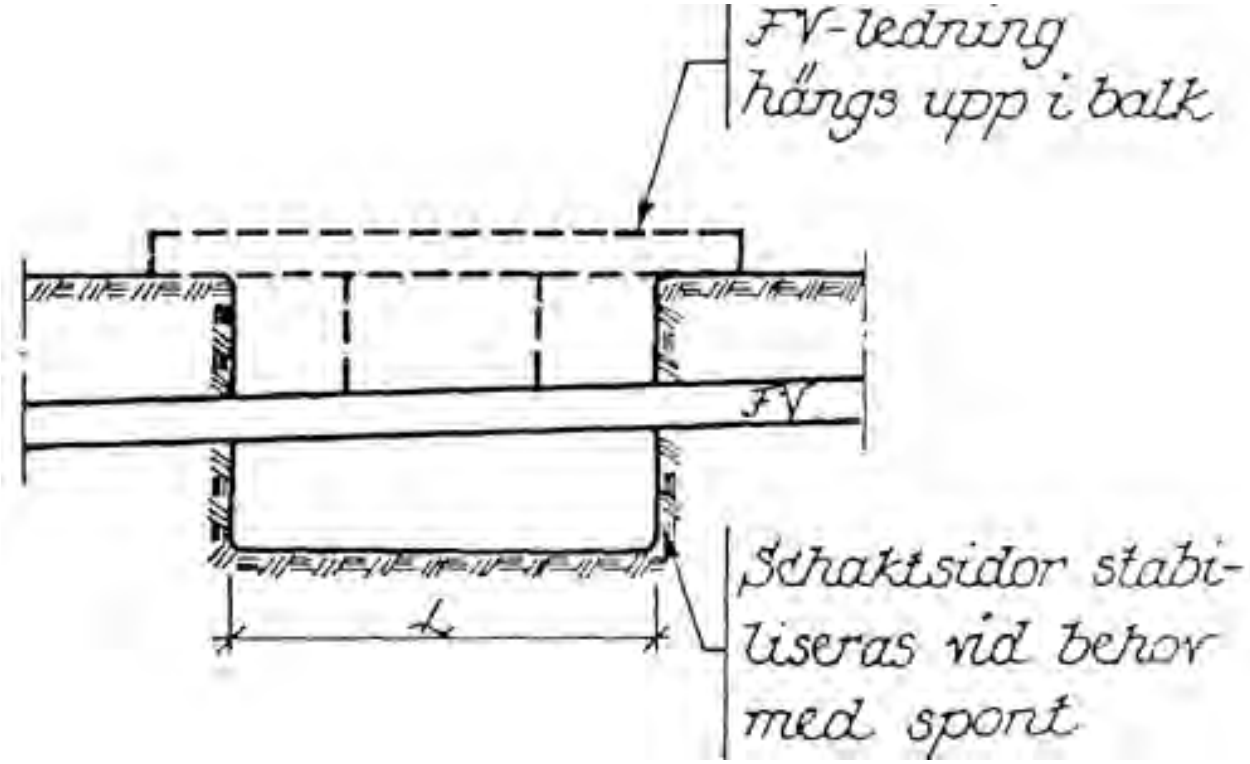


Illustration 6.37. Upphängning av fjärrvärmeledning i balk. Källa: Värmeforsk (rapport 335).

det inte finns några större risker vid schaktning vid dessa ledningar.

6.4.6.2 Schakt intill flexibla system

Med schaktning intill flexibla system menas schakt som görs i närheten av systemet och där ingen del av ledningen schaktas fram.

Se kapitel 6.4.6.1 (Risker i samband med schakt vid flexibla system).

6.4.6.3 Frischaktning av flexibla system

Med frischaktning av flexibla system menas att ledningen schaktas fram i större eller mindre utsträckning.

Ytterhöljet på flexibla system är känsligt, speciellt de med korrugerad yttermantel. Därför behöver stor försiktighet vidtas vid schaktning i närheten av dessa system.

Vid frischaktning av ledningarna måste de hängas upp på betryggande sätt så att ytterhöljet inte utsätts för onödiga och otillåtna belastningar. För exempel på upphängning se illustration 6.37. Eftersom systemet är flexibelt kan ledningen hängas flexibelt. Ledningen behöver alltså inte stagas upp eller stabiliseras som vid fasta system och hålrörssystem.

6.4.7 Åtgärder vid sprängning och pålning

Sprängning och pålning får inte ske intill fjärrvärmekammare och ledningar utan att tillstånd och instruktioner har lämnats av ledningsägaren.

Tekniken ska anpassas och nödvändiga säkerhetsåtgärder ska vidtas så att ledningen inte skadas, förskjuts eller utsätts för skadliga vibrationer

6.5 Litteratur

- *Anvisningar för schaktning och andra arbeten i närheten av direktskummande PUR-kulvertar* (rapport 335, Värmeforsk, 2015).
- Svend Frederiksen & Sven Werner: *Fjärrvärme: Teori, teknik och funktion* (Studentlitteratur, 1993).
- *Produktkataloger för fjärrvärmedistribution* (kan läsas på respektive företags webbplats) från:
  - Logstor AB
  - Powerpipe Systems AB
  - Uponor (tidigare KWH Pipe Sverige AB, Thermopipe)
  - Logstor AB, Aquawarm.

7. FÖREBYGGANDE UNDERHÅLL (FU)

7.1 Inledning

Fjärrvärmenäten utgör en betydande del av många energiföretags anläggningsvärde. Ekonomiska skäl och krav på hög tillgänglighet motiverar ett systematiserat underhåll. Till underhållsmotiven hör också att säkra arbetsmiljön för personal och tredje man. En av många utmaningar vid underhåll av fjärrvärmenät är att större delen av anläggningarna är markförlagda – och att de därmed inte är lätt åtkomliga.

7.1.1 Definition av förebyggande underhåll

Förebyggande underhåll definierat enligt punkt 7.1 i SS-EN 13306:2001:

Underhåll som genomförs vid förutbestämt intervall eller enligt förutbestämda kriterier och i avsikt att minska sannolikheten för fel eller degradering av enhetens funktion.

Det förebyggande underhållet kan bestå av såväl tillståndsbaserat som förutbestämt underhåll.

Tillståndsbaserat underhåll

Tillståndsbaserat underhåll definierat enligt punkt 7.4 SS-EN 13306:2001:

Förebyggande underhåll som består av kontroll och övervakning av en enhets tillstånd avseende dess funktion och egenskaper, samt därav föranledda åtgärder. (Not: Kontroll och övervakning av funktion och egenskaper kan vara schemalagt, på begäran eller kontinuerligt).

Förutbestämt underhåll

Tillståndsbaserat underhåll definierat enligt punkt 7.3 SS-EN 13306:2001:

Förebyggande underhåll som genomförs i enlighet med bestämda intervaller eller efter en bestämd användning, men utan att föregås av tillståndskontroller.

För- och nackdelar med förebyggande underhåll

Det pekas på både fördelar och nackdelar med förebyggande underhåll, och då speciellt tillståndskontroll.

Fördelar:

- ökad säkerhet för personal
- förbättrad driftsäkerhet
- ökad tillgänglighet
- längre livslängd
- minskade underhållskostnader
- bättre reservdelsplanering
- effektivare drift av anläggningen
- tillfälle att specificera bättre anläggningar.

Nackdelar:

- kostsamt personellt och/eller dyr utrustning
- kan kräva unik kompetens för att mäta och analysera som kan vara svårt att upprätthålla
- alla fel kan inte fångas upp
- svårigheter att ”mäta” och fastställa ”konditionsnivån”.

Situationer då det är fördelaktigt att använda förebyggande underhåll och då speciellt ett tillståndsbaserat underhåll:

- vid höga krav på leveranssäkerhet
- där haverier är en säkerhetsrisk
- vid begränsad bemanning
- där en exakt och framskjuten planering är viktig
- vid nya anläggningar med barnsjukdomar.

7.1.2 Olika underhållsbehov i samma nät

Eftersom det oftast finns olika ledningstyper med sinsemellan olika underhållsbehov i samma fjärrvärmenät bör underhållsåtgärderna differentieras. Det förebyggande underhållet kan delas upp på hålrörssystem, fasta system och flexibla system.

Exempel på hålrörssystem är olika typer av betong- och asbestcementrörsledningar. Fasta system kan vara både olarmad ledning (flexibla) eller olika fabrikat av typen fasta system/ledning försedd med larmtråd.

Eventuella sekundärnät har även de sina egna underhållsbehov i form av korrekt flödesreglering,

temperaturreglering och det beroende av om de är av typ 2-rörssytem eller 4-rörssytem. Fjärrövervakning av värmecentraler för sekundärnät motiveras av att besök bara behöver ske vid misstanke om störningar i anläggningen.

Rondering

Med rondering menas återkommande (cykliska) besök i anläggningar. Status och funktion kontrolleras samtidigt som underhållsåtgärder görs på system och komponenter som ingår i en distributionsanläggning.

Rondering av distributionsanläggningar görs av flera anledningar där centrala anledningar är att:

- upprätthålla en säker anläggning och arbetsplats för personal och allmänhet
- upprätthålla anläggningens funktion och leveranssäkerhet.
- skapa underlag för teknisk och ekonomisk uppföljning genom analys och underhållsplaner på kortare och längre sikt.

Till grund för ronderingsintervall ligger följande bedömningar:

- lagar och andra krav
- riskbedömning/klassning/analyser där perspektiv som arbetsmiljö, miljö, säkerhet och leveranssäkerhet beaktas
- behovet av underhåll och statusbedömning av komponenter/installationer (beakta leverantörers rekommendationer)
- leveranssäkerhet

En distributionsanläggning kan bestå av:

- fjärrvärmeledningar i olika utförande och lägen (mark, tunnlar, inomhus och så vidare)
- ventiler med och utan manöverdon
- ventilkammare med överbyggnad och ventilationstorn
- ventil-, tömnings-, luftnings-, pump-, och inspektionsbrunnar
- pumpar, pumpstationer
- betongkonstruktioner
- värmecentraler för sekundärnät
- larmsystem för fukt i förisolerade ledningar
- övervakningssystem (fukt/vatten) för kammare
- fjärrvärmevatten
- kompensatorer, fixar och styrningar.

7.1.3 Rutinmässiga regelbundna kontroller

Gemensamt för alla typer av kontroller är att samtliga avvikelser, fel, risker och förbättringar som avser funktion, miljö, säkerhet och arbetsmiljö ska rapporteras/dokumenteras.

Exempel på rutinmässiga regelbundna kontroller (rondering) i kammare:

- Motionering av ventiler, ventillägen och rundgångsventiler.
- Brunnsbetäckningar kontrolleras. Sargen, inklusive packningar och eventuellt innerlock, rengörs.
- Kontroll av korrosionsangrepp i kammare speciellt vid övergångszonen kammare/kulvert och under betäckning på rör där mark-/grundvatten kan ha droppat in.
- Korrosionsangrepp på samlingslåda.
- Status på betongkonstruktioner, sprickbildning, korrosion av armeringsjärn i betongen.
- Stege och övriga smideskonstruktioner besiktigas. Rengöring och målning om de är rostiga.
- Statuskontroll av balkar (styrningar, fixlådor, fixbalkar med mera). Rengöring (speciellt vid fixbalkar) och rostskyddsmålning.
- Ventilationstorn kontrolleras så att de inte är igensatta, rostiga eller klottrade. Tornen rengörs och målas vid behov. Ventilationsflöde kontrolleras.
- Omärkta pumpgropar (nedsänkningar i kammargolv) bör märkas på kanten med gul färg för att uppmärksamma risk för feltramp.
- Vatten i kammare. Vid behov av länsning notera i Underhållsmodul eller i motsvarande dokumentationssystem för att kunna följa upp om vidare åtgärder behövs.
- Vattendränkt isolering ges möjlighet att torka upp genom ventilation eller fläkt placerad i nedstigningsöppning. Skadad isolering byts ut.
- Funktionskontroll av eventuellt befintligt nivålarm i kammare.
- Elbehörig personal genomför visuell kontroll av el och elinstallationer. Elskåp öppnas och fukt/rostangrepp kontrolleras. Trasiga komponenter byts ut.
- Kontrollera eventuella sättningar på markytan.
- Buskar/sly beskärs vid behov.
- Rengöring (städa bort skräp och eventuell lera/jord).

Exempel på rutinmässiga regelbundna kontroller i system med larmtråd:

- Kontroll av larmtrådsvärden, automatiskt eller manuellt.
- Kontroll och rengöring av ventilbrunnar och mätpunkter för larm.
- Motionering av ventiler.

Exempel på rutinmässiga regelbundna kontroller i olarmade fasta/flexibla system:

- Minisektionering. Vid upptäckt av vattenförlust i ett sektionerat område fortsätt att leta efter läckor med exempelvis en handburen termograferingskamera i området.
- Snökoll (se kapitel 10.6).
- Flygtermografering (se kapitel 10.3.2.1)
- Kontroll och rengöring av ventilbrunnar.
- Motionering av ventiler.

7.1.4 Resultat – utfall

Hittade skador dokumenteras. De mest akuta upptäckta skadorna hanteras som akut underhåll.

7.1.5 Åtgärd

Planera åtgärdsprogram för fjärrvärmenätet utifrån tillgänglig information. Åtgärder kan bestå av förnyelseinvesteringar alternativt planerade underhållsåtgärder.

7.2 Komponenter, systemdelar

7.2.1 Ventiler

Allmänt

Avstängningsventiler i fjärrvärmesystem används vid avstängning och sektionering av ledningsnät samt för tappning och luftning av nätet. Ventiler kan vara monterade i öppna utrymmen som till exempel kammare, avlastade från mekaniska krafter eller som komponent i markförlagda rörsystem med stora expansionskrafter.

Ventil ska vara dimensionerad för de krafter som kan uppstå i anslutande rör, vara manövrerbara och tät från båda hållen. Ventil kan vara utförd som kik-, kul- eller vridspjällsventil. Ventil kan vara i standard- eller sträckgränsutförande (ha hållfasthet mot axiella krafter).

Rekommendationen är att alltid använda ventiler av sträckgränsutförande i fjärrvärmenät för att förhindra att ventiler inte är manövrerbara på grund av axiella krafter.

Spindeltätningar ska vara underhållsfria eller ompackningsbara. För markförlagda ventiler gäller underhållsfri tätning. Spindelhals, med eller utan manöverdon, ska vara av sådan längd att halsens övre ände når över isoleringen.

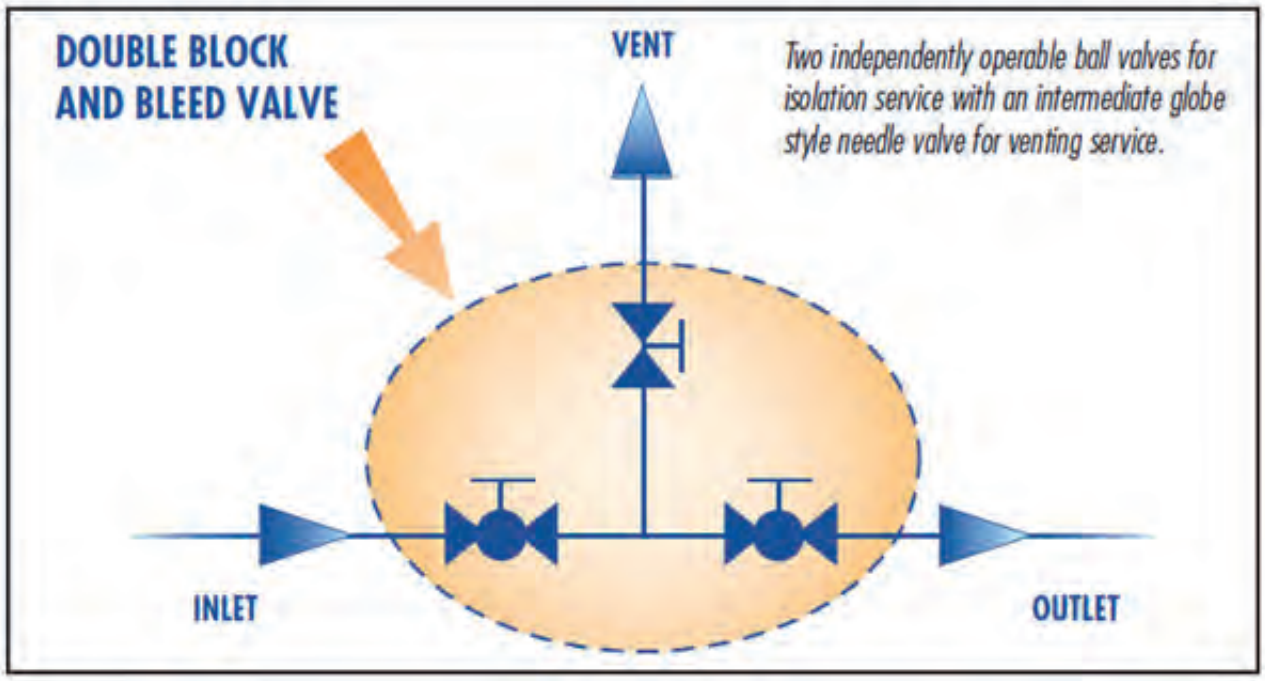


Illustration 7.1. Dubbelventil med Block and bleed. Källa: Bonney Forge.

Ventiler med Block and bleed-funktion
Block and bleed-ventilen är bubbeltät åt båda hållen. Dess tätningsmekanism är baserad på en radiell rörelse, vilket medför lång livslängd. En "backseat design" möjliggör underhåll av spindelpackningen medan ledningen är under tryck. Block and bleed minskar utrymmesbehovet och kräver ringa eller inget underhåll. Den är enkel att använda och alla typer av ställdon (elektriska, hydrauliska eller pneumatiska) kan installeras tillsammans med ventilen, se Illustration 7.1.

Ventilmotionering och täthetskontroll
Oavsett typ ska ventiler vid behov motioneras och smörjas regelbundet. Kulventiler och spjällventiler är i allmänhet underhållsfria, men de måste motioneras regelbundet för att bevara sin funktion. Minst en gång per år brukar rekommenderas av ventiltillverkare.

I samband med motionering av ventiler ska manöverdonen underhållas och kontrolleras enligt leverantörens anvisningar. Kontrollera att gångtid, injustering av lägesindikering och ändlägesstopp är korrekt. Detta gäller främst vid hydraulisk eller elektrisk manövrering.

Generell beskrivning av hur täthetskontroll för ventiler kan genomföras
När ventilen är stängd lyssnar man på den med ett lyssningsverktyg av typ stetoskop eller liknande. Strömningsljud indikerar att ventilen inte är tät. Vid tveksamma fall kan instrument med ljudförstärkning (lyssnarstav) användas för att klarställa om ventilen läcker eller är tät.

Avstängningsventiler
Den vanligaste ventiltypen är kulventilen. Den fungerar bra för alla rördimensioner och är oftast underhållsfri med god funktion. Av utrymmes- och kostnadsskäl förekommer andra ventiltyper vid dimensioner större än cirka DN 200 som till exempel spjällventiler. Spjällventiler är inte lämpliga att använda på mindre dimensioner än DN 200 på grund av flödesmotstånd i ventilen vid små dimensioner.

Avstängningsventiler med större dimension än cirka DN 150 bör kunna manövreras från markplan, manuellt eller med transportabelt motormanöverdon. Samtliga ventiler ska monteras lätt åtkomliga – något som gäller både i kammare och ventilbrunnar.

Kulventiler
Kulventiler finns för alla dimensioner och är den vanligaste ventiltypen i fjärrvärmenät. Av utrymmes-/kostnadsskäl kan andra ventiltyper övervägas vid stora dimensioner. Funktionskontroll och okulär täthetskontroll rekommenderas av leverantörer ske minst en gång per år.

Det är viktigt att ventilerna motioneras regelbundet så att de behåller sin funktion.

Ventilen manövreras om möjligt till båda ändlägena. När ventilen är stängd kontrolleras om den är tät genom att lyssna efter brusande ljud.

Kontroll av spindeltätning avseende läckage, skador och status ska göras.

Finns el- eller hydrauldon monterade på ventilerna ska kontroll ske av att taktning fungerar samt att ändlägen är korrekt inställda.

Att tänka på vid användning av kulventil enligt ventiltillverkares rekommendation:

- En avstängningsventil ska vara helt öppen eller helt stängd. En halvöppen ventil deformeras med tiden av det strömmande vattnet som passerar.
- För att undvika tryckstötar ska ventilen inte stängas för snabbt (se kapitel 9.3, Manövrering av ventiler). Vid större dimensioner rekommenderas att bypassventiler används (mer om denna ventiltyp nedan).
- Om ventilen i regel är öppen/stängd ska den öppnas/stängas en till tre gånger per år för att förhindra att ventilen fastnar.

Spjällventiler
Funktionskontroll och okulär täthetskontroll utförs enligt leverantörens rekommendationer.

Varje enskild spjällventil bör manövreras till sina ändlägen i normal driftsituation samt enligt leverantörens anvisningar vid minst ett tillfälle per år. På så sätt kommer viss renspolning av ventilerna att ske, vilket i sin tur minskar risken för ansamling av stora mängder avlagringar och att sediment samlas i anslutning till tätningsytorna.

Det är viktigt att ventilens utformning är sådan att ventilens tätningsytor spolas helt rena från beläggningar eller fasta partiklar. Detta är ett krav för att tätningsytorna vid stängning av ventilen inte ska skadas. Om mycket sediment finns i rören är risken stor för att problem uppstår med spjällventilernas funktion eftersom de inte är konstruerade för funktion i vatten som innehåller sediment eller sediment med fasta partiklar.

Spjällventiler ska monteras med horisontell spindel för att undvika att skräp samlas kring axlarna, något som kan skada tätningsytorna. Vid större dimensioner kan spjällbladets och spindelns egentyngd skada ventilens funktion om den inte monteras horisontellt. Av utrymmesskäl kan det vara svårt att alltid montera ventilerna horisontellt och då rekommenderas minst 45 graders lutning.

Tätningsytor skadas lättast om ventilmanövern sker utan tryckfall över ventilen eftersom ventilen då inte spolas ren. Risken är stor för att skador uppstår på tätningsytor och det oavsett materialval i tätningsytorna. Därför bör en spjällventil endast manövreras i en fluid (vätska) med tryckfall över ventilen efter driftsättning och då en i taget för att uppnå ett cirkulationsflöde. Om möjligt undviks spjällventiler i lågpunkter för att minska ansamlingen av sediment runt ventilen.

Rengöring i samband med rörrensning vid montagearbeten kan inte göras med en så kallad pigg då den inte kan passera spjäll och spjällaxel. Istället ska alternativ rengöringsmetod användas genom ventilen och i dess omedelbara närhet.

På grund av flödesmotståndet är spjällventiler olämpliga i mindre dimensioner än DN 200.

Ventiler av äldre typ

Cylinder-kikventiler kallas även PR-kikventiler och det oavsett fabrikat. De brukar vara trycksmorda genom att smörjfett trycks in mellan de cylindriska ytorna från axiella spår i ventilkroppen. Dessa ventiler kräver därmed ett visst underhåll, även om smörjningen är enkel att genomföra. En nackdel är att fettet utgör en förorening av fjärrvärmevattnet.

Att tänka på:

- PR-kikventilen manövreras om möjligt till båda ändlägena vid motionering.
- Kontroll av spindeltätning, vid läckage späns gland (se Illustration 7.3). Om läckaget fortsätter byts tätning.
- Överväg att byta tätning om ventilen är väldigt trögmanövrerad.
- Iakttag försiktighet vid byte av spindeltätning. Vid byte av spindeltätning måste det övervägas om ledningen ska göras trycklös.
- Om det finns ett läckage i spindeltätning ska systemet alltid göras trycklöst.
- Iakttag försiktighet vid packningsbyte så att bottentätning/ring inte skadas.
- Vid montage av ny packning ska skarvarna ligga förskjutna. Packningarna snedskärs och smörjs

Illustration 7.2. PR-kikventil DN 300 monterad i kammare. Källa: Vattenfall Heat.

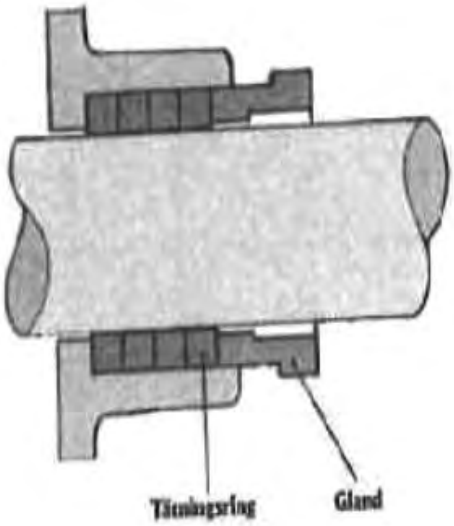


Illustration 7.3. Gland. Källa: Underhållsteknik, Arbetsbok Underhåll A, P Möller med flera.

med av tillverkaren angivet fett. Efterdragning av gland ska ske efter ungefär en månad.

- Ventil smörjs enligt tillverkarens smörjscheman, men minst en gång per år. Om ventilen manövreras ofta bör intervallen ökas.
- Ventilen ska smörjas före och efter manövrering. I vissa fall smörjs ventilen i nedandel innan manövrering för att underlätta att ventilkiken ”lossnar”.
- När ventil smörjs med stickor iakttas försiktighet vid lossning av smörjskruv. Eventuellt måste ledningen göras trycklös.
- Vid läckage i smörjskruv ska systemet alltid göras trycklöst.
- Vid byte av backventil för smörjning krävs att ledningen görs trycklös.
- Växelhus inspekteras och smörjs enligt tillverkarens anvisningar.

Markventiler med luftning/tömning

Möjligheten till underhåll av markförlagda fjärrvärmeventiler är begränsad och därför är kraven på goda långtidsegenskaper och underhållsfrihet stora. Utöver motionering och täthetskontroll av ventiler ska okulär kontroll av spindel och eventuella uppdragna larmtrådar ske. Om det finns vatten i brunnen ska vattnet pumpas ut. Om det är mycket slam eller liknande i brunnen bör den slamsugas. Med fördel kan spindel- och ventilhuv över spindeln användas för att förhindra att fukt/vatten orsakar korrosionsangrepp samt att vatten kommer in under ändtätning vid till exempel uppdragna larmtrådar. Se Illustrationerna 7.4 och 7.5.

Bypassventiler (förbigångsledning)

Med bypassventiler menas här ventiler som används för att hantera tryck över stora ventiler och som sitter på separat bypassledning. Vid huvudledning med dimensioner större än DN 200 rekommenderas att bypassventiler används.

Bypassventilerna motioneras/underhålls enligt plan och på samma sätt som andra ventiler.

Illustration 7.4. Markventilsbrunnar med ventil och luftning/tömning på ömse sida. Källa: Göteborg Energi.

Illustration 7.5. Markventilsbrunnar med ventil och luftning/tömning. Källa: Göteborg Energi.

Vid öppning av huvudventilerna, när den ena sidan har tappats ner och det då är en stor tryckskillnad över huvudventilen, ska fyllning först ske genom bypassventilerna till dess att ett dubbelsidigt tryck uppnåtts. Därefter kan huvudventilen manövreras. Bypassventilerna ska vid normal drift av nätet vara stängda. De öppnas innan/vid manövrering av huvudventilerna.

Rundgångar

Rundgångar existerar i fjärrvärmenät för att förebygga leveransproblem (oftast sommartid). Dessutom hjälper rundgångar till att undvika frysning i ledningar där vattnet av olika orsaker står still, som vid nybyggnation innan slutlig inkoppling av den nya fastigheten sker.

Rundgångar i fjärrvärmenät kan se olika ut med fasta eller med termostatiska rundgångsventiler.

Rundgångar kan vara placerade i hus, ventilbrunnar, kammare, mark eller huvar ovan mark. Varje rundgång bör kontrolleras minst två gånger per år (även de termostatiska) så att korrekt flöde uppnås. Rekommendation för termostatiska rundgångar som används för att förhindra frysning är att ställa in börvärdet på 20–35 °C. För att upprätthålla ett lämpligt genomströmningsflöde sommartid ska ett högre börvärde väljas för att få önskad varmvattentemperatur hos kund.

På fasta rundgångar (nålventil) utförs underhållet genom att motionera ventilen. I underhållet ingår kontroll av spindeltätning samt kontroll av funktion/justera in flöde.

På termostatiska rundgångar utförs underhållet genom att motionera ventilen/termostaten, kontroll av täthet/okulärkontroll, kontroll funktion/justera in temperatur.

Det är viktigt att dokumentera var i fjärrvärmenätet rundgångar monteras då ”bortglömda” rundgångar är en vanlig skadeorsak.

Offerventiler – ”engångsventiler”

Dessa ventiler används under byggtiden och placeras oftast i en muff under mark. I dessa fall kan inga FU-åtgärder utföras. Det är dock viktigt att dokumentera var de offerventiler som används placeras. De är en punkt i systemet som lätt drabbas av skador.

Det är möjligt att välja bort fastsvetsning av spindeln/tätningen enligt tillverkarens anvisningar och enbart täta med lämpligt tätningsmedel. Då kan ventilerna vid behov användas igen/manövreras fler gånger. Detta ökar skaderisken (spindelläckage) betydligt och rådet är att välja ventiler som har dubbla spindeltätningar. Observera att tillverkaren oftast kräver svetsad tätning för att garantin ska gälla.

Engångsventiler finns i ett antal olika lösningar/utföranden vad gäller spindeltätningar, stryp- eller fullflödesventiler och så vidare. Alla typer har sina för- och nackdelar, så valet bör noga övervägas.

Tänk på att anpassa muffarnas längd och diameter så att muffens ytterhölje av PEH inte utsätts för alltför höga temperaturer när ventilhus och ventilspindeln isoleras in.

Filter

I fjärrvärmedistributionssystem förkommer filter i fjärrvärmecentraler och produktionsanläggningar för att skydda värmeväxlare och armatur. Filter kan vara av fullflödes- eller delströmstyp och ha olika utförande med silar eller påsutförande.

Filter ska backspolas i de fall de är försedda med ventil. Backspolning ska utföras till dess att rent fjärrvärmevatten kommer ur slang som leds ovan mark eller till en tömningsbrunn. Slangen ska ha rätt tryckklassning (PN16, 120°C). Iakttag försiktighet!

När filterinsatsen ska rengöras mekaniskt måste ventilerna på ömse sidor av filtret stängas. Innan filtret rengörs släpps trycket försiktigt genom backspolningsventil. Om sådan ventil saknas släpps trycket genom att varsamt öppna fläns/lätta på bultar/gänga av filterkopp (se även kapitel 10.8, Vattenkemi).

7.2.2 Ventildon

De flesta ventildon på marknaden av idag är smörjningsfria. Äldre don kan i vissa fall behöva oljebyte eller regelbunden smörjning.

Spjällventiler i dimensioner från cirka DN 200 och uppåt är vanligen utrustade med en snäckväxel av relativt enkel mekanisk konstruktion. Växeln är smord via smörjnipplar eller genom fett/grafitkräm i växelhuset och ska därför kontrolleras samt eventuellt kompletteras med smörjmedel någon gång per år.

Växellådan ska vara självhämmande, vilket innebär att växeln stannar i det läge den står i även om kraften från donet försvinner.

Vid motionering av ventiler bör om möjligt kontroll av inställningar för ändlägen och stängningstider göras. Manöverdonets gångtid från öppen till stängt läge av ventilen ska vara anpassad till ventilens konstruktion, dimension och rörsystemets uppbyggnad så att skadliga tryckvågor inte uppstår. Det rekommenderas att donen testkörs en eller två gånger per år, lämpligen i samband med ventilmotioneringen.

Det är viktigt att anläggningsägaren kontrollerar att injustering av manövreringsdon på ventiler är rätt utförd. Även om montering skett av fackman/leverantör kan moment glömmas bort.

Ventiler upp till och med DN 150 ska kunna manövreras med T-nyckel eller handspak.

Manöverdon med utväxling för kik-, kul-, eller vridspjäll från och med DN 200 och större ska vara så utformat att manövrering kan ske även med lös spindelförlängning från markplan. Manöverdon ska ha lägesindikering och ändlägesstopp.

Om manöverdon på grund av montage av ventil måste skiljas från ventil ska ny injustering ske. Leverantören ska lämna utförliga anvisningar för hur detta ska gå till.

Handmanövrering, hydraul- eller eldon

Manöverdon för ventiler kan indelas efter hjälpenergins art:

- Handmanövrering kan ske med handspak, ratt eller växel.
- Automatisering kan ske med hjälp av ett don som är elektriskt eller hydrauliskt.

Val av don beror på tillämpning, dimension och omgivande förhållande.

Spjällventiler har ett mindre vridmoment vid manövrering, vilket leder till att mindre och billigare manöverdon kan användas. Det gäller speciellt för dimensioner över DN 300.

Vridmomentet (Nm) är ett mått på den maximala kraft som krävs för att öppna respektive stänga en ventil. Vanligen är öppningsmomentet dimensionerande för val av manöverdon.

Manuellt handdrivna don

Manövrering av ventiler upp till och med DN 150 kan ske med T-nyckel eller handspak. Från DN 200 och uppåt krävs det ett ökande vridmoment och ventiler manövreras lämpligen med snäckväxel eller planetväxel och handratt. Manövrering med handkraft väljs då ventilen är monterad lättåtkomligt och manövrering sker relativt sällan (se Illustration 7.6).

Markförlagda kulventiler upp till och med DN 250 och som är utrustade med 6-kantsgrepp kan manövreras med hjälp av en transportabel planetväxel eller ett transportabelt hydraulmanöverdon. Hydraulmanöverdonet kan styras med portabel hydraulpump, elektrisk eller handdriven.

Eldon

Alla elektriska don är uppbyggda kring en reversibel elektrisk motor, en snäckväxel och någon form av styrning. Vid användning av elektriska manöverdon i kammare bör risken för dränkning beaktas.

Att beaktas vid val av elmanöverdon:

- strömtillförsel
- typ av motor
- start-/stoppknappar,
- fram-/backomkopplare
- momentbrytare
- manöverutrustning
- kapsling bör minst vara IP67, explosionssäker (EX-klassad) eller vattentät
- placering/manövrering (exempelvis fjärrstyrning).

Elektriska don består av en elektrisk motor som vrider ventilen till rätt lägen. Donet styrs från en styrenhet som kan vara kopplad direkt på donet eller i ett skåp ovan mark om donen är placerade i en kammare eller brunn. Donet kan även fjärrstyras

Illustration 7.6. Handdrivna don monterade på ledning DN400. Källa: Vattenfall AB Heat.

från kontrollrum om så önskas. För fullgod funktion gäller det att donet är monterat och injusterat efter tillverkarens rekommendationer samt att den elektriska utrustningen regelbundet ses över och testkörs.

Som en säkerhetsåtgärd kan manöverdon förses med en ratt så att donet går att manövrera även vid el-bortfall (se Illustration 7.7).

Förebyggande underhåll innebär regelbunden funktionskontroll av:

- elskåp, elkablar med mera
- all elektronik
- lägesåterföring (att ventilen går att manövrera från helt öppen till helt stängd med korrekt avgivna lägen)
- korrosionskador på utrustningen.

Vid stängning av ventil med don ska stängningsförloppet hanteras så att tryckslag inte uppstår. Se kapitlen 9.2 (Fyllning) och 9.3 (Manövrering av ventiler).

Hydrauldon

Ett hydrauldon kan styras med handdriven eller eldriven hydraulpump. Hydraulpumpen kopplas via slangledningar till ventilernas manöverdon. Hydrauliska manöverdon kan användas där ventiler monteras i markförlagda rörsystem, med fördel i rör av större dimension där stor ställkraft behövs. Hydrauliska manöverdon klarar höga vridmoment, fukt och svåra driftförhållanden (se Illustration 7.8).

Förebyggande underhåll innebär att följa leverantörens instruktioner för drift och underhåll samt att regelbundet funktionskontrollera:

- hydraulolja slangar och oljenivå i donet
- att kopplingar är täta och inte droppar olja. (läckande hydraulventiler kan resultera i att ventilerna öppnas/stängs ”av sig själva”)
- lägesåterföring (att ventilen går att manövrera från helt öppen till helt stängd med korrekt avgivna lägen)
- korrosionsskador på utrustningen.

7.2.3 Kompensatorer

Kompensatorer är kritiska komponenter i hålrörssystem. De finns oftast på de största ledningsdimensionerna och är avgörande för leveranssäkerheten i äldre fjärrvärmenät. Kompensatorer används där medierören kan röra sig fritt i skyddshöljet.

Illustration 7.7. Elektriskt don med styrenhet.
Källa: AUMA Industriarmatur.

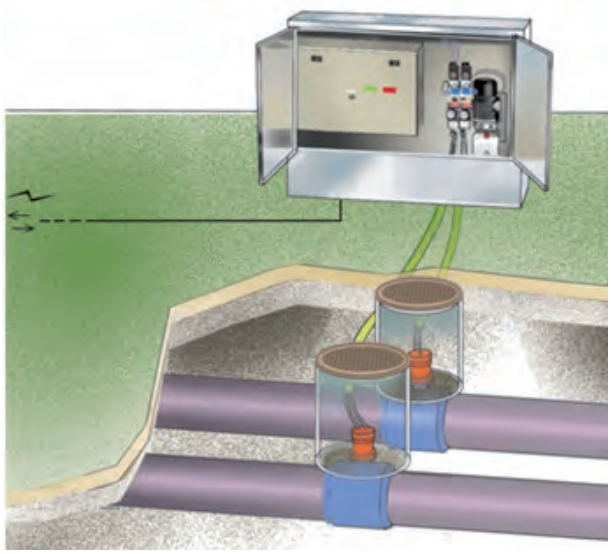


Illustration 7.8. Installationsexempel, IA HECON.
Källa: AUMA Industriarmatur.

Före kammare kan kompensatorn tillsammans med en fix minska axiella rörelser i kammarväggen och reducera kraftlaster på ventiler. Små rörelser i kammarväggen säkerställer rörgenomföringens funktion. Små krafter på ventiler minskar risken för spindelläckage och säkerställer tätheten vid ventilstängning.

För beskrivning av olika typer av kompensatorer se *Svensk Fjärrvärmes rapport 2006:3 Kompensatorer*.

Alla kompensatorer är inte möjliga att inspektera då de är nedgrävda.

Inspektion – förebyggande underhåll
Kompensatorer bör, när det är möjligt, ”kläs av” och inspekteras så eventuella skador kan åtgärdas. Utför:

- okulär besiktning runt hela kompensatorn
- sprickindikering med penetrant (vätska)
- mätning av kompensatorlängd och jämförelse med nominell längd om det finns uppgifter
- okulär besiktning/undersökning av risk för hopptryckning, sidokrafter, förskjutning, styrningar, upphängningar och glidklackar.

Eftersom materialet i bälgen oftast är austenitiskt, rostfritt krom/nickel-stål, föreligger en känslighet för spänningskorrosion vid närvaro av klorider.

Kompensatorer måste skyddas mot yttre åverkan som vattenbegjutning eller olika former av mekanisk påverkan. Det får inte samlas smuts i bälgen då det kan förorsaka korrosion och mekanisk skada som i sin tur kan leda till läckage. Den vanligaste skadan är annars genomslag av bälgen, något som kan förorsakas av olika händelser.

Förebyggande åtgärder mot skador av fukt eller vattenbegjutning kan vara effektiv dränering, luftning av kammare/kulverten och droppskydd monterat över kompensatorn.

Vid svetsarbeten i närheten av kompensatorer gäller det att skydda dem mot svetssprut som kan ge skador på bälgen.

Kontroll av sättningar i exempelvis betongkulvert, på grund av trafiklast eller ändrade ytvattennivåer som påverkar och förändrar belastningarna på kompensatorer, bör kontrolleras vid rondering då det kan leda till haveri eller skador på kompensatorer.

7.3 Betonglådor/kulvertar/tunnlar/ (inomhusledningar)

Okulär kontroll efter sprickor/betongsläpp/armeringskorrosion genomförs i den mån det är möjligt vid åtkomliga punkter som kammare. Arbete som medför locklyft/framschaktning är ett gyllene tillfälle att okulärbesiktiga betongen (se Illustration 7.9). Borrkärnor kan tas och provas för karbonatisering, kloridhalter med mera. Läs mer om detta i *Fjärrsynrapport 2012:9, Statusbedömning av betongkulvert*.

7.3.1 Stöd, upplag (hängningar), styrningar, fixar, fixklackar

Vid den okulära kontrollen av stöd, styrningar och fixar med mera letas efter:

- sprickor/betongsläpp där smidet är uppfäst

Illustration 7.9. Fjärrvärmeledning DN 700 byggd 1965. Betongvägg påverkad av armeringskorrosion och stora krafter. Fixeringsbalk (vänster) och betongvägg har förlorat sin kraftupptagande funktion. Källa: Vattenfall Heat.

- kontroll av korrosion i den mån det är möjligt vid åtkomliga punkter som kammare
- när arbete utförs som medför locklyft/framschaktning ska tillfälle tas att okulärbesiktiga då synliga smiden
- om det finns vatten/kondens som kan/har droppat ner på balkar och rör.

Bra avrinningsmöjligheter från fixlådor och balkar är avgörande. Avrinningshål i balkarna, så att vatten inte kan bli stående kvar, är ett tips. Rengör och förbättringsmåla vid behov av att minska risken för korrosion.

7.3.2 Ventilationstorn i öppna fjärrvärmekulvertsystem

I den regelbundna kontrollen av ventilationstorn ingår:

- skick vad gäller exempelvis rostangrepp, vandalisering med mera
- behov av målning, måla över/sanera klotter
- skick på skyddslinda/krympmuff vid nedre delen av torn
- kontrollera att ”luftvägarna” är fria och röret inte är igensatt eller har en felaktig lutning så att vattenlås kan uppstå om det kommer in vatten i röret
- rensa ventilationshål
- ansa/klipp näraliggande buskar

Kontroll av ventilationsverkan kan göras med rökpatron som används av ventilationsfirmor. Gå vidare med fiberoptik för att hitta felet om ventilationen visar sig vara dålig.

Dålig ventilationsverkan ger ökad fuktighet i ledning/kammare, vilket innebär ökad korrosionsrisk. Att skapa ett flöde/drag genom hela kulverten är särskilt viktigt vid låg- och högpunkter på kulvertsträckor. Det finns olika utföranden på ventilationstorn. Om extra ventilation i kulvert ska uppnås kan ett T-rör riktat i vanligaste vindriktningen för platsen monteras.

För att uppnå bra självventilation gäller det att ett ventilationsrör i kammaren går ner nära golvet samtidigt som ett rör ska mynna i övre delen av kammaren. Det ger ett ökar självdrag.

Plasttorn bör undvikas vid platser där mycket folk rör sig eller där det finns soptunnor. Detta materialval ökar risken för vandalisering i form av brand och annan åverkan (se Illustrationer 7.10–7.14).

Illustration 7.10. Kammare där all ventilationsverkan har upphört efter det att ventilationsrören tagits bort av fastighetsägaren vid ombyggnationer i området. Källa: Vattenfall Heat.

Illustration 7.11. T-ventilationsrör för ökad dragverkan. Horisontella röret placerat/vänt i vanligaste förekommande vindriktningen. Källa: Växjö Energi.

Illustration 7.12. Sönderrostat ventilationstorn.
Källa: Vattenfall Heat.

Illustration 7.13. Nymålat ventilationstorn med nyborrade 9 millimeters hål och nylindad CW-binda på nedre delen för att förlänga livstiden/öka motståndskraften mot gräsklippare och hundkiss. Källa: Växjö Energi.

Illustration 7.14. Ventilationstorn av ”svanhalstyp”. Källa: Göteborg Energi.

7.4 Pyranin

Färgning av fjärrvärmevatten med pyranin (pyrentrisulfonsyra) är en beprövad och effektiv metod för att skilja fjärrvärmevatten från annat vatten. Det grönfärgade vattnet är iögonfallande och gör det lättare att se skillnad på utifrån kommande vatten eller fjärrvärmevatten i exempelvis kammare, i växlare när fjärrvärmevatten läcker över på tappvattensidan eller vid fuktfel i muffar. Fel kan snabbt och enkelt lokaliseras (se Illustration 7.15).

Pyranin ger vattnet en fluorescerande grön färg redan vid låg inblandning. Doseringsnivån anpassas till systemets utformning och volym. Lägre dosering av pyranin kan synliggöras genom att UV-ljus används för att detektera pyranin i fjärrvärmevattnet. Doseringsnivån kan ligga mellan 10–50 ppm (se Illustration 7.16).

Tänk på att det kan krävas ett tillstånd från kommunens miljökontor för att få använda pyranin i fjärrvärmevatten då det kan påverka grundvattnet. Erfarenhetsmässigt är det känt att pyranin bryts ner mycket långsamt i naturen då det är vattenlösligt (se även kapitel 10.8, Vattenkemi).

Miljökontoret samt vatten- och reningsverket ska informeras vid större utsläpp av grönfärgat vatten. Reningsverket kan då förbereda sig på att ”släcka” och neutralisera det gröna vattnet.

7.4.1 Tömningssystem

Avtappnings- och avluftningsventiler ska i första hand vara kopplade till en samlingslåda, som via en ”tredje” ventil leds till en avtappningsbrunn. Avtappningsbrunnen kopplas om möjligt till kommunens dagvattensystem. Då det blir allt vanligare med dagvatten- och spillvattenledningar av plastmaterial har de flesta kommuner restriktioner för vilka temperaturer som får släppas in i deras system. Tag reda på vilka regler som gäller i din kommun innan direktanslutning sker. Ofta behövs även ett avtal med kommunen (se nedan).

För de företag som släpper ut, eller planerar att släppa ut, vatten till det kommunala avloppsnätet är det nödvändigt att känna till Lagen om allmänna vattentjänster (SFS 2006:412) som allmänt kallas vattentjänstlagen. Varje kommun har lokalt dessutom antagit *Allmänna bestämmelser för hur VA-anläggningen får användas* (ABVA).

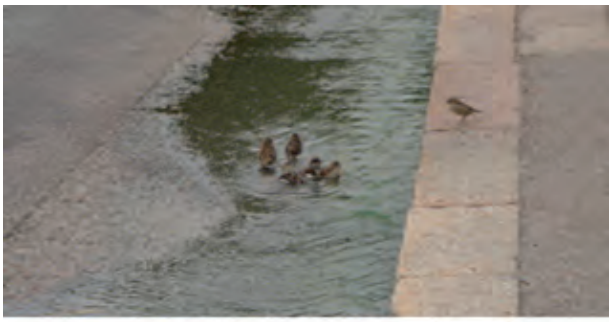


Illustration 7.15. Pyraninfärgat vatten. Pyranin är livsmedelsklassat och används även i kosmetika och rengöringsprodukter som tvål, schampo och diskmedel. Källa: Vattenfall Heat

Illustration 7.16. Större läckage i kohage.
Källa: Vattenfall Heat.

SFS 2006:412 Användningen av en allmän VA-anläggning

21 § En fastighetsägare får inte använda en allmän VA- anläggning på ett sätt som innebär:

1. att avloppet tillförs vätskor, ämnen eller föremål som kan inverka skadligt på ledningsnätet eller anläggningens funktion eller på annat sätt medför skada eller olägenhet
2. att huvudmannen får svårt att uppfylla de krav som ställs på VA-anläggningen och driften av den eller att i övrigt uppfylla sina skyldigheter enligt lag, annan författning eller avtal, eller
3. andra olägenheter för huvudmannen eller någon annan.

22 § Om en fastighets VA-förhållanden påtagligt avviker från de förhållanden som i övrigt råder i en allmän VA-anläggnings verksamhetsområde, får huvudmannen träffa avtal med fastighetsägaren om särskilda villkor för användningen av VA-anläggningen.

Ånga eller vatten med högre temperatur än 45 °C får normalt inte tillföras förbindelsepunkten för dagvattenledningen (exempel från Uppsala). Då fjärrvärmevattnet överskrider 45 °C kan temperaturen sänkas genom blandning med kallvatten från exempelvis brandpost. Normalt släpps aldrig fjärrvärmevatten ut i spillvattensystemet då det i onödan skulle belasta det lokala vattenreningsverket.

Om det heta fjärrvärmevattnet släpps ut på gatan så att det rinner utefter gatan till närmaste dagvattenbrunn kan vattnet svalna av så mycket att inte skador uppstår på dagvattenledningarna. Med fördel kan en slanglåda användas för att kontrollera vart vattnet rinner iväg. (Se illustration 7.16).

Om inkoppling direkt på dagvattensystemet ändå sker gäller det att innan byggandet av en avtappningsbrunn veta vilken ”plus-höjd” det är på vattennivån i dagvattenledningen. Annars finns risk för bakfall och att det kommer in dagvatten i fjärrvärmenätets anläggningar.

Tillsyn/FU:

- Tömningsledningens kondition mellan tömningsventil och samlingsventil kontrolleras avseende korrosion och tjocklek före testning av tömningssystemet. Använd okulärkontroll och tjockleksmätare.
- Testning av tömningssystem ska utföras med blandning av fram- och returvatten samtidigt som inspektionsbrunnen kontrolleras. På detta sätt hålls vattentemperaturen nere.
- Under tömningen placerar personalen sig vid tömningsventilerna så att dessa snabbt kan manövreras.
- Efter tömning/testning av tömningssystem ska ventiler stängas. Se till att tömning/samlingsledning/lådan efter användning är påfylld med behandlat fjärrvärmevatten. Genom att fylla med fjärrvärmevatten förhindras invändig korrosion.
- Pumpbrunnar ska inspekteras och vid behov slamsugas för att garantera deras funktion vid akuta skador.

Slanglåda

Egenskaper för en slanglåda:

- Lådan ska vara så tung så att två anslutna hoppande/spottande slangar inte flyttar på den.
- Plåten inne i lådan är snedställd där vattnet/luften hoppar, vilket ger ett kontrollerat och lugnt rinnande flöde ur lådan.

Illustration 7.17. Slanglåda med vinklad plåt som fångar vattnet från slangarna och sedan låter det strömma ut i kontrollerad form. Källa: Växjö Energi.

Illustration 7.18. Slanglåda ihopkopplad med två slangar. Källa: Växjö Energi.

Risker

Vid all tömning är det viktigt att tänka på säkerheten för både egen personal och allmänhet. En riskbedömning bör göras. Vintertid kan isbildning uppstå där fjärrvärmevatten släppts ut på till exempel en gata. Lämpligt att då ha med sand i bilen så att området kan sandas innan området lämnas.

De slangar som används vid tömning ska tåla minst 120 °C och PN16 för att undvika slangbrott.

Material i luftningar, tappningar, samlingsventil och tillhörande rör

På luftningsventiler och övriga ventiler i brunnar kan korrosion uppstå på grund av bland annat fukt. Om det finns risk för klorider i yt-/markvattnet rekommenderas att välja syrafast rostfritt stål. Klockor/huvar monteras på/över stående ventiler/markventilsspindlar och därmed skyddas ventiler/krympskarv/larmtrådsgenomföringar. Tänk på att välja material i klockor/huvar som inte reagerar (korroderar) med materialet i ventilerna. Varning för att rostfritt och vanligt stål ”äter upp varandra”. Larmtrådsgenomföringarna skyddas genom manschetten mot kondenserande vattendropp från betäckning plus eventuell vattendränkning i brunnen.

Lämpliga åtgärder på befintliga stålrör till tömnings- och luftningssystem:

- okulär besiktning
- förbehandling, rengöring
- rostskyddsmålning.

7.4.2 Brunnar

Med brunnar avses här ej nedstigningsbara kammare. Komponenter som exempelvis markventiler, luftare, tömningar och larmtrådsmätpunkt kan placeras i brunnar. Alla komponenter ska vara nåbara från markytan.

Underhåll av brunnar utöver kontroll av ventilfunktion:

- Betäckning/lock/ring kontrolleras avseende skick. Titta efter spräckta ringar, slitna lock, slitna tätningar och sättningar. Rengör tätningsytor mellan lock och ring.
- Dränering kontrolleras och rengörs.
- Nivåkontroll av fyllning avseende ras av massor/slam och myrbon i brunnen utförs. Justeras vid behov genom urgrävning/slamsugning.

7.4.3 Dräneringar

Dränering under ledning ska, om det är möjligt, finnas där markförhållanden och vattennivå så kräver. Dräneringens funktion är att bland annat minska värmetransport (värmeförluster) och minska risken för inläckage av vatten till ledningar, muffar, brunnar och kammare. För bibehållen funktion måste regelbunden kontroll ske av dräneringsröret som inte får bli igensatt.

I samband med övrigt förebyggande underhåll noteras statusen för dräneringen:

- Rinner vattnet undan bedöms dräneringen fungera och inget görs.
- Beställs en spolbil för renspolning av dräneringen om okulär bedömning av dräneringen visar att den inte fungerar.

Syftet med dränering är att minimera värmeförlusterna för ledningen men också att förbättra arbetsmiljön vid besöksplatsen. Olika platser har olika belastningar av sådant som täpper igen dräneringen. Underhållet för dräneringar är därför i första hand behovsstyrt/individuellt kopplat till miljö och förutsättningar kring ledningarna.

Dränerings/markvattensänkningspumpar

Denna sorts pumpar kan finnas i och/eller utanför kammaren. Underhållet utförs oftast i samband med kammartillsynen:

- Pumpar ska provköras och funktionskontrolleras regelbundet. Minst en gång per år.
- Kontroll av automatik, drifttidsmätning och nivåvippors funktion.
- Signalöverföring där fjärrövervakning finns.
- Igensatta pumpar och ledningar rengörs.

7.4.4 Betäckningar/luckor/lock

Alla betäckningar/luckor ska vara dokumenterade, inmätta och märkta FV/fjärrvärme så att de snabbt och smidigt kan lokaliseras.

Luckor för nedstigning

Luckor finns i en mängd olika utformningar och fabrikat. De kan fås i storlekar som ger generösa upp och nedstigningar, vilket är att föredra vid nedstigbara kammare. Luckorna är lätta att hantera men kan oftast inte ligga i farbar väg eller liknande då de sticker upp ovan marknivå och sällan är dimensionerade att tåla trafiklast.

Nedstigningsluckan på illustration 7.19 kan vara tillverkad i aluminium eller rostfritt stål. Luckan är isolerad med frigolit för att undvika kondens och den anses kräva lite underhåll.

Gjutjärnsbetäckningar

Otäta lock/betäckningar som tillåter markvatten att droppa ner på fjärrvärmerör/ventiler är en mycket vanlig orsak till korrosionsskador i fjärrvärmekam-

Illustration 7.19. Generös lucköppning ger lätt nedstigning och snabb uppstigning – om så fordras. Källa: Växjö Energi.

Illustration 7.20. Gjutjärnsbetäckning i ”rätt” nivå med gatan. Källa: Växjö Energi.

mare och markventilbrunnar. Därför är det extra viktigt att utföra ett korrekt regelbundet förebyggande underhåll för alla typer av betäckningar. Vid ny- och ombyggnad gäller det att om möjligt undvika att placera betäckningar över rör och balkar.

Betäckningarna ska vara märkta FV så det tydligt framgår att det är en fjärrvärmebrunn.

Betäckningar som ligger i hårt trafikerade gator behöver kontrolleras ofta och bytas ut regelbundet då de snabbt blir slitna och otäta. Varje gång ett lock lyfts ska o-ringstätningens kondition kontrolleras. Byt vid behov.

Varje gång ett lock lyfts och ska sättas tillbaka måste sand/grus borstas bort från kanten så att full tätning kan uppnås.

Dåliga innerlock ska bytas ut. Innerlock av plast kan med fördel användas då de ger bättre arbetsmiljö för driftpersonalen, med mindre tunga lyft, än lock i metall (se illustrationerna 22-25). Innerlock av plast måste oftast specialbeställas.

Vid rondering/besök av kammare/brunn ska kontroll av betäckningen ske så att den ligger i rätt nivå i gatumark (se illustration 7.20). Ligger den för djupt samlas vatten uppe på locket och om den ligger för högt är den ett hinder i trafiken och utsätts för onödigt slitage.

Tänk på att:

- betäckningen ska flyta helt jämnt i körbanan
- betäckningen ska flyta i minst 100 millimeter asfaltmassa anbringad mot ramens ”hals” och under ramens ”bärfläns” samtidigt som beläggningsmassan ska packas med samma omsorg som körbanan i övrigt, vilket ger viss justermån för både höjning och sänkning
- Lockets/gallrets anläggningsytor, översida, spett- eller nyckelhål görs rena efter utfört beläggningsarbete.

Illustration 7.21. Gjutjärnsbetäckning. Källa: Växjö Energi.

Innerlockstätningar vid ventiler som inte ska utsättas för dropp

Innerlock finns i olika utföranden. Det vanligaste är innerlock tillverkade i stål med tätningslister eller plastlock. Dess funktion är att minska risken för att ytvatten ska tränga ner i brunnar/kammare. Fördelen med lock i plast är att de väger mycket mindre än mer traditionella material som gjutjärn och därmed är lättare att lyfta och hantera.

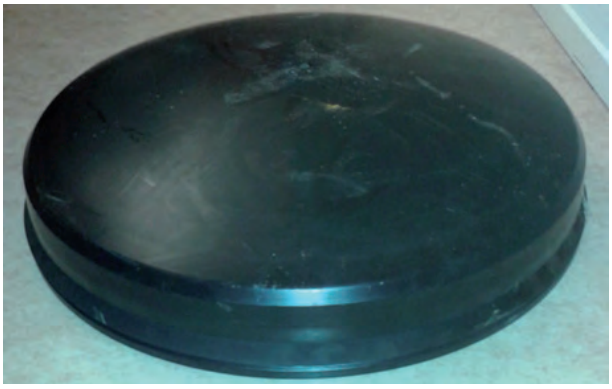


Illustration 7.22. Undersida till innerlock av plast framtaget av Fortum. Källa: Vattenfall Heat.

Illustration 7.23. Ovansida till innerlock av plast framtaget av Fortum. Källa: Vattenfall Heat.

Illustration 7.24. Innerlock av plast hindrar vatten och slam att komma ner i kammare. Källa: Vattenfall Heat.

Illustration 7.25. Innerlock av gjutjärn. Källa: Vattenfall Heat.

Trots innerlock uppstår ibland inläckage/dropp. Utsatta delar under betäckningen i en kammare kan med fördel täckas med en löst liggande asfaltpapp för att eventuellt dropp från betäckning och tak inte ska förstöra ventiler och rör.

7.4.5 Kammare

Allmänt

Kammare som innehåller trycksatta rör av större dimension ska besiktigas, det vill säga genomgå in- och utvändig kontroll (se kapitel 3, Lagar, förordningar, föreskrifter och standarder). Vid allvarliga brister har tredjepartsorgan rätt att rekommendera nedstigningsförbud alternativt driftstopp av fjärrvärmenätet. Om uppmaningen inte efterlevs kan tredjepartorganet rapportera till Arbetsmiljöverket.

Nedstigningsbara kammare utgör en stor arbetsmiljörisk i branschen. Det är av största vikt att minska riskerna genom förebyggande underhåll.

Kammare ska städas i samband med ronderingar/tillsyn för att minska risken för dålig luft, snubbelskador med mera.

Fuktigt klimat i en kammare är första tecken på att något är fel. Möjliga orsaker:

- Fukt kan orsakas av medierörsläcka i kammaren eller en läcka i kammarens närområde.

- Dålig ventilation, igensatta skadade ventilationsrör ger ökad luftfuktighet med korrosionsangrepp som följd.
- Inträngande yt-/markvatten ger hög luftfuktighet och skador på systemet.

Avluftningsventiler
Avluftningsventiler ska monteras med så god åtkomst att de kan underhållas och manövreras på ett säkert sätt.

Avluftningsventiler ska antingen vara kopplade till en samlingslåda eller avslutas med propp/huv. Vid detta montage ska avluftningsanordning med slangar i rätt tryckklass (PN16 och 120 °C) användas.

Arbetsgång:
- Luftning ska utföras till dess att rent fjärrvärmevatten kommer ur slangarna.
- Mynningen ska vara uppdragen ovan mark eller i tömningsbrunn/ansluten på samlingsledningen.
- Luftinneslutning i fjärrvärmerör ska inte släppas ut i kammare på grund av risken för kolmonoxidförgiftning eller syreutarmning (se kapitel 4, Arbetsmiljö).
- När luftningen görs och endast fjärrvärmevatten kommer stängs ventilen.
- Kontrollera att ventilen tätar.
- Skruva på huv/propp.
- Fyll därefter upp ledning mot huv/propp med fjärrvärmevatten.
- Stäng därefter ventilen.

Genom att fylla luftningsledningen med fjärrvärmevatten förhindras invändig korrosion.

Avtappningsventiler
Avtappningsventiler ska vara monterade med så god åtkomst att de kan underhållas och manövreras på ett säkert sätt.

Besiktning och funktionskontroll av tömningsarrangemang ska ske regelbundet med moment som:
- renspolning av ledning
- täthet hos ventiler
- rörens kondition avseende korrosion med mera
- tjockleksmätning/knackning.

När tillsynstömningen är utförd fylls samlingsledningen med fjärrvärmevatten mot stängd samlingsventil. Därefter stängs avtappningsventilerna. Genom att fylla röret med fjärrvärmevatten fram till samlingsventilen minskas risken för korrosionsangrepp på insidan av rören. Beakta risker med instängt kallt vatten som kan innebära en sprängverkan vid uppvärmning från omgivningen (se Illustrationer 7.26 och 7.27).

Det är viktigt att orientera sig om de lokala regler som gäller för urtappning av uppvärmt vatten (se avsnitt 7.3.4, Tömningssystem).

Lockbalkar, smide, tömningsrör
Lockbalkar, smide och tömningsrör rengörs och målas med lämplig miljögodkänd färg. Tänk på att färgen eventuellt ska appliceras på varma rör.

Fixar, styrningar
I mån av tillgänglighet rengörs och målas fixar samt styrningar med lämplig miljögodkänd färg.

Isolering, asbest
Asbest kan finnas i nedstigningshalsar, isolermattor samt runt ventiler och kompensatorer.

Isolering kontrolleras. Asbest saneras/tas bort av personal med godkänd utbildning/saneringsentreprenör (se även kapitlen 4.7, Asbest, och 8.3.16, Asbest).

Pumpgropar försänkt i kammargolv
Pumpgropar som är försänkta i kammargolv rengörs och rensas från skräp/slam. Kanten på pumpgropar målas lämpligen gula för att lättare upptäckas och på så sätt förhindra risk för personskador.

Inläckage i lockskarvar, väggar & botten
Om kontroll visar att det finns inläckage bör detta tätas. I vissa fall kan det tätas inifrån med expanderande tätband/fläta eller liknande. Oftast krävs framgrävning. Vid anslutande betongkulvertledningar, lys och kontrollera även där så långt det är möjligt (se kapitel 8, Avhjälpande underhåll).

Tak/lock, golv och väggar av betong
Tak, lock, golv och betongväggar kontrolleras vad avser sprickor och tecken på armeringskorrosion. Lys och kontrollera även anslutande betongkulvertledningar det är möjligt. För en djupare kontroll kan prover (borrkärnor) tas ut från tak och golv för att sändas till företag som utför materialanalys.

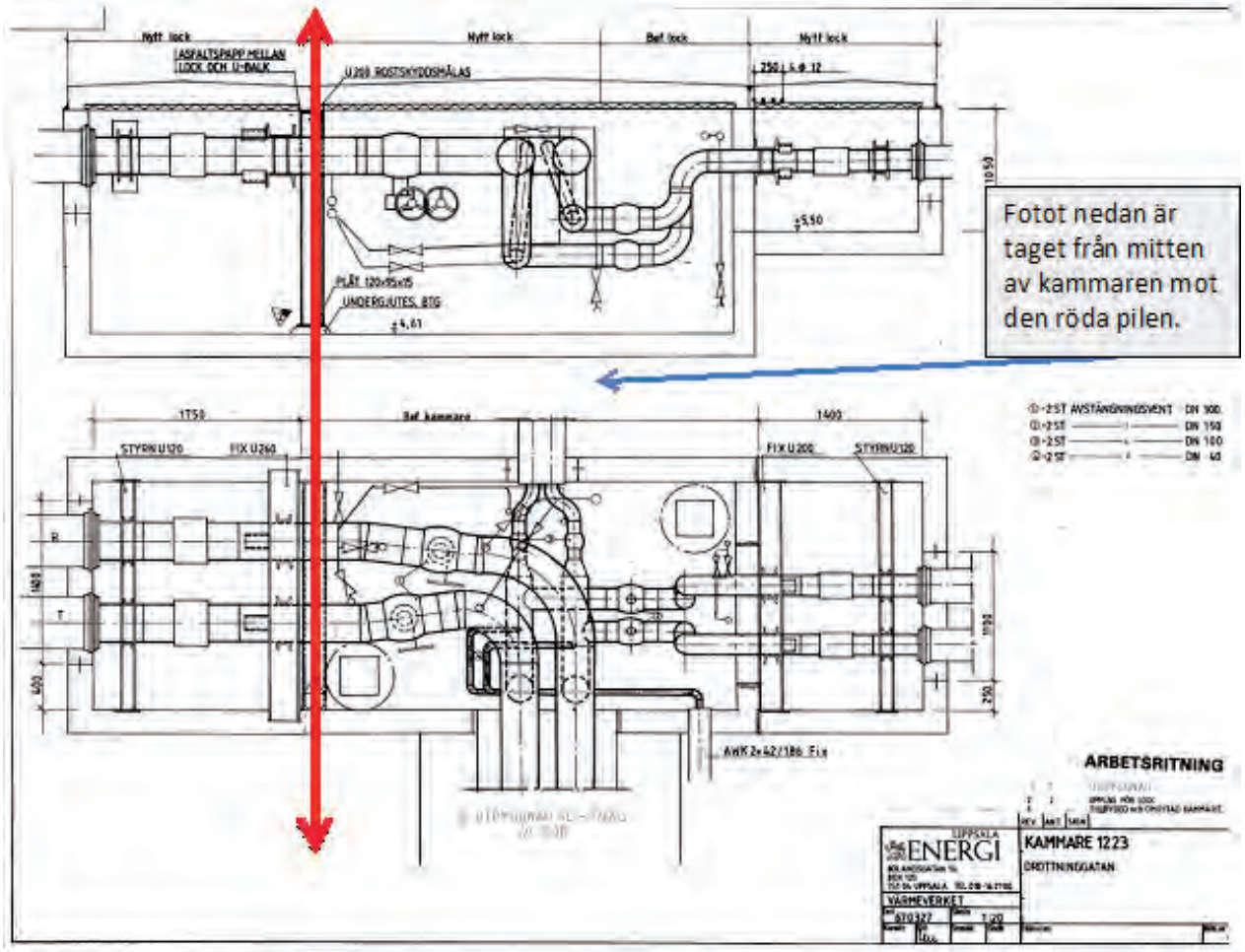


Illustration 7.26. Kammarritning K1223. Källa: Vattenfall Heat.

TÖMNINGSARRANGEMANG K1223

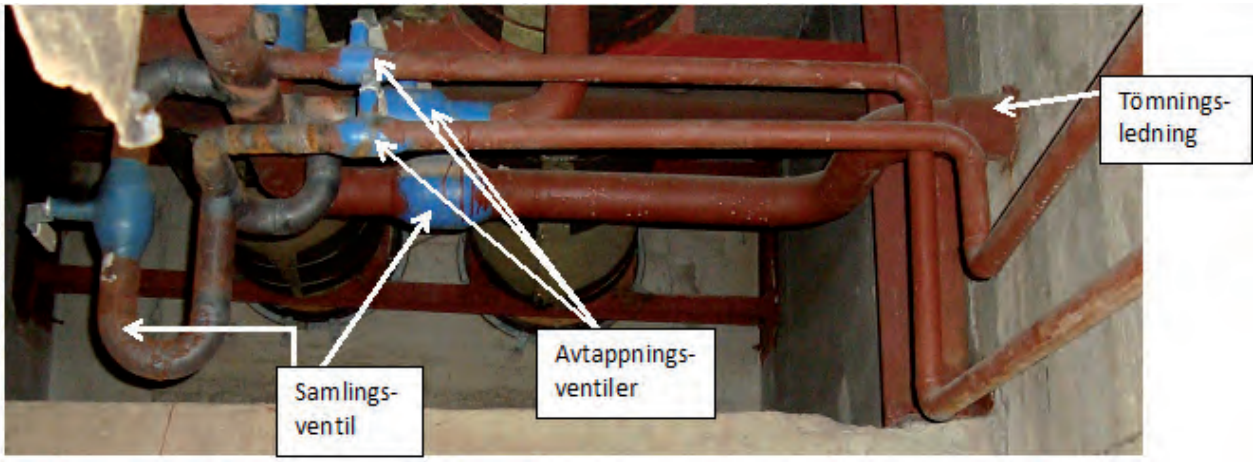


Illustration 7.27. Exempel på samlingslåda (se även kammarritning K1223 ovan). Källa: Vattenfall Heat.

Kammarövervakning
På marknaden finns övervakningsenheter med trådlös kommunikation som är avsedda att användas i fjärrvärmekammare för registrering av fukt, temperaturer och vattennivåer.

Övervakningsenheten kan bestå av till exempel två nivåvippor som varnar för vatten i kammare och en temperaturmätare. Genom att placera vipporna på olika höjd registreras hur mycket vatten som finns i kammaren och hur snabbt vattnet fylls på. Tillsammans med en temperaturgivare ger vipporna en bra bild av vad som sker i kammare.

För varje kammare kan önskade larmvärden sättas. De flesta väljer att ha så kallade A-larm och B-larm där A-larm går direkt till beredskapens telefoner som SMS-meddelande medan B-larm hanteras i tillhörande programvara installerad på lämplig dataserver.

Fuktsensor kan vara en bra avkännare av fukt och vatten som komplement till, eller istället för, nivåvippa i ett kammarlarm. Temperaturmätningen ger en indikation på om det är fjärrvärmevatten (varmt) eller yt-/grundvatten (kallt) som läcker in.

Larmen funktionskontrolleras för hela kedjan från givare till övervakningssystem/kontrollrum/sökare.

Det är en fördel om kammarlarmsenheterna kan flyttas mellan olika kammare. Informationen tas lämpligen in med (mobil) GSM-teknik – om inte fast förbindelse finns tillgänglig. Enheter med mobil uppkoppling och batteridrift finns på marknaden och de ska tåla den tuffa miljö som finns i en kammare.

Övervakningsenheterna kan:
- Minska behovet av manuell rondering av kammare
- Ge mindre vattenförluster vid snabbare upptäckt
- Göra det lättare att prioritera insatser vid regn eller översvämningar då flera kammare kan var utsatta för inläckage av vatten
- Ge färre dränkningsskador, vilket innebär ökad medellivslängd och lägre energiförluster på hålrörssystem.

7.4.6 Märkning av kammare, brunnar och ventiler
Enligt lagkrav AFS 2002:1 Användning av trycksatta anläggningar (underhåll, 24 §) ska rörledning och annan trycksatt anordning i anläggning:
- märkas med namn på det ämne som finns i processen
- samtliga rörledningar ska, oavsett innehåll, märkas med uppgift om flödesriktning
- säkerhetsutrustning ska märkas med avseende på dess funktion.
- huvudavstängningsventiler, nödstopp samt manöverdon för sådan utrustning ska alltid vara märkta så att erforderliga åtgärder snabbt kan vidtas i en nödsituation
- manöverdon ska vara försedda med uppgifter som ger tydligt besked om hur utrustningen manövreras.

Se vidare kapitel 3.9 (Märkning av distributionssystem för fjärrvärme).

Praktisk tillämpning i kammare
Varje ventil förses med en bricka av beständigt material med ventilens namn och funktion angivet. När så behövs ska varningstext på svenska placeras på anordningen för att fästa uppmärksamhet på exempelvis felaktig användning som erfarenhetsmässigt förekommer.

För nedgrävda rörledningar kan tillverkningsskylt sättas på lämplig plats, exempelvis i nedstigningsbrunn.

Märkning och registrering av markförlagda rör
Alla markförlagda rör ska markeras på ritningar som noggrant visar rördragningen relativt byggnader eller andra fasta objekt (punkt 3.4 EN 13480-6:2012).

ID-märkning av komponenter, brunnar och kammare
För att underlätta för driftpersonal och entreprenörer att hitta ”rätt” kammare eller markventil krävs ett genomtänkt system för hur positionsskyltar ska sättas upp.

Illustration 7.28. Exempel på positionsskylt för kammarbetäckning. Källa: Vattenfall Heat.

För kammare med ventilationsrör kan lämpligen en bricka med kammarens namn/nummer sättas fast (se illustration 7.28).

När det gäller markventiler blir det svårare då de inte har något tillhörande ventilationstorn eller motsvarande. Om oförstörande fastsättning av brickor kan uppnås så kan lyktstolpar, stolpar till trafikskyltar och liknande användas. Ska märken sättas upp på privatägda staket eller husväggar måste fastighetsägare alltid kontaktas för godkännande.

Ett annat alternativ är att märkningen görs nere i brunnen, under locket, eller i halsen så att brunnens identitet kan kontrolleras vid behov.

7.4.7 Genomföringar

Radonrisk vid genomgångar i väggar/plattor på mark – asbestcementkulvert

I fall där radon har konstaterats i byggnaden kan tätning av fjärrvärmeledningarna göras vid genomföringarna (se kapitel 8.3.15, Radonrisk vid genomgångar).

I fastigheter som anslutits med de nyare typer av fjärrvärmeledningar som erbjuds på marknaden är risken mycket liten för radonläckage via rörgenomföringarna – under förutsättning att det är byggt på rätt sätt. För att kunna förhindra bland annat radon finns det olika typer av ingjutningsringar för rörgenomföringar.

Övriga genomföringar

Det är viktigt att vid rondering kontrollera att inte vatten tränger in genom rörgenomföringar i kammare eller källarväggar vid fjärrvärmecentraler. Kontroll av genomföringar görs regelbundet genom att kontrollera täthet, glipor, sprickor vid vägg och golv. Korrosion och status på medieröret kontrolleras också.

Var även observant på rör ingjutna i en fastighets grundmur. Kontrollera kvaliteten på rör och genomföring.

Vid upptäckta fel är det viktigt att vidta åtgärder som förhindrar fortsatt inträngande av markvatten. Fukt och vatten kan ge missfärgning på vägg och golv och på så vis indikera läckage – även om det är torrt vid besöket.

Vid användning av väggenomföringar där rörens axiella rörelser inte är försumbara är det viktigt att smörja mantelrören i tätningsringarnas anliggningsytor.

7.4.8 Inomhusledningar och ovanjord

Visuell kontroll ska regelbundet göras av ledningar, upphängningar, fixar, styrningar, väggenomförningar och expansionsanordningar. Väggenomföringar kontrolleras avseende täthet/glipor mellan vägg och ledningar/genomföring. Om ledningen är av större dimension kan den vara besiktningspliktig (se kapitel 3.5, Besiktning enligt AFS 2005:3).

Kontroll av tömning/luftning av inomhusledningar ska ske genom slangar som dras ut utomhus. Försiktighet iakttas för att undvika tryckstötar av vatten och luft. Luftning med avledning till brunn i samma utrymme som luftning sker får endast ske med öppen dörr eller öppet fönster. CO-mätare ska användas (se kapitel 4.9.6, Åtgärder för att undvika olyckor).

Smideskonstruktioner besiktigas, rengörs och målas om de är rostiga.

Märkning (se avsnitt 7.3.7, Märkning av kammare, brunnar och ventiler).

Rör isolerade före år 1975 kan innehålla asbest och kräver speciell uppmärksamhet vid hantering (se kapitel 4.7, Asbest).

Oljud
Var mycket uppmärksam på ljud/oljud vid rondering av anläggningar. Ljudet kan vara strömningsljud, dåliga lager, klappande ventiler, tryckstötar eller kaviterande ventiler. För åtgärder (se kap 8.3 Åtgärder vid avhjälpande underhåll).

7.4.9 Ledningar under järnväg och större vägar
Det är viktigt att hålla koll på vilken lagstiftning och vilka regler som gäller när ledningar korsar, eller ligger intill, Trafikverkets anläggningar som vägar och järnvägsspår.

Skyddsrör, ventiler och kammare ska ronderas och hållas i gott skick för att minimera risken för underminering av vägbana/banvall vid eventuella läckage från fjärrvärmeledningarna. Det är lämpligt att montera någon typ av larmsystem – helst larmtråd alternativt nivålarm – som snabbt kan larma vid eventuell skada.

Varje anläggningsägare ska ha ett eget avtal med ägare (Trafikverket eller kommunen) av väg/järnväg som fjärrvärmeanläggningen korsar eller ligger längs med. Där ska klart framgå vilka krav väghållaren har.

7.4.10 Fuktlarm i fasta system
Övervakningsenheter för registrering av fukt i fjärrvärmerör är en bra investering för att tidigt fånga upp även små skador på mantel- eller medierör.

När fjärrvärmeledning utrustas med system för fuktövervakning måste kontrollrutiner och underhållsrutiner finnas för att upprätthålla avsedd tillförlitlighet hos larmsystem. Skötsel och kontroll av system kräver ofta speciell utbildning och tillgång till mätinstrument. Det bör alltid klargöras var ansvaret för larmsystems funktion finns.

Återkommande uppföljning
Samtliga installerade larmenheter rekommenderas genomgå en rutinmässig återkommande funktionskontroll. För nyinstallerade larmsystem bör första funktionskontrollen utföras redan efter 2–3 månader, varefter periodens längd mellan kontrolltillfällena kan öka. Som minimum rekommenderas att en funktionskontroll utförs minst en gång om året.

Ledning med larmtråd
Ett flertal övervakningssystem för övervakning och detektering av fel på isolerade rörledningar finns på marknaden. Systemen larmar för fukt, trådavbrott samt kortslutning.

Fuktdetektering i fjärrvärmerör bygger på mätning av de elektriska förändringar som uppstår då vatten tränger in i isoleringen. Fjärrvärmeröret (som utgörs av larmtråd, medierör och mer eller mindre fuktig isolering) uppträder ur elektrisk synpunkt som en impedans och kan registreras/mätas.

Motståndsmätning av larmtrådsslinga är en kontroll av att tråden är hel utefter sträckningen. Mätningen visar också på eventuella dimensionsförändringar hos larmtråden samt bristfälligt utförda trådkopplingar. Viktig att utföra vid montering av larmtråd efter reparationer.

Fuktövervakning kan ske på två olika sätt, via:
- resistansmätning
- impedansmätning.

Resistansmätning i fält utförs med hjälp av isolationsprovare (Ohmmeter) genom att mäta mellan larmtråd och medierör. Mätningen görs för att kontrollera att ingen elektrisk kontakt eller fukt finns i röret. Resistansmätning upptäcker om det är ett larmfel i en krets, men det går inte att definiera var felet är beläget.

Impedansmätning utgår från att mäta växelströmsmotståndet i polyuretanskummet (i vilken larmtråden befinner sig) med en pulsekometer. Görs av särskilt utbildad personal. Det är möjligt att mer eller mindre exakt lokalisera ett felställe. Mätnoggrannheten är normalt cirka +/- 1 m. Via impedansmätning kan man se att det finns ett larmfel i kretsen och lokalisera var felet är beläget.

Observera att man inte kan se status på larmkretsen bortanför ett fel. För att lokaliseringen ska vara effektiv måste det finnas en larmritning och referenskurvor från tidigare mätningar.

Är inte kontinuerlig övervakning/mätning möjlig för hela fjärrvärmenätet? Prioritera i så fall nybyggda ledningar under minst garantitiden och sedan ledningar som är äldre alternativt prioriterade.

Ledningar hålrörstyp
Fuktband kan dras in i betongkulvertar från kammare till kammare. Detta under förutsättning att kulverten har tillräckligt med “tomrum” för att bandet ska få plats att dras igenom. Fuktbandet fungerar som en vanlig larmtråd. Ett krav är att kulverten normalt är helt torr när fuktbandet dras in.

Rondering av fuktband ska ske på samma sätt som larmtråd i moderna fjärrvärmeledningar. Fuktbanden kan också kopplas till en fjärröverovakning för kontinuerlig mätning.

I övrigt är man hänvisad till nivålarm/fuktlarm i kammare dit vattnet rinner ut vid läckage.

7.5 Litteratur

- Svend Frederiksen & Sven Werner: *Fjärrvärme: Teori, teknik och funktion* (Studentlitteratur, 1993).
- Karl-Edward Johansson: *Driftsäkerhet och underhåll* (Studentlitteratur, 1997).
- Leo Hagberg & Tomas Henriksson: *Underhåll i världsklass* (OEE Consultants, 2010).
- *Certifiering av avstängningsventiler (Tekniska bestämmelser D:210*, Svensk Fjärrvärme, 2009).
- *Effektivare rundgångar* (FoU-rapport 2004:109, Svensk Fjärrvärme, 2014).
- *Fjärrvärmeledningar arbetsmiljöfrågor vid projektering anläggning drift och underhåll* (rapport 1979-01-24, Svenska värmeverksföreningen, 1979).
- *Fjärrvärmeledningar B. Drift och underhåll* (Svensk Fjärrvärme, Gula serien, 1985).
- *Kompensatorer: Konstruktion, inbyggnad, skador* (rapport 2006:3, Svensk Fjärrvärme, 2006).
- *Optimering av fuktlarm* (rapport 2007:3, Fjärrsyn, 2007).
- *Skarvteknik: Anvisningar för montage av skarvar, isolering samt övervakningssystem i fjärrvärme- och fjärrkylerör* (Svensk Fjärrvärme, 2013).
- *Spjällventiler i fjärrvärmenät* (rapport 2009:46, Fjärrsyn, 2009).
- *Statusbedömning av betongkulvert* (Rapport 2012:9, Fjärrsyn, 2012).

8. AVHJÄLPANDE UNDERHÅLL (AU)

8.1 Inledning

Fjärrvärme kan betraktas som ett begränsat reparerbart system. Det går ofta att ytterligare förlänga livslängden på ledningar och kammare genom reparationer och utbyte av korta ledningssträckor eller enstaka komponenter. Är skadorna större eller svåra att komma åt är det oftast mer ekonomiskt att byta ut en ledningssträcka och bygga bort eventuella kammare på sträckan.

Avhjälpande underhåll utförs då skador och läckage uppstår. Reparationsarbetet ska utföras så att hög tillgänglighet kan bibehållas.

8.1.1 Definition avhjälpande underhåll

Förebyggande underhåll definierat enligt punkt 7.6 i SS-EN 13306:2001:

Underhåll som genomförs efter det att funktionsfel upptäcks och med avsikt att få enheten i ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion.

Avhjälpande underhåll delas upp i uppskjutet underhåll och akut underhåll.

Uppskjutet underhåll

Avhjälpande underhåll som inte genomförs omedelbart efter att ett funktionsfel upptäcks utan senareläggs i enlighet med givna underhållsdirektiv.

Akut underhåll

Underhåll som genomförs omedelbart efter det att funktionsfel upptäcks för att undvika oacceptabla konsekvenser.

8.2 Allmänt om avhjälpande underhåll

Avhjälpande underhåll bör minimeras så långt det är möjligt genom förebyggande underhåll. Läckor och andra typer av akuta skador som uppstår går i och för sig inte att förhindra fullt ut. Svårigheten ligger bland i att fjärrvärmeledningarna är dolda i mark och inte kan inspekteras. Det är bra att ha en genomtänkt strategi för olika typer av fel med sektioneringsplaner och beredskaps-/akut reparationsmaterial.

Dokumentation av skador

Alla skador som uppstår ska dokumenteras på lämpligt sätt i underhållsmodul, GIS (geografiskt informationssystem), NIS (nätinformationssystem) eller motsvarande. Detta gäller oavsett om det är akuta problem eller skador som långsiktigt kommer att påverka fjärrvärmenätets status. Det går då att följa upp olika skadetyper och därifrån förbättra det förebyggande underhållet och förnyelseplaneringen. Se kapitel 11, Statistik och nyckeltal).

Skador som kommer under kategorin ”uppskjutet akut underhåll” dokumenteras. Det är viktigt att de inte glöms bort, utan att de kan planeras in i det fortlöpande underhållet med reparationer alternativt förnyelse av nät.

Inrapportering av skador/fel ska ske till Svensk Fjärrvärmes skaderapporteringssystem Skadenyckeln.

8.2.1 Var/hur uppstår avhjälpande underhåll

Vanliga fel i hålrörssystem (betong- och asbestcementrörsledningar):

- Läckor på grund av korrosion.
- Utmattningssprickor orsakade av ålder, materialfel eller konstruktionsfel.
- Grund-/ytvatten rinner in i otäta kammare/betongkonstruktioner/asbestcementrörsskarvar/muffar och orsakar korrosion.
- Dålig ventilation som ger hög luftfuktighet och korrosionsskador i kammare.
- Korrosionsskador på balkar och fixar i betongkonstruktioner som påverkar hållfastheten med risk för haveri av anläggningen.
- Trasiga stegar och andra brister i arbetsmiljön i kammare ska alltid åtgärdas skyndsamt för att undvika personskador.
- Sprickor och liknande skador i betongkonstruktioner kan påverka hållfastheten och kan i vissa fall behöva åtgärdas akut.
- Armeringen i betongkonstruktioner kan i vissa fall korrodera och på så sätt spricker/delar sig betongen och tappar sin hållfasthet.

- Sättnings-/markförskjutningsskador.
- Grävningar/spontning/borrningar/pålning som skadar kulvert/mantel/isolering eller medierör.
- Markvatten eller fjärrvärmevatten leds in i kundens hus/källare via en skadad fjärrvärmeledning och orsakar kostsamma vattenskador.
- Skadade, slitna betäckningar.
- Tryckstötar i systemet.
- Temperaturcykler i ledningar/nät.

Vanliga fel hos fasta och flexibla ledningar (PEH, stål/kopparflex):

- Dåliga svetsar/lödningar på medierör ger akuta läckor.
- Felaktigt utförd mantelskarvning som ger inläckage av markvatten vilket leder till medierörskorrosion och framtida läckor om det inte åtgärdas.
- Material- och handhavandefel under tillverkning/förläggning kan senare ge akuta skador.
- Andra skador på yttermanteln, som avskjuvning av yttermantel mot husgrunder (oftast kopparflex).
- Grävningar/spontning/borrningar/pålning som skadar kulvert/isolering eller medierör.
- Ibland leds markvattnet eller fjärrvärmevatten in i kundens hus/källare via en skadad fjärrvärmeledning (vanligen flexibel ledning med mineralullsisolering) och orsakar kostsamma vattenskador. I ledningar isolerade med PUR-skum brukar normalt inte vatten kunna röra sig någon längre sträcka.

Exempel på skadeförlopp:

- Skador på ytterhöljet ger inträngande av fukt i isoleringen alternativt att en dålig svets eller utmattningsskada ger fukt från medieröret.
- Korrosionsprocessen startar om inte skadan på ytterhöljet upptäcks på ett tidigt stadium med hjälp av exempelvis larmtrådsmätning. Om skadan förblir oupptäckt kommer läckage att med tiden uppstå på grund av korrosion.
- Vid misstanke om läckage ska läckan lokaliseras. Om ledningen är försedd med larmtråd kan läckans position oftast bestämmas med larmtrådsmätutrustning (pulsekometer). Om ledningen inte är försedd med larmtråd kan lokaliseringen ske med exempelvis termografikamera, lyssning (akustisk mätning) eller/och besök/kontroll av kammare i området.
- När skadan lokaliserats grävs ledningen fram. Tänk på bestämmelser för grävning, trafik, säkerhet och försiktig grävning för att inte förvärra skadan.
- Beroende på ledningstyp och typ av skada utförs en reparation/tätning av det akuta läckaget/skadan.
- Om skadan på anläggningen är omfattande bör utbyte av sträckan övervägas.

8.3 Åtgärder vid avhjälpande underhåll

Avhjälpande underhåll av ledningar i mark kräver att ledningsägare förhåller sig till regelverk om anmälan och tillstånd.

Planerat arbete

44 § väglagen (SFS 1971:948)

Inom ett vägområde får inte utan väghållningsmyndighetens tillstånd:

1. dras elektriska ledningar, vattenledningar eller andra ledningar
2. utföras arbeten på en redan dragen ledning.

Väghållningsmyndigheten får meddela de föreskrifter om arbetet och om rätt till upplag eller annan anordning som behövs med hänsyn till vägens bestånd, drift eller brukande.

Tillstånd enligt första stycket behövs inte när tillstånd har meddelats enligt annan lag eller författning och anmälan om arbetet har gjorts hos väghållningsmyndigheten.

Oplanerat arbete

Om det på grund av inträffad skada krävs skyndsam (akut) reparation av en ledning som har dragits inom ett vägområde får arbetet påbörjas utan tillstånd eller anmälan. Ledningens ägare ska i så fall snarast underrätta väghållningsmyndigheten om arbetet (Lag 1987:459).

8.3.1 Schakt vid fasta system

Ledningar av fasta system förlagda enligt den friktionshämmade/fixerade metoden ska endast uppschaktas just där skadan finns. Värmeexpansion och övertryck i fjärrvärmerör ger ofta mycket stora krafter. Vid framschaktning av en längre sträcka fjärrvärmeledning kan den horisontella stabiliteten äventyras med risk för utbuktning av fjärrvärmerören om ledningen inte tas ur drift innan framgrävning (se kapitel 6.4.5, Schakt vid fasta system).

8.3.2 Schakt vid hålrörskulvert

I hålrörssystemens fjärrvärmekammare finns systemets kompensatorer, fixeringar, avgreningar och ventiler. Fixeringens funktion är att ta upp de krafter, ofta mycket stora, som orsakas av systemets inre tryck och värmeexpansionen i fjärrvärmerören. Detta gör att det finns risk att kammare kan flytta sig vid schakt intill dem och att systemets komponenter och funktion förstörs. Därför måste en särskild kontroll av dimensionen på systemets kraftupptagande anordningar göras. Dessutom är hålrörssystemens ytterhöljen känsliga för skador vid framgrävning. För mer detaljerad beskrivning om schakt vid hålrörssystem se avsnitten 6.4.3 till 6.4.4 som återfinns under kapitel 6.4 (Schakt vid befintliga fjärrvärmeledningar).

8.3.3 Tillfällig tätning av läcka

Det finns olika metoder för akuta reparationer av fjärrvärmeledningar. Här kommer några exempel på tillfälliga lösningar i väntan på en mer långsiktigt planerad åtgärd.

Reparationssvep och skruv kan oftast stoppa en akut läcka utan att ledningen tas ur drift mer än en mycket kort stund.

Reparations-/övergångssvep

Vid akut läcka kan vattenflödet oftast stoppas eller kraftigt minskas med ett reparationssvep (se illustration 8.2). Detta är en tillfällig lösning till dess att ett planerat driftstopp kan genomföras. Även om det är möjligt att montera svepet under drift är det av säkerhetsskäl motiverat att göra ledningen trycklös innan montage sker. Risken är annars stor för personskador orsakade av hetvatten. Regnrock och gummistövlar kan med fördel användas för att minska risken för brännskador orsakande av stänkande hetvatten.

Skruv

Om läckan är ett runt litet hål kan det fungera att dra i en skruv istället för reparationssvep i väntan på reparation (se illustration 8.1). Skruven bör om möjligt säkras med gummiduksbit och slangklämma eller liknande. Av säkerhetsskäl bör ledningen göras trycklös när skruven monteras och säkras. Nackdelen med metoden är risken att skapa ett större hål än det ursprungliga. Erfarenheten säger dock är att det är ovanligt och då kan oftast en större skruv användas istället så att hålet blir helt tätt.

Släpper skruven eller uppstår ny läcka bredvid den provisoriska lagningen? Täck då över skadan med en tyngre skyddsplåt eller motsvarande för att förhindra en eventuell vattenstråle från att skada förbipasserande och egen personal.

Lagning med skruv och svep är provisoriska tätningar av läckor som inom några veckor ska åtföljas av förberedda/planerade permanenta lagningar (se Illustrationer 8.1 och 8.2).

Illustration 8.1. Reparation med skruv.
Källa: Vattenfall Heat

Illustration 8.2. Reparationssvep som ska sättas över läckan.
Källa: Vattenfall Heat

8.3.4 Reparation av läcka på medierör

På äldre betongledningar uppstår läckor oftast på undersidan av medieröret. Det beror på att vatten kommer in i rören från läckor eller att omgivande mark gör isoleringen blöt. Då värmen stiger uppåt torkar oftast isoleringen på översidan medan isoleringen på undersidan av röret aldrig helt torkar. Det våtvarma omslag som på detta sätt skapas innebär kraftigt ökad korrosionshastighet.

Lucka

Utrymmet för svetsarbete är ofta för litet mellan rör och betongplatta/golv. Skär då bort en lucka på ovansidan av röret så att det går att svetsa fast en rundad platta på botten inuti röret över det korrosionsdrabbade området. Luckan sätts sedan tillbaka. Benämns ofta lucksvets (se illustration 8.3). Tänk på att uppfylla gällande *AFS 2005:2 Tryckkärlsförordning tillverkning* (se bilaga 3A, Författningar för fjärrvärmebranschen).

Svets

Sprickor i medieröret kan, om godset i övrigt är felfritt, svetsas (se illustration 8.4). Förarbete ska utföras i form av:

1. Borra start och slut av sprickan för att minska spänningarna i röret och förhindra ytterligare sprickor.
2. Fogen bereds där det ska svetsas.
3. Svetsa enligt gällande standard.
4. Magnetpulverprovning utförs för sprickindikering (MT Provning).

Utbyte av en skadad rörbit

Om bara en kortare sträcka av ett fjärrvärmerör är skadat kan den skadade delen kapas bort och ersättas med ett stålrör (av samma kvalitet och utförande) som svetsas dit.

Att tänka på:

- Vid ingrepp på rör förlagda med metoder som ger låga axialspänningar behöver normalt inte några extra åtgärder vidtas, utan ledningen kan kapas och ny ledningsdel inmonteras. Håll koll på rörets temperatur vid kapning och hopsvetsning.
- Ska ingrepp som kräver kapning av ledning göras på fasta fjärrvärmerör förlagda med metoder som ger höga axialspänningar måste man räkna med att avståndet mellan de kapade ändarna kan ändras efter kapningen. Fixera om möjligt ändarna innan kapning.
- Fixering innan kapning utförs på lämpligt sätt. Detta för att förinställda inspänningar inte ska riskera att ändras när det fälls in en ny ledningsbit.
- Om rörtemperaturen är densamma vid kapning som vid hopsvetsning bör spänningen i röret blir den samma igen.
- Om sträckan är längre måste någon form av förvärmning ske, till 70–75 °C, innan sista skarv sammanfogas. Hänsyn ska tas till den längdändring som sker när röret ändrar temperatur.
- För att neutralisera de krafter som kan uppstå går det att tillsammans med den utbytta rörbiten fälla in en engångskompensator som sedan fixeras

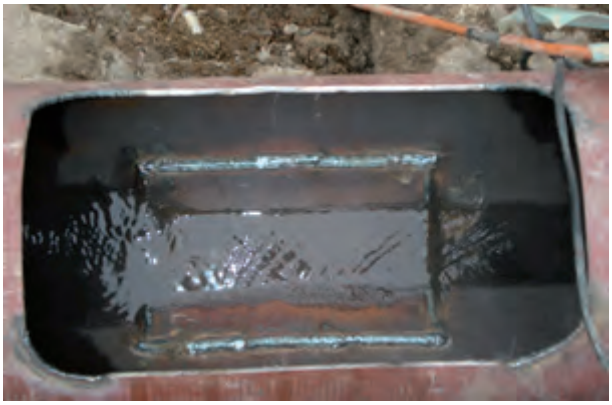


Illustration 8.3. Reparation med förstärkningsplåt i botten på rörets insida som tillfällig lösning. Källa: Vattenfall Heat

Illustration 8.4. Reparation med svets.
Källa: Vattenfall Heat

efter uppnådd fixeringstemperatur (se avsnitt 8.3.5, Engångskompensatorer).
- Vid fasta system ska larmtrådar återställas och nya mätvärden mätas upp.
- Återställning av yttermantel till ursprunglig funktion (se avsnitt 8.3.9 Lagning av muff och yttermantel för fasta system).

Läs även kapitel 6 (Grundläggande uppbyggnad och funktion).

Risk för vagabonderande strömmar vid kapning
Före demontering av flödesmätare, filter, ventiler eller andra komponenter på primärsidan ska en elektrisk förbindelse göras mellan rören på ömse sidor av komponenten. Slutändarna som uppstår när komponenterna demonteras förbinds härigenom elektriskt så att potentialutjämning sker.

Samma förarbete gäller innan kapningsarbete ska utföras. Förbindelsen kan exempelvis vara en startkabel med isolerade klämmor – som ska sitta kvar under hela arbetets genomförande. När kabeln lossas är det viktigt att inte hålla i röret. Vid elfel kan värmeröret i sämsta fall vara spänningsförande och livsfarligt att ta i. Se kapitel 4.17 (Vagabonderande strömmar).

8.3.5 Engångskompensatorer
Startkompensatorn, som är en variant av axialkompensatorn, används i fasta fjärrvärmesystem för att möjliggöra värmeförspänning i täckta rörgravar.

Efter förspänning svetsas kompensatorn samman och temperaturen sänks till montagetemperatur varefter kompensatorn isoleras och försluts.

Då kompensatorn är hopsvetsad och därmed "stum" behöver ingen speciell hänsyn tas så länge inte kapning sker i det område där kompensatorn är monterad. Därför är det viktigt att även engångskompensatorer dokumenteras i exempelvis GIS eller motsvarande (se Illustration 8.5).

8.3.6 Kompensatorer
Olika åtgärder kan vidtas för att förlänga livslängden på en skadad kompensator.

Vid mindre korrosionsangrepp som inte bedöms äventyra säkerheten
Undersök varför angreppet har uppstått, till exempel dropp från tak, och försök att undanröja orsaken. Är kompensatorn av typ flerskiktsbälg behöver genomslag/skada i ett av skikten inte betyda ett omedelbart haveri.

Vid förskjutningar i sidled
Korrigera styrningarna så att kompensatorn återigen blir rak. Viktigt att kontrollera att inga skador som kan äventyra hållfasthet och funktion har uppstått på kompensatorn.

Vid hoptryckning
Ta reda på varför hoptryckningen uppstått. Har

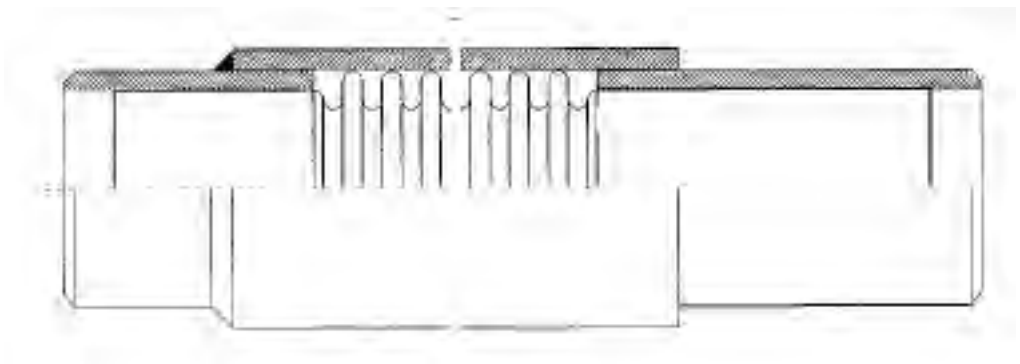


Illustration 8.5. Kompensator.
Källa: Svensk Fjärrvärme (rapport 2006:3).

skada uppstått på konstruktionen bör kompensatorn bytas ut, annars korrigeras inspänning enligt tillverkarens rekommendationer.

Vid isärdragning
Byt ut kompensatorn om den är skadad, vilket den troligen är om den dragits ut utöver sin maxlängd. Oskadad kompensator kan tryckas ihop till en korrekt inspänningslängd enligt tillverkarens rekommendationer.

Vid skador som påverkar kompensatorns hållbarhet och funktion ska kompensatorn alltid bytas ut.

8.3.7 Utbyte av kompensator på befintlig ledning

En skadad kompensator kan tillfälligt ersättas med en bygling om driftläget inte medger ett omedelbart byte (se Illustrationer 8.6 och 8.7). Beskrivning av hur utbyte till en ny kompensator eller bygling kan utföras finns i *Svensk Fjärrvärmes rapport 2006:3 Kompensatorer: konstruktion, inbyggnad, skador.*

Kapning av befintlig ledning i system med kompensatorer (hålrörssystem)
Hur man sätter då in en ny ledningsbit (rör) nära en kompensator på en befintlig ledning som innehåller

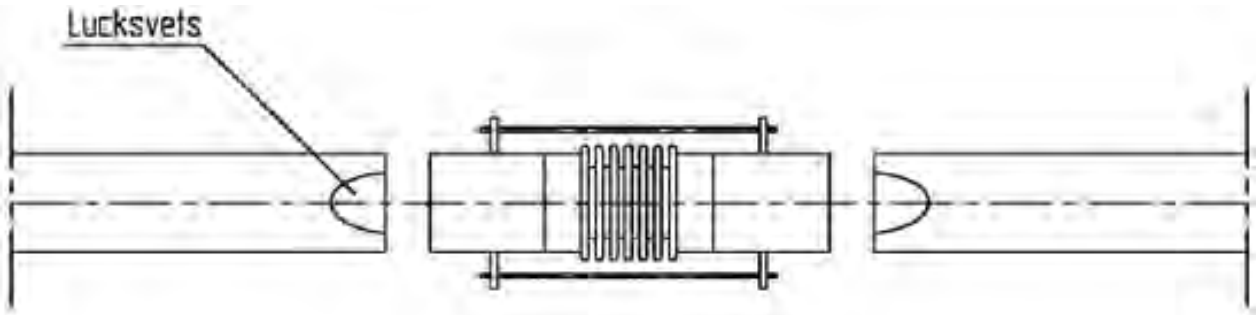


Illustration 8.6. Byte av kompensator. Källa: Svensk Fjärrvärme (rapport 2006:3).

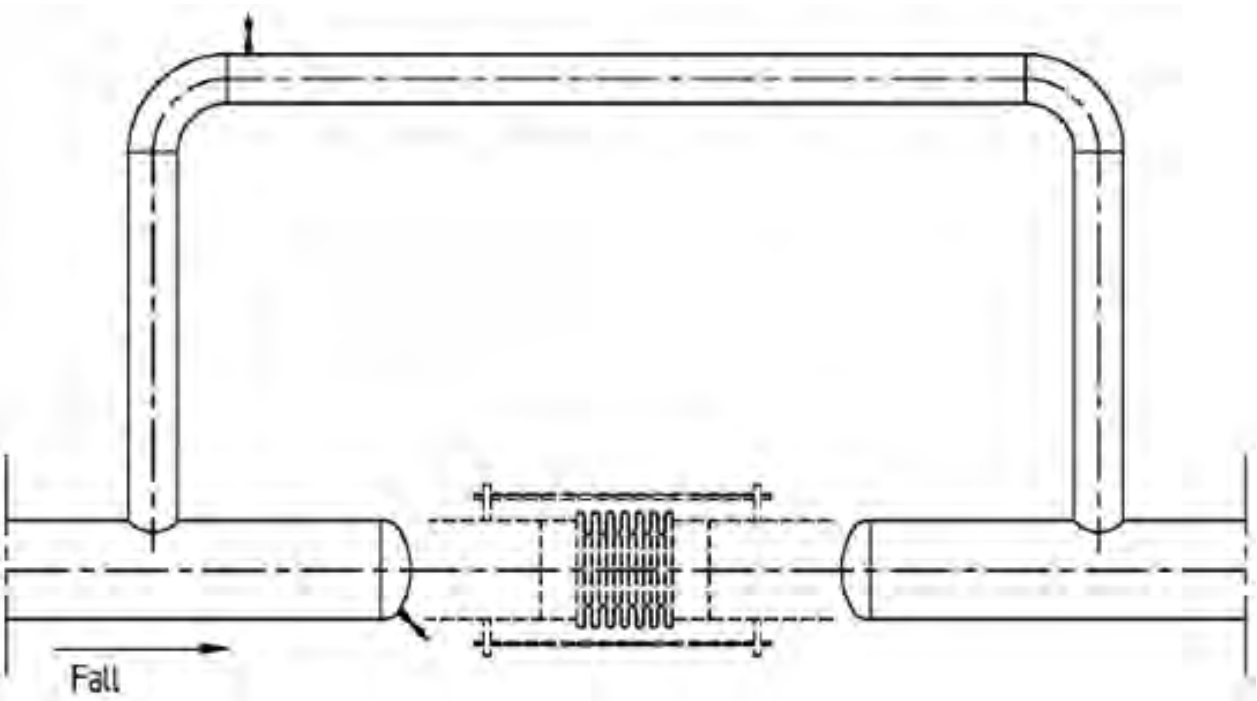


Illustration 8.7. Tillfällig bygling av kompensator. Källa: Svensk Fjärrvärme (rapport 2006:3).

kompensatorer? När en kortare bit medierör nära en kompensator ska bytas ut är arbetsgången ungefär densamma som när en kompensator ska bytas ut.

- Ledningen stängs, tappas av och tillåts svalna så den uppnår omgivningstemperatur. På detta sätt kapas ledningen vid samma temperatur som när en ny ledning svetsas in.
- Kompensatorn ska låsas med tre dragstänger som svetsas jämnt fördelade runt omkretsen innan ledningen kapas så kompensatorn inte kan röra sig i axiell riktning
- Därefter kapas den skadade medierörbiten bort och ersätts. Vid behov tas luckor upp för svetsning av insidan. Observera att särskilda krav gäller vid lucksvetsning (se bilaga 3A, Författningar för fjärrvärmebranschen).
- När reparationen/utbytet är klart monteras dragstängerna bort från kompensatorn så den åter kan röra sig fritt.
- Ledningen driftsätts.
- Efter driftsättning av ledningen kollas kompensatorns rakhet.

Byte av ledningsbit långt från en kompensator

Att byta en ledningsbit långt från en kompensator kan göras på två sätt:

- Gräv fram och lyft locket vid kompensatorn för att därefter fixera kompensatorn genom att följa instruktionerna ovan.
- Alternativt fixeras ledningsändarna vid ledningsbiten som ska bytas genom att svetsa fast I-balkar på bägge ändar som på lämpligt sätt fixeras. Därmed hindras ledningsändarna från att röra sig åt något håll.

Beakta längdutvidgningen om en lång bit ska fällas in. Kompensatorn får inte tryckas ihop när väl det varma fjärrvärmevattnet fylls på, speciellt om ett flertal reparationer utförs på samma sträcka.

Läs även kapitel 6 (Grundläggande uppbyggnad och funktion).

8.3.8 Blockeringsmetoder

Blockering är ett sätt att stoppa ett flöde i en ledning i syfte att utföra en reparation eller för att byta en ledning utan att stänga ventiler. Denna metod används oftast nära den plats där arbetet ska ske då det saknas avstängningsventiler.

Fördelar:

- endast fjärrvärmecentralerna berörs av att flödet stoppas, vilket minimerar störning till kund
- fjärrvärmevattnet behöver endast tappas ur där arbetet kommer att ske.

Blockering med hjälp av ballong

Blockering kan ske genom att en ballong förs in i röret och blåses upp. Det är en metod som kan användas för mindre rördimensioner (DN 50 eller mindre). För att komma in i röret har först ett ok med backventil monterats genom anborrning på röret och ett hål borrats.

Ballonger finns i olika storlekar som är anpassade till de aktuella rörens dimension. När arbetet är klart dras ballongen ut och medföljande tätlock skruvas på oket. Oket lämnas kvar på röret.

Viktigt att följa tillverkarens anvisningar. Metoden påminner om anborrning.

Problem som kan uppstå är att ballongen inte tätar hundraprocentigt om rörets insida är ojämn eller smutsig. Arbetet ska sedan ske på minst en meters avstånd från blockeringen.

Frysning som metod för blockering vid läcklagning/infällning av T-stycke

Rörfrysning kan vara en bra blockeringsmetod för att slippa tömma systemet på vatten vid mindre reparationer och ombyggnationer. Nedfrysningen sker lämpligen med en frysmaskin som är avsedd för ändamålet.

Rörfrysning kan, beroende på vilken frysaggregatets effekt, användas på koppar och stålrör upp till cirka DN 50.

Fjärrvärme-/fjärrkylenätet måste vara trycklöst (< 0,5 bar) och helst avsvalnat om det är en framledning för att en ispropp ska kunna skapas/bildas. När ispluggen väl bildats håller den emot vattentrycket och reparationsarbetet kan genomföras.

Att tänka på:

- Frys helst vågräta rör så att självcirkulation inte uppstår i det område som ska frysas.
- Ställ upp infrysningssystemet så att apparatens fläktmotor inte blåser på röret som ska frysa in, eftersom rörets infrysningssträcka måste skyddas mot omgivningens värme.
- Desto renare det vatten som ska frysas är, desto större kan underkylningseffekten bli. Underkylning betyder att vattnet måste kylas av långt

under 0 °C innan iskristallbildningen startar. När iskristallbildandet väl har börjat fryser vattnet snabbt och expanderar i volym och den önskade isproppen bildas.
- Koppar- och stålrör leder värme mycket bra och ett visst avstånd måste finnas mellan ispropp och det ställe där arbetet genomförs. Följ tillverkarens rekommendationer för frysmaskinen.

Viktigt att alltid följa avvisningarna från leverantören för infrysningsutrustningen så att önskad funktion uppnås.

Blockering större dimensioner

Metoden kan fungera för dimensioner DN 15–DN 600, temperatur -10 ˚C och upp till +120 ˚C, tryck från 5 bar upp till 16 bar.

En stos svetsas eller skruvas med bygel på röret som ska anborras/blockeras. Sedan monteras en anborrningsventil och därefter borrigg och en drivutrustning som till exempel en elmotor eller en pneumatisk motor. Nu är det förberett för att gå ner och borra i röret. Ventilen stängs och en ny anslutning finns.

Nästa steg är att montera ett blockeringsverktyg. En så kallad blockeringskropp förs genom ventilen ner i röret, kroppen expanderas och flödet stängs av. Förberedelarna är nu klara och det planerade arbetet kan utföras.

Efter genomfört arbete släpps flödet på, blockeringsverktyget förs upp och ventilen stängs. Arbetet avslutas med att försluta stosen genom att montera en plugg i stosen och demontera anborrningsventilen samt att säkra förslutningen av stosen med lämplig metod.

Metoden faller under samma regelverk som anborrning.

8.3.9 Lagning av muff och yttermantel för fasta system

Lämplig arbetsgång:
- Den skadade/felaktiga muffen demonteras.
- Medieröret lagas om läcka uppstått, eventuell rost åtgärdas och eventuella larmtrådsfel rättas till.
- Blöt isolering/skum kapas bort.

Beroende på skadans spridning/längd kan lämplig metod väljas. Räcker det inte med att bara återskarva eller fälla in en ny isolerad ledningsbit och sedan skarva på respektive sida kan det bli nödvändigt att montera ett extra långt ytterhölje som täcker den uppskalade skadan och sedan skumma upp densamma.

Det är viktigt att göra en resistansmätning på larmtråden efter slutförd lagning. Dokumentera skadans placering i dokumentationssystemet. Mer information finns i *Svensk Fjärrvärmes rapport Skarvteknik: anvisningar för montage av skarvar, isolering samt övervakningssystem i fjärrvärme- och fjärrkylerör.*

8.3.10 Betongskador

Armeringskorrosion

Armering i lock/väggar rostar och på så sätt sprängs betong. Det kallas armeringskorrosion och kan orsakas av klorider i betongen, sprickor som gör att vatten når armeringen och/eller karbonatisering. Karbonatisering innebär att koldioxid från luften reagerar med kalciumhydroxid i härdad betong, något som sänker pH-värdet och kan få armeringen att korrodera. Sänkt/surt pH-värde i betongen kan detekteras med en hjälp av färgtest/ belägga en snittyta med en pH-indikator som fenolftaleinlösning.

Normalt pH-värde för ”frisk” betong är pH>9.

Om armeringskorrosion äventyrar fixars kraftupptagande förmåga måste någon åtgärd genast sättas in. Kammaren bör exempelvis stöttas upp med stödbalkar tills en mer permanent åtgärd kan göras för att återställa kammarens funktion (se Illustration 8.8).

Illustration 8.8. Kammare med provisorisk lagning (2015) efter korrosionsangrepp och betongskador. Nya balkar för upptagning av krafter från fixering av fjärrvärmerör DN 700, installerade 1965. Källa: Vattenfall Heat

Sprickor på grund av sättningar
Tätning av betongkammare med mindre sprickor kan ske invändigt genom injektering av tätningsmassa. En mängd olika typer av tätningsmassor finns att tillgå på marknaden. Vid större skador bör skadad kammarvägg, alternativt betongledning, grävas fram och tätas/lagas utifrån med lämplig teknik.

8.3.11 Ventiler

Att beakta vid utbyte av trasiga, otäta ventiler:

- Ventiler ska vara dimensionerade för de krafter som kan uppstå i anslutande rör och vara manövrerbara och täta från båda hållen.
- Ventiler kan vara utförda som kik-, kul- eller vridspjällsventil. Lämpligt att fundera om den optimala ventiltypen redan används eller om byte ska ske.
- Ventiler kan vara i standard- eller sträckgränsutförande (ha hållfasthet mot axiella krafter). Ventiler av standardtyp som kan nypa om ventilen utsätts för axiella krafter. Rekommenderas att alltid använda ventiler av sträckgränsutförande i fjärrvärmesystem.

Avtappningsventiler närmast medieröret, innan samlingsventil, bör vara av typen fulloppsventiler. Detta för att eventuellt skräp i medievattnet som kan följa med vid tappning inte ska fastna i ventilen (strypt lopp) och därmed orsaka problem eller avbrott.

8.3.12 Betäckningar

Betäckningar finns som fasta, flytande eller teleskopiska (se Illustration 8.9).

Några enkla råd vid montering och justering av betäckningar
De vanligaste orsakerna till att flytande betäckningar inte fungerar tillfredställande:

- Betäckningen flyter inte då den har monteras lägre än körbanans överyta i beläggningen, det vill säga som i en grop/sänka.
- Att det inte finns tillräckligt med asfaltmassa i utrymmet mellan brunnens överkant och betäckningens ”hals/bärfläns”.
- Rengöringen av utrymmet mellan lock och ram är bristfällig. Locket ”rider” då på grus eller asfaltrester med onormalt slitage som följd.
- Asfaltmassan som används har varit för kall eller packats otillräckligt.

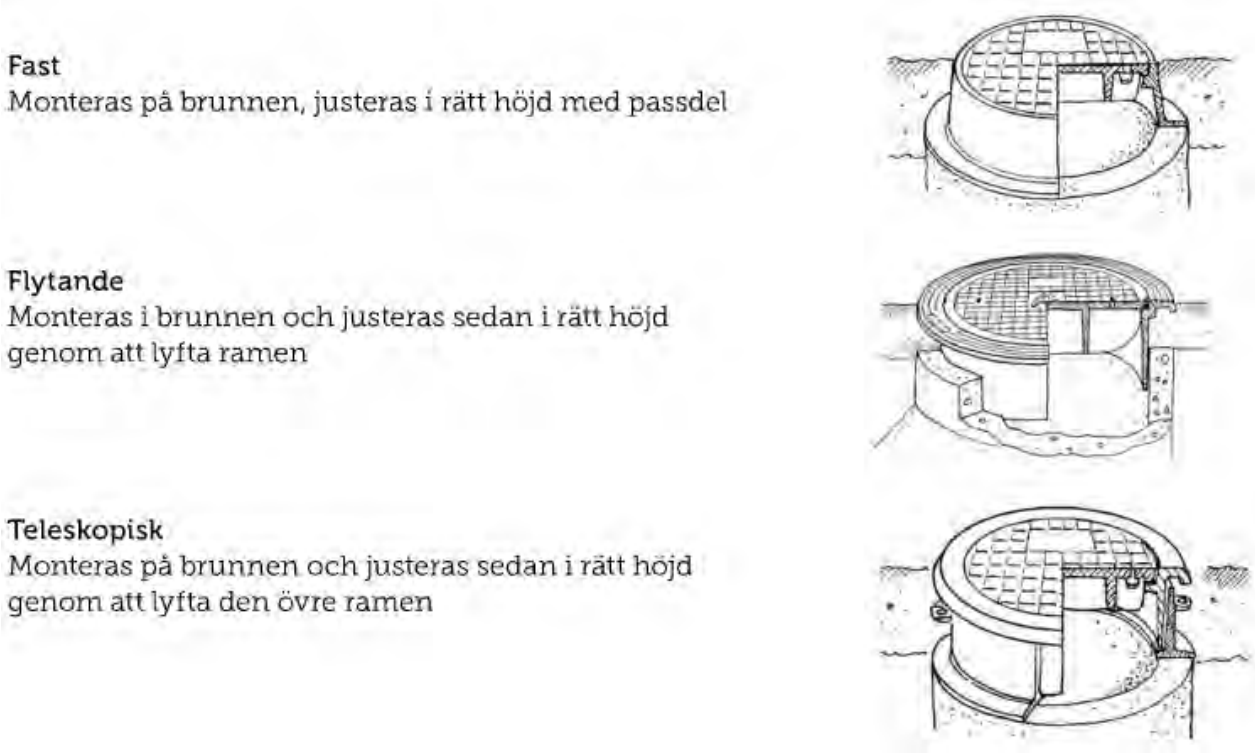


Illustration 8.9. Olika typer av betäckningar. Källa: Ulefos (produktkatalog 2014).

Det finns även andra varianter som blir justerbara/”flytande”, exempelvis plastbrunnar (Tegra) och gjutjärnsbetäckning (Furnes). En avpassad gummitätning mellan det korrugerade plaströret och plasthalsen är fäst i gjutjärnsbetäckningen via ett bajonettfäste (se Illustrationer 8.10 och 8.11).

Vid hög eller medelhög trafikbelastning rekommenderas flytande eller teleskopisk betäckning. Tag även reda på vilka krav väghållaren har (se Illustration 8.12).

8.3.13 Oljud

Oljud kan uppstå i fjärrvärmecentraler och ledningar vid för höga vattenhastigheter i medierör och reglerventiler.

Exempel på när oljud kan uppstå och förslag på åtgärder:

- Felmonterade förbigångsventiler kan ge upphov till oljud. Förbigångsventiler har ofta en anvisad flödesriktning och oljud kan uppstå om den inte följs. Åtgärdas genom att vända på/montera ventilen rätt.

Illustration 8.10. Nedstigningshals, Furnes. Källa: Växjö Energi.

Illustration 8.11. Nedstigningshals, Furnes. Källa: Växjö Energi.

Illustration 8.12. Belastningsklasser. Källa: Ulefos (produktkatalog 2014).

- Vattnet går åt fel håll genom värmeväxlare. Samma sak som förbigångsventilerna. Centraler har en anvisad flödesriktning/tillopp och returanslutning. Om dessa förväxlas kan oljud uppstå och centralen fungerar då inte bra. Växla tillopp och returledning på lämpligt ställe.
- Skramlande ventiler. Ventiler där någon del i ventilen är lös/defekt kan komma i rörelse av vattnet och på så sätt ge oljud. Byte av ventil är oftast nödvändigt.
- Förbigångar där enbart ett rör klämts ihop kan ge visselpipsliknande fenomen. Byte till termisk ventil gör ledningen tyst och ger en betydligt bättre returtemperatur och minskar risken för dåligt differenstryck på grund av kortslutning.
- Höga differenstryck över reglerventiler i till exempel kundanläggningar. Oljudet kan orsakas av kavitation i ventilen. Överväg att sätta in differenstrycksregulator över fjärrvärmecentralen som konstanthåller differenstrycket över reglerventil och värmeväxlare.
- Högsta differenstryck över en fjärrvärmecentral bör inte överstiga 0,6 MPa. I vissa fall kan högre differenstryck förekomma. Redan vid differenstrycket 0,4 MPa kan ljudproblem, som måste åtgärdas, uppkomma. Vid behov kan differenstrycksregulatorer installeras områdesvis för att reducera de högsta differenstrycken och således få en bättre reglering.
- Stomljud (oljud då ledningar hängs upp inomhus och ligger i mot husstomme) transporterar oljudet vidare/förstärks ibland typ resonanslåda.
- Oljud kan förekomma vid driftsättning då flödena temporärt blir stora. Är oftast ett övergående problem, men de höga flödena genom fjärrvärmecentralen kan ta med sig skräp/sediment som vid normalt flöde lagt sig på botten av ledningen och härigenom sätta igen smutsfiltret.
- Oljud från expansion/knäppningar i ledningar/fjärrvärmeundercentraler kan bero på att ledningen ligger emot i genomförning eller rör sig i skummet och knäpper/ger oljud när den rör sig på grund av temperaturberoende rörelser i ledningarna.

8.3.14 Skjuvnings-/sättningsskador

Skador på yttermanteln, till exempel avskjuvning av yttermantel mot husgrunder, kan uppstå bland annat där fastigheter byggts på lera och hus är pålade med 5–30 meter djupa pålar. Rör sig mark och hus inte lika i höjdled över tiden kan skjuvning uppstå och framför allt yttermanteln på fjärrvärmeledningar skadas lätt, med inläckage av markvatten som förstör isolering och medierör som följd.

Hos kopparflex är dessa problem inte ovanliga men även asbestcementrör och betongkulvert drabbas. Lösningen kan ofta vara att ersätta befintlig väggenomföring med att sätta ”låda på vägg”. Konstruktionen minskar även risken för att eventuellt fjärrvärmevatten tränger in i fastigheten vid skada utanför husvägg (se Illustration 8.13).

8.3.15 Radonrisk vid genomgångar

I vissa områden är den naturliga förekomsten av radon i marken hög. Även byggnadsmaterial och vatten kan avge radon.

Anledningarna till att radon kommer in/sugs in i fastigheter är flera. Radonet tar sig in på flera sätt som via:

- sprickor i betonggolv och i källarväggar
- kring och genom avloppsbrunnar

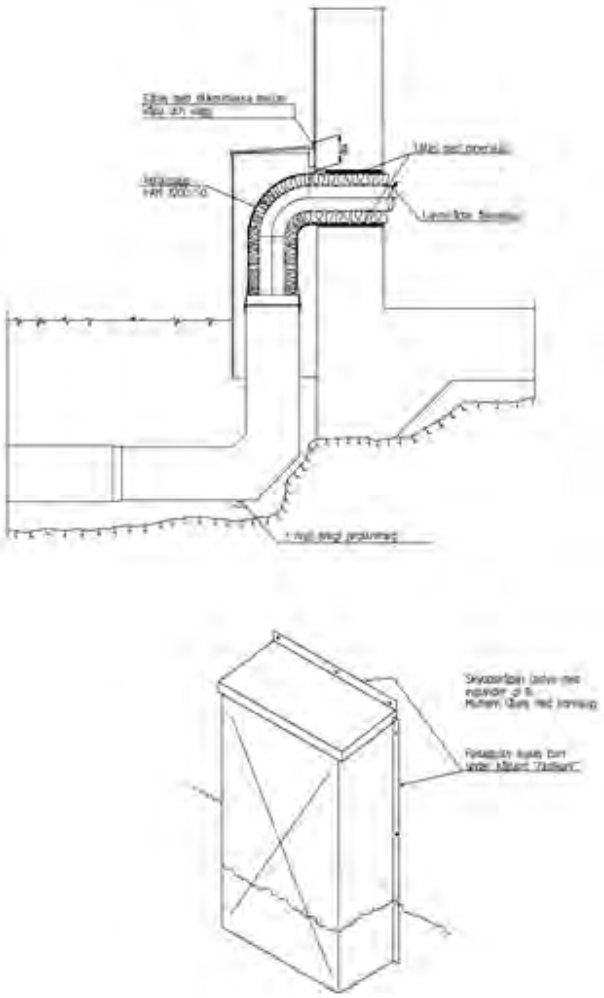


Illustration 8.13. Låda på vägg på utsidan av fasaden.
Källa: Växjö Energi.

- kulvertmynningar och lock till sådana
- gamla icke pluggade rör för el, vatten med mera
- rörgenomföringar för servisledningar (där rör kommer in genom väggen)
- jordgolv
- otäta rensluckor i golvbjälklaget
- oventilerade torpargrunder.

Varje ingång bidrar med en mer eller mindre stor del av radoninsläppet.

I fastigheter som anslöts till fjärrvärmenätet under 1960- och 1970-talen finns en risk att fjärrvärmerörens väggenomföringar bidrar till förhöjda radonnivåer. Det användes ofta hålrörskulvert/kanalisation som drogs in genom husväggen och då skapades en luftkanal där radonhaltig markluft kan tränga in i huset genom skorstensverkan eller undertryck i huset.

I fall där radon har konstaterats i en byggnad genom mätning kan tätning av fjärrvärmeledningar göras vid väggenomföringarna.

För att täta dessa genomföringar väljs ett alkaliebeständigt, gastätt, brandklassat fogskum/elastisk fogmassa, som är lätt att arbeta med och som tål mindre rörelser utan att spricka eller lossna. Det är viktigt att täta även inuti eventuella skyddsrör.

I en fastighet som anslutits senare och som byggts med nyare teknik finns ingen risk för radonläckage via rörgenomföringarna för fjärrvärme – om det är byggt på rätt sätt. Det finns olika typer av ingjutningsringar för rörgenomföringar för att kunna förhindra bland annat radon.

Ytterligare information om radonproblematiken finns på www.radonguiden.se och i kapitel 4.14 (Radon).

8.3.16 Asbest

Historiskt har asbest använts i olika sammanhang inom fjärrvärmebranschen:

- Asbestcementrör har används som yttermantel.
- Inomhus som isolering av ledningar isolerade innan år 1975, då speciellt i böjar, T-stycken och avslut. Ibland har dessa i efterhand klätts med plastplåt, vilket gör asbesten svårupptäckt.
- Packningar i pannluckor och mellan panndelar.

AFS 2006:1 Asbest är den skrift som styr hur arbete med asbest ska gå till. Material som innehåller asbest får endast hanteras efter tillstånd från Arbetsmiljöverket. Personal som arbetar med asbest ska genomgå särskild utbildning.

> Enligt 11 § får enstaka hål borras utan tillstånd om den totala tidsåtgången för arbetet är mindre än en mantimme och om den borrmaskin som används har utsugsanordning.

> Enligt 12 § får rivningsmaterial som innehåller mer än en viktprocent asbest hanteras endast efter tillstånd från Arbetsmiljöverket. Tillstånd behövs dock inte för enstaka rivning om den totala tidsåtgången för arbetet är mindre än en mantimme.

Tolkning

I den totala arbetstiden vid borrning av enstaka hål ingår även omhändertagande av det asbesthaltiga avfallet och rengöring. Även om tillstånd inte krävs för själva arbetet som sådant behöver andra bestämmelser i föreskriften följas. Undantaget gäller inte om verksamheten är sådan att arbetet är regelbundet återkommande.

För att kunna hantera akuta jobb där inte möjlighet finns att anlita en saneringsfirma kan det vara bra att utbilda egen personal så de har tillstånd och kunskap om hur asbest ska hanteras vid akuta åtgärder. Se även kapitel 4.7 (Asbest).

8.4 Beredskap

Då det av olika anledningar – och när som helst på dygnet/året – kan uppstå störningar och haverier bör det en beredskapsorganisation skapas. Den bör vara bemannad dygnet runt/året om för att av egen kraft eller med hjälp kunna lösa alla de eventuella problem/haverier som kan uppstå.

8.4.1 Organisationsförslag och resurser

En beredskapsorganisation bör bestå av tillräckligt många personer så att nödvändig vila mellan beredskapsveckorna uppnås. Det ska alltid vara minst två personer i beredskap – som tillsammans har rätt utbildning för att lösa de problem som kan uppstå eller kan sammankalla mer resurser.

Lämpligt kan vara en veckas beredskap per omgång. Beredskapsövningar bör genomföras för att upprätthålla kompetensen inom organisationen. Att ha material på lager är viktigt (se 8.4.2, Strategiska reservdelar och resurser).

Resurser vad gäller schakt och rörsvets/lödning utanför ordinarie arbetstid behöver också lösas. Finns inte egen personal bör avtal med entreprenörsfirma inom respektive område (mark/rör) ingås för att säkerhetsställa att kunnig personal finns att tillgå om behov skulle uppstå. Även för sanering av asbest behövs personal med utbildning, egen eller via avtal med entreprenör som har denna utbildning.

Vid större haverier, som kräver stor och kanske lång arbetsinsats, måste möjlighet finnas att kalla in extra personal. Om jobbet tar lång tid krävs även avbytare för att följa arbetstidslagen. I paragraf 9 i arbetsmiljölagen behandlas nödfallsövertid och där står: ”Övertid får tas ut i så stor utsträckning som förhållandena kräver”. Dock ska Arbetsmiljöverket kontaktas för tillstånd om nödfallsövertiden avses pågå längre än två dygn.”

8.4.2 Strategiska reservdelar i lager

Material för reparationsarbete på fjärrvärmenät som bör finnas redo i driftförråd/beredskapslager:

- rörmaterial av alla förekommande dimensioner
- avstängningsventiler
- tömnings- och luftningsventiler
- axialkompensatorer eller rör för att bygga lyra
- reparationskåpor för kompensatorer
- reparationssvep
- metallslangar
- balk för fixering av ledningar med kompensatorer
- packnings- och tätningsmaterial
- avstängningsmaterial som grindar och skyltar
- färdiga trafikanordningsplaner (TA-planer) och arbetsmiljöplaner.

Reparationsmaterialet bör fortlöpande ses över och anpassas till aktuellt behov.

Exempel på utrustning/material för haverier (minimikrav)

- stor länspump (cirka 1 000 l/min) i hetvattenutförande
- mindre länspump i hetvattenutförande med slangar och drivaggregat med bensin- eller dieselmotor
- jeepdunk/ar med 20 l reservbränsle
- elaggregat för dränkbar länspump, friskluftsfläkt och strålkastare, kablar
- dränkbara länspumpar i hetvattenutförande med elanslutning för enfas, 230V
- friskluftsfläktar
- strålkastare

Illustration 8.14. Frisörvagn, vvb 15 l, 230 V. Källa: Växjö Energi.

- varningslyktor
- batteridrivna strålkastare/kraftiga ficklampor
- avstängningsnycklar med passande hylsor för alla förekommande ventiler
- rörtänger med största gripvidd samt förlängningsrör som hävarm/krafthjälp
- betäckningsnycklar till alla förekommande betäckningstyper
- avstängningsbockar eller varningskoner för markering av arbetsområde och grindar för skydd av nedstigningsöppning
- lättare handverktyg
- slägga/or
- stövlar
- överdragskläder som termooverall
- regnställ
- handskar
- uppdaterade drift- och översiktskartor
- instruktion för arbete på distributionsnät.

8.4.3 Samarbete mellan fjärrvärmeföretag och leverantörer

Alla vinner på att hålla varumärket fjärrvärme högt. Här bör det finnas utrymme/möjligheter att utvidga samarbetet mellan fjärrvärmebolagen. Reservdelshållning är kostsamt och det är svårt att själv alltid ha allt material hemma för alla olika haveriscenarier. Samarbete inom beredskap och leveranssäkerhet kan ske mellan fjärrvärmebolag, leverantörer och entreprenörer.

8.4.4 Provisoriska panncentraler

För att minska olägenheterna för kund vid planerade och akuta avstängningar kan med fördel en extern panncentral användas. En del energibolag i Stockholmsregionen har ingått samarbetsavtal med närliggande kollegor/andra energibolag.

Mobila värmepannor

Det finns olika storlekar av mobila värmepannor. En del är monterade på en släpvagn medan andra har en effekt som räcker för att förse mindre villaområden, eller 200 lägenheter, med fjärrvärme och varmvatten och kräver lastbilstransport. Uteffekten ligger på cirka 100 kW och uppåt. Den mindre modellerna, som alltså är monterade på släpvagn, innehåller tryckhållning, bränsletank, rör, med mera.

Att ställa upp släpvagnsmodellen och montera pannan mot befintliga avluftsventiler alternativt förberedda ventiler för extern panncentral tar endast cirka 20 min för van personal.

Den lilla värmepannan kan även användas för förvärmning i expansionssyfte av nylagda rör eller vid tjältining vid vinterarbeten.

Större transportabla panncentraler kräver förbered plats/yta för dockning och uppställning. El och vatten ska vara förberett. Det krävs även tillstånd från länsstyrelsen för exempelvis uppställning. Beroende på storlek behövs eventuellt även tillstånd för skrymmande transport av Transportstyrelsen. Alla dessa tillstånd ska vara förberedda. Det är även bra att ha ett mobilt skyddsstängsel runt om den tillfälliga uppställningsplatsen för att försvåra för stöld av material och bränsle.

Fasta reservpannor

När distributionsnätet växer sig lite större gäller det att börja fundera på lämplig placering av en eller flera fasta placerade reservpannor. Med genomtänkt placering av avstängningsventiler och rundmatningar kan fjärrvärmeleveransen upprätthållas även vid produktionsbortfall vid ordinarie produktionsanläggning samt även vid distributionshaverier nära densamma. Även här krävs diverse tillstånd från länsstyrelsen.

Varmvattenberedare

Transportabla varmvattenberedare monterade på säckkärror eller liknande är mycket användbara. De erbjuder en snabb lösning för varmvattenkrävande mindre verksamheter som till exempel frisörsalonger (se Illustration 8.14).

Värmefläktar

Små elvärmefläktar (230V/enfas/2kW) kan snabbt placeras/delas ut för att lösa värmebehovet hos fjärrvärmekunder vid ett akut haveri. Detta kan även vara en första lösning på till exempel äldreboenden – till dess att större transportabla pannor har hunnit driftsättas.

8.4.5 Entreprenörer för mark- och rörarbeten

Ett avtal om akut hjälp vad gäller mark- och rörarbeten bör upprättas. Det är oftast svårt/olönsamt att bygga upp denna kompetens inom den egna organisationen. Akuta arbeten kan skrivas in i ramavtal. För upprättande av förfrågningsunderlag kan Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse *D:211 Läggningsanvisningar* användas.

8.4.6 Plan för nödlägen, haverier och akuta situationer

Någon form av nödläges- eller haveriplanering bör finnas vid varje fjärrvärmeföretag. En genomtänkt och uppdaterad nödläges-/haveri-/insatspärm är ovärderlig vid akuta händelseförlopp.

Övningar behöver genomföras på regelbunden basis för att ajourhålla kunskapen och för att ha en vältrimmad beredskapsorganisation.

En nödläges-/haveri-/insatspärm kan innehålla:

- uppdaterad interntelefonlista samt telefonnummer till viktiga externa kontaktpersoner/funktioner
- översikt över beslutsgång
- detaljerade instruktioner för hur olika typer av akuta händelseförlopp ska hanteras
- mötesordning/checklista
- beskrivning av hur loggbok/dagbok ska föras
- information om hur uppföljning ska gå till
- lista över känsliga/prioriterade kunder som behöver informeras

- förteckning över de myndigheter som behöver informeras
- hur/vad/vem som sköter informationskanaler som webb, lokalradio och tidningar
- uppdaterade kartor
- tillträdesinformation samt nycklar, passerkort, vaktbolag, vaktmästare, avtal med låssmed, nyckelrörsplacering med mera.

Att då och då ha haveriövningar är bra för att stämma av att den teoretiska arbetsgången fungerar i praktiken. Övning är ett måste om man vill att organisationen ska fungera välsmort vid akuta haverier. Även samövningar med andra beredskapsorganisationer som sjukhus och kommunens olika avdelningar, som vatten/avlopp, kan vara till stor nytta för det akuta avhjälpande underhållet.

Då det inte är helt säkert att mobiltelefonin fungerar bör någon form av backup finnas. Blåljussystemet Rakel eller andra alternativa kommunikationslösningar säkerställer fungerande förbindelser.

Det bör finnas en person på företaget med ett mobiltelefonnummer som endast några få känner till – i syfte att alltid kunna nå den personen. Detta då akuta händelser gör att de vanliga kontaktvägarna kanske inte kan användas.

Vid större haverier med stora utsläpp av varmvatten måste tredje person skyddas från skållning. Här behövs avspärrningsmaterial och/eller vakter.

8.4.7 Färdiga schaktplaner

Bör finnas för beredskapsstyrkan att använda vid haverier utanför ordinarie arbetstid. Generella TA planer, förifylld grävanmälan med mera.

8.4.8 Sektioneringsplaner

För att underlätta att genomföra rätt åtgärder vid haverier bör sektioneringsplaner skapas. Dessa upprättas i lugn och ro – och ger ett snabbt beslutsunderlag vid akuta problem (även nattetid för beredskapsorganisationen).

De viktigaste ventilerna i nätet bör kunna fjärrstyras från kontrollrum/driftdator.

8.5 Informationskanaler

Plan för information och kommunikation ska finnas klar så att den uppkomna situationen, till exempel haveri eller akutarbete, snabbt kan hanteras informationsmässigt. Det ska i stort sett bara vara att "trycka på en knapp" för att skicka ut meddelanden till dem som berörs och bör få informationen.

8.5.1 Kommunikationsplan

Varje företag bör ha en kommunikationsplan som beskriver hur information ska hanteras vid haverier och andra extraordinära händelser.

Aktuella kontaktlistor till medarbetare internt på energibolaget, kommun (gatukontor, miljökontor med flera), räddningstjänst, SOS, ledningsägare, fastighetsbolag, kunder samt entreprenadföretag behövs.

Information kan spridas via:
- lokalradio
- webbplats
- lokalpress.

8.5.2 Intern informationsspridning om förändringar i nätet

Papperskartor, som historiskt sett använts, blir snabbt inaktuella. Numera är det oftast GIS-program som används. Härigenom kan alla ha den senast uppdaterade informationen och tydligt se hur det som ligger inlagt i systemet är utformat.

Det är mycket viktigt att alla förändringar, även förändringar av mindre art, dokumenteras snabbt i GIS-systemet. Detta för att i framtiden kunna göra korrekta bedömningar av underhålls- och förnyelsebehov. Backup för GIS, i form av en någorlunda uppdaterad papperskarta eller dylikt, bör självklart finnas.

8.6 Litteratur

- *Arbetsmiljöhandbok* (Svensk Fjärrvärme, ISBN 978-91-85775-18-7, 2013).
- *Fjärrvärmecentralen – Utförande och installation (teknisk bestämmelse F:101*, Svensk Fjärrvärme, 2014).
- *Fjärrvärmeledningar B. Drift och underhåll* (Svensk Fjärrvärme, Gula serien, 1985).
- *Kompensatorer: Konstruktion, inbyggnad, skador* (rapport 2006:3, Svensk Fjärrvärme, 2006).
- *Läggningsanvisningar för fjärrvärme och fjärrkyleledningar* (teknisk bestämmelse D:211, Svensk Fjärrvärme, 2012).
- *Skarvteknik: Anvisningar för montage av skarvar, isolering samt övervakningssystem i fjärrvärme- och fjärrkylerör* (Svensk Fjärrvärme, 2013).

9. DRIFT AV FJÄRRVÄRMENÄT

9.1 Tömning

Den vanligaste orsaken till att ett ledningsnät behöver tömmas på vatten är för att kunna utföra ett ingrepp på medierören någonstans i ledningsnätet. Tömning ingår i förberedelserna för att till exempel göra en reparation, lägga till ett nytt avstick, utbyte av ledning eller för att ersätta en kärvande ventil. I vissa fall kan skälet vara behov av en invändig besiktning av medierören.

Tömningssystem finns i olika utföranden, som tömningslådor, prefabricerade tömningssystem och sugtömningar (se Illustrationer 9.1, 9.2 och 9.3).

Arbetsflöde

Planeringsinsatser:

- Genomför en riskbedömning av tömningen som bifogas uppdragets arbetsmiljöplan. Observera att det kan finnas risker utöver de exempel som redovisas sist i detta avsnitt.
- Undersök om tömningsarbetet kan utföras enligt befintlig driftrutin.
- Planering av tid för tömning, ingrepp och påfyllnad.
- Information till berörda kunder och åtgärdsplan för ”känsliga” kunder med till exempel varmvattenberedare.
- Framräknad vattenvolym med information till produktion/kontrollrum inför påfyllnaden.

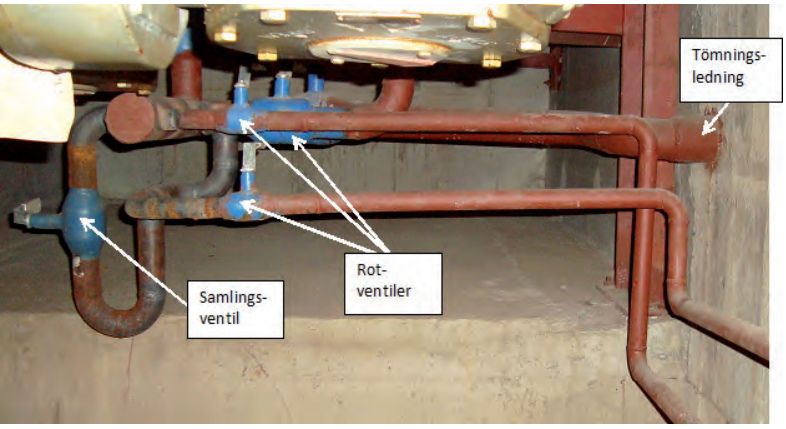


Illustration 9.1. Samlingslåda kopplad till tömningsledning via samlingsventil. Källa: Vattenfall Heat.

Illustration 9.2. Prefabricerat tömningssystem. Källa: E.ON Värme Sverige.

Illustration 9.3. Stående tömning (sugtömning). Källa: Växjö Energi.

Före tömning

Före tömning bortsektioneras ledningsnätet där ingreppet ska göras (se avsnitt 9.6, Sektionering). Storleken på området som måste sektioneras bort beror på avståndet till lämpliga avstängningsventiler på medierören före och efter platsen för ingreppet.

Under tömning – luftfickor, vattnet hänger sig, otätheter

Efter stängning av sektionens avstängningsventiler, men före öppning av avtappningsventilerna, öppnas avluftningsventiler i sektionens högpunkt för att göra ledningen trycklös och för att undvika vakuum lokalt i ledningen när tömningen startar. Observera att högpunkter fås vid stängda huvudventiler i en ledning med fall från avstängningsventilerna mot avtappningspunkten.

I regel töms hela ledningen inom den bortsektionerade sträckan. För en ledningssträcka med tydliga höjdskillnader kan det under vissa omständigheter räcka med att tömma ledningen från en högt belägen avstängningsventil ned till en punkt som ligger lägre än platsen för ingreppet. Vid en sådan tömning blir det då särskilt viktigt att genom exempelvis knackningar på medieröret kontrollera var vattennivån befinner sig i ledningssträckan med fall. Detta kan dock vara svårt att göra i praktiken.

Säkerställ att det urtappade vattnet har en temperatur som är tillåten för tömning till avloppsnät eller dagvattennät. I exempelvis Stockholm får vatten enbart tappas till avloppsnätet vid tömning inne i en fastighet via slang till golvbrunn. I regel gäller 40–50 °C som högsta temperatur vid tömning till dagvattennätet.

Ta reda på vilka regler och tillstånd för urtappning till avlopps- och dagvattennätet som gäller i din kommun. Detta gäller både vattnets temperatur och bestämmelser om fjärrvärmevatten som innehåller färgningsämnet pyranin.

Ledningar i en kammare tappas normalt till en tömningsbrunn eller till en pumpgrop som töms med en dränkbar pump. Ledningen kan också tömmas kontrollerat genom att koppla in sugande pumpar till avtappningsventilerna.

Efter tömning – säkra skyltar

Säkerställ att avstängningsventilerna inte kan manövreras och öppnas in mot den tömda ledningen. Säkras med skylt eller lås eller med lock som läggs på markventiler.

Risker och att tänka på

En riskbedömning av tömningen ska normalt göras och bifogas uppdragets arbetsmiljöplan. Det är också viktigt att ha kontakt med produktionsavdelningen under arbetet, till exempel via en avbrottsbegäran.

Eliminera risker vid tömning genom att:

- besiktiga samlingslednings status och funktion före användning
- säkerställ att vattnet evakueras från tömningsbrunn
- se upp för underminering av marken vid tömning direkt på mark
- notera att varmt vatten i slutna utrymmen kan starta brandlarm och leda till fuktskador
- informera för att lugna boende och/eller andra berörda vid tömning av fjärrvärmevatten som har färgats av pyranin eller något annat godkänt färgämne
- ta hänsyn till grönytor och växlighet
- övervaka så att ingen kommer i kontakt med det varma fjärrvärmevattnet, främst då tömning görs till brunn via rännsten
- arbeta inte på flera ställen på samma ledning eftersom vatten kan ”hänga sig” i ledningssystemet och okontrollerat strömma ut trots att ledningen är bedömd som tömd
- vidtag särskilda åtgärder för tömning av framledningar som från början har drifttemperaturer kring 100 °C eller högre för att få ned vattentemperaturen till under 100 °C innan några avluftningsventiler kan öppnas. I annat fall kan ångbildning ställa till med utblåsning av ånga/vatten, implosion av ångblåsor, ny ångbildning och så vidare som kan leda till att delar av ledningssystemet skakar sönder.

9.2 Fyllning

Inför drifttagning av nya ledningar eller tidigare bortsektionerade och tömda ledningar fylls ledningarna med vatten efter avslutade åtgärder på medierören. Vid fyllning bör fjärrvärmevatten eller behandlat vatten av tillräcklig kvalitet användas för att förhindra invändig korrosion på medierören.

Arbetsflöde

Planeringsinsatser:

- En riskbedömning av fyllningen uppställs och bifogas uppdragets arbetsmiljöplan. Observera att det kan finnas risker utöver de exempel som redovisas sist i detta avsnitt.

- Undersök om fyllningsarbetet kan utföras enligt befintlig driftrutin.
- En framräknad vattenvolym med information till produktionskontrollrum inför påfyllnaden.

Före fyllning

Förvissa dig före fyllningen om att tillräcklig vattenvolym med rätt vattenkvalitet finns tillgänglig i exempelvis det expansionskärl som är anslutet till ledningsnätet.

Klartecken från entreprenör krävs före fyllning. Säkerställ att allt arbete är klart innan fyllning påbörjas!

För fyllning av fjärrvärmeledningar ovan jord, i tunnlar och inomhus bör returvatten användas för att begränsa medierörens längdutvidgning i samband med fyllningen. Detta gäller särskilt vid fyllning av ledningar i stora dimensioner.

Notera att fjärrvärmevattnet kan vara ”smutsigt” när fyllning sker från returen, eftersom vattnet då inte har passerat filtret i fjärrvärmekretsen.

Framledningsvatten med temperaturer över 100 °C bör över huvud taget inte användas för fyllning av rörsystemen eftersom en del av vattnet i så fall skulle förångas och ge en ång-/vattenblandning vid trycksänkning till atmosfärstryck i påfyllningsventilen. Detta kan medföra erosionsskador i påfyllningsventilen och leda till kraftiga vibrationer i rörsystemet.

Under fyllning

Fyllningen ska utföras i lugn takt. Om fyllningen görs för fort finns risk för tryckslag i rörsystemet.

Efter fyllning

Säkerställ att avstängningsventilerna är helt öppna in mot den fyllda ledningen. Avlägsna de skyltar och/eller lås som använts vid avstängningen, lock som lagts på markventiler och så vidare.

Risker och att tänka på

En riskbedömning av fyllningen ska normalt göras och bifogas uppdragets arbetsmiljöplan. Under arbetet med fyllningen är det också viktigt att ha en kontinuerlig kontakt med produktionsavdelningen.

Eliminera risker vid fyllning genom att:

- se till att ledningarna har tillräckligt stora avluftningar i högpunkterna. Annars finns det risk för att det bildas en blandning av vatten och luft som blir stående i lokala högpunkter i rörsystemet och som senare dras med genom rörsystemet. Som högpunkter med behov av avluftning räknas även punkter vid stängda huvudventiler i en ledning med fall från avstängningsventilerna ned mot påfyllningspunkten.
- låt avluftning alltid ske genom fixerade slangar (slanglåda) till ett fritt utrymme (”fria luften”) vid fyllning av rörsystem som gassvetsats på grund av att den giftiga kolmonoxid som bildats och samlats i rören vid gassvetsningen trycks ut genom avluftningarna vid uppfyllningen (se Illustration 9.4).

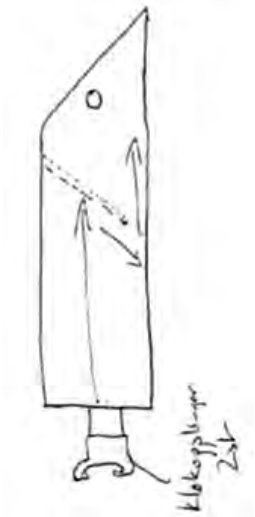


Illustration 9.4. Exempel på luftningslåda (slanglåda) inklusive principskiss i sidovy. Visar hur strömningsförhållandena får en vattenstråle att ”slås sönder” inne i lådan. Källa: Växjö Energi.

- även med tanke på skållningsrisken i slutskedet av uppfyllningen bör avluftningen ske kontrollerat genom slangar vid avluftning av ledningar utomhus eller vid avluftning av ledningar inomhus, i kammare och i tunnlar i de fall avluftningsledningarna inte har dragits ned mot golv.

9.3 Manövrering av ventiler

Detta avsnitt gäller manövrering av avstängningsventiler i fjärrvärme- och fjärrkylenät. Se även avsnitt 9.6 (Sektionering). Använd om möjligt bypassventil vid stora dimensioner.

Arbetsflöde

Planeringsinsatser:

- För avstängningsventiler som ska lämnas stängda efter manövreringen förbereds stängningsmanövern med framtagning av nödvändiga skyltar och/eller lås.
- Avbrottsbegäran alternativt annan typ av formaliserad kontakt mellan driftpersonal och utförare.

Före manövrering

För de ventiler som går att smörja bör smörjning utföras före varje manövrering.

Under manövrering

Vid manövrering av avstängningsventiler anpassas öppnings- respektive stängningshastigheten till rördimensionen. I tabell 9.1 finns riktvärden för totala manövertider från helt stängt till helt öppet läge (eller från helt öppet till helt stängt läge). Värdena avser i första hand manövertiderna vid manövrering av ventiler via styrdon som körs i manuellt läge men kan också ses som riktvärden vid programmering av manöverhastigheter i automatikläge.

Rördimension	Manövertid, min	Rördimension	Manövertid, min
DN 250–DN 350	5	DN 500–DN 600	7 – 8
DN 400–DN 450	6	≥ DN 700	10

Tabell 9.1. Riktvärden för totala manövertider från helt stängt till helt öppet ventilläge.

För att minska risken för tryckslag bör ventiler manövreras med förhållandevis låg hastighet vid små öppningsgrader, alltså i början när en ventil öppnas respektive på slutet när en ventil stängs. Alternativt bör hänsyn tas till ventilens karaktäristik, om den är känd, så att bara små förändringar åstadkoms i flödet vid manövreringen av ventilen i början och i slutet av stängningsförloppet.

Ventiler ska lämnas helt stängda eller helt öppna för att undvika erosion i ventilerna.

Efter att ha öppnats helt bör kilslidsventiler stängas 1/4–1/2 varv räknat efter eventuell dödgång. Annars finns risk för att ventilen fastnar i öppet läge.

Vridspjällventiler ska, innan de stängs helt, ställas nästan stängda under en liten stund för att renspola ventilsätena.

Efter manövrering

Avstängningsventiler som ska lämnas stängda efter manövreringen säkras med skyltar och/eller lås så att avstängningsventilerna inte kan öppnas av misstag.

För de ventiler som går att smörja bör smörjning utföras efter varje manövrering.

I exempelvis avtappnings- och avluftningsledningar med dubbla ventiler bör den första ventilen lämnas öppen.

Avstängningsventiler bör, oavsett typ, motioneras en gång per år för att undvika att ventilen fastnar i sitt öppna eller stängda läge.

Risker och att tänka på

Eliminera risker vid manövrering genom att:

- manövrera inte ventilen med för hög hastighet i början när ventilen öppnas eller i slutet när en den stängs eftersom risken för tryckslag ökar med hastigheten
- undvik att manövrera kärvande ventiler med våld då detta ökar risken för skållning/brännskador vid haverier
- motverka risken för skållning/brännskador vid manövrering av ventiler i kammare för att sektionera bort ett läckage i hålrörssystem. Tryckförändringen som uppstår vid manövrering av ventilen kan göra att läckagehålet fläks upp. Om läckan är nära kammaren kan hett vatten strömma in i kammaren.

9.4 Anborrning

Om det bedöms vara olämpligt att tömma ledningsnätet på vatten för att göra ett nytt avstick kan

anslutningar av avstick på befintliga rörsystem göras genom anborrning (se Illustration 9.5).

När anborrning utförs på trycksatta rörsystem finns krav på att följa föreskrifter från Arbetsmiljöverket. Dessa föreskrifter kan sammanfattas på följande sätt:

En daterad sammanfattande handling ska upprättas och undertecknas av ägare och den entreprenör som avses utföra anborrningen. Arbetsmiljöverket ska på begäran kunna ta del av denna handling.

Dessa regler gäller för anborrning på trycksatta ledningar. Vid anborrning på ledningar som stängts av och inte längre är satta under drifttryck ska hänsyn tas till det statiska trycket i anborrningspunkten. När ställning tas till om ledningen ska betraktas som trycklös eller beaktas höjdskillnader i ledningssystemet och den skållningsrisk som kan uppkomma i händelse av läckage.

Läs även Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse *D:217 Anborrning*.

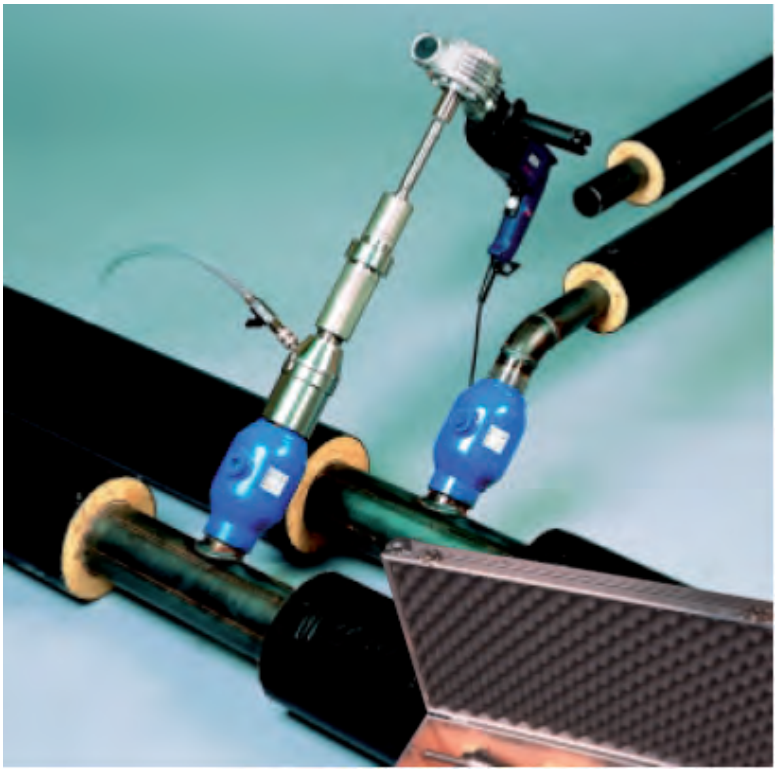


Illustration 9.5. Anslutning av en liten servisledning genom anborrning. Källa: Fortum Värme.

Arbetsflöde

Planeringsinsatser:

- Framtagning av en sammanfattande handling enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter (se avsnitt 9.1.1, Inledning).
- En riskbedömning för anborrningen uppställs och bifogas uppdragets arbetsmiljöplan. Utöver de exempel som redovisas sist i detta avsnitt finns det sannolikt fler risker att beakta för den specifika anborrningen.
- Planera i övrigt för arbetsmomenten som upptagits nedan under rubriken **Före genomförandet av anborrningen.**
- Inför anborrning på rör vid drifttemperaturer kring 100 °C eller högre måste särskilda säkerhetsåtgärder vidtas. Undersök om driftrutiner har tagits fram för anborrning på rör under dessa driftförhållanden.
- Planering för tillfällig minskat drifttryck om anborrningen ska göras för montage av dykfickor.

Före genomförandet av anborrningen

Alla ingrepp sker på anläggningsägarens ansvar. Som ett stöd för anläggningsägaren ska en kontrollplan utarbetas och följas. Förutom kontrollplanen ska den sammanfattande handlingen bland annat innehålla ett skriftligt yttrande från det skyddsombud som utsetts för arbetsstället, en riskbedömning för den specifika anborrningen samt en arbetsbeskrivning för genomförandet av anborrningen. Riskbedömningen för anborrningen läggs också till i uppdragets arbetsmiljöplan.

Kontrollera huvudrörets materialkvalitet, utför godstjockleksmätning och genomför en hållfasthetskontroll före anborrningens genomförande.

Kontrollera också att den svetsare som ska utföra arbetet har giltig svetsarprövning och har genomgått metodprov för svetsning av anborrningsspärrar.

Före genomförandet av anborrningen ska driftpersonal funktionskontrollera samtliga berörda ventiler. De ventiler som inte påverkar leveransen av fjärrvärme stängs.

Ett misslyckat anborrningsarbete kan resultera i vattenläckage. Därför är det särskilt viktigt att upprätta avspärrningar och ställa upp nödvändiga skyddsbarriärer där det finns risk för att utomstående kan komma till skada.

Under genomförandet av anborrningen

För att få en fullgod svets rekommenderas att svetsaren arbetar utifrån en svetsprocedur som är särskilt framtagen för svetsning av anborrningsventiler/-stosar.

Anborrningsverktygen måste vara anpassade till rådande temperaturförhållanden i den fjärrvärmeledning som ska anborras. Innan håltagningen görs på det trycksatta medieröret är det mycket viktigt att genomföra provtryckning via påmonterat anborrningsverktyg och hållfasthetsprova såväl anborrningsverktyg som anborrningsventil och avstickets svets.

Under genomförandet av själva anborrningen ska driftpersonal finnas tillgänglig. Detta för att vid eventuella problem så snabbt som möjligt kunna sektionera bort anborrningsstället och göra det trycklöst.

Med hänsyn till anborrningspersonalens personsäkerhet får drifttrycket i ledningen vara max 6 bar vid anborrning för montage av dykfickor. Arbetet sker i två steg.

Först görs en helt vanlig anborrning men med en stos avsedd för dykfickor. Därefter anbringas en säkerhetshylsa (ett specialverktyg) för montage av dykfickan.

Vid anborrning för blockering finns drifttrycksbegränsningar som är beroende av rördimensionen (se avsnitt 9.5, Blockering).

Efter genomförandet av anborrningen

Anborrningsventilens spindel proppas eller tätsvetsas, innan mantelmuffen monteras över ventilen. Muffens dimension ska vara anpassad i förhållande till ventilhuset.

Kontrollera att arborrningens kontrollplan är ifylld och signerad av entreprenör och byggledare/projektledare samt att den daterade sammanfattande handlingen är undertecknad av ägare och entreprenör. Färdigställ handlingen med protokoll från visuell kontroll och oförstörande provning av avstickets svets samt arkivera handlingen på ett av anläggningsägaren specificerat sätt.

Risker och att tänka på

Vid drifttemperaturer över 100 °C rekommenderas att aldrig utföra anborrning på rör i kammare eller i begränsade utrymmen inomhus. Vid en misslyckad anborrning och händelse av läckage finns risk för dödsfall genom kvävning i ångfyllt utrymme.

Eliminera risker vid anborrning genom att:

- undersöka vem eller vad som kan finnas i omgivningen som är särskilt viktig att skydda om anborrningen skulle misslyckas. En het vattenstråle i 45 graders riktning ut från ett hål i en trycksatt fjärrvärmeledning når väldigt långt.
- se till att arbetsstället är avgränsat på lämpligt sätt så att ingen obehörig kan komma närmare arbetsstället än säkerhetsavståndet enligt riskbedömningen.
- under genomförandet av själva anborrningen ska ansvarig övervaka arbetsstället och avvisa obehöriga.
- säkra anborrningsverktygets dräneringsslang så att den inte kommer i okontrollerad rörelse vid vattenutströmning.
- ha någon form av förstärkt presenning eller liknande till hands för att täcka över anborrningsstället och hindra vattnets spridning vid ett eventuellt läckage.

9.5 Blockering

En blockering utförs om det bedöms vara olämpligt att tömma ledningsnätet på vatten för att exempelvis kunna byta ut en trasig ventil eller för att göra ett nytt avstick som inte kan göras direkt genom anborrning på en trycksatt ledning (se Illustration 9.6).

Olika metoder och olika tätningskroppar finns för blockering. I regel måste drifttrycket anpassas till dimensionen på den ledning som ska blockeras (ju större rördimension desto lägre tryck). För ytterligare information hänvisas till de företag som tillhandahåller utrustning och tjänster för rörblockering.

Illustration 9.6. Utförd blockering (till vänster i bild) respektive förberett rör med ventil för blockering. Källa: Proco Services.

Arbetsflöde

Planeringsinsatser:

- Framtagning av en sammanfattande handling enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter (se avsnitt 9.4, Anborrning).
- En riskbedömning för blockeringen uppställs och bifogas uppdragets arbetsmiljöplan. Utöver de exempel som redovisas sist i detta avsnitt finns det sannolikt fler risker att beakta för den specifika blockeringen.
- Planering för minskat drifttryck och vid behov minskad drifttemperatur med hänsyn till blockeringsutrustningen (se vidare nedan).
- Planera i övrigt för de arbetsmoment som upptagits under rubriken *Före genomförandet av anborrningen* i avsnitt 9.4 (Anborrning).

Före genomförandet av blockeringen

Före genomförandet av anborrningen för blockering måste man säkerställa att drifttryck och drifttemperatur i ledningen är lägre än blockeringsutrustningens maximalt tillåtna tryck och maximala arbetstemperatur som är beroende av dimensionen på det rör som ska blockeras.

Under genomförandet av blockeringen

Vid blockering genomförs en särskild typ av anborrning för att kunna föra in den tätande blockeringskroppen i ledningen. Arbetsmiljöverkets föreskrifter för anborr-ning ska därför följas. För anborrningsmomentet vid blockering. Se avsnitt 9.4 (Anborrning).

Efter att de tätande blockeringskropparna införts i ledningen på vardera sidan av läget för det planerade ingreppet kan ledningen punkteras och tömmas på vatten mellan blockeringarna. Därefter kan röret kapas som om hela ledningsnätet hade tömts.

Det är viktigt att ha ett så jämnt drifttryck som möjligt i ledningsnätet under hela arbetet med blockeringen. Annars kan de tätande blockeringskropparnas funktion äventyras.

Risker och att tänka på

Tänk på att riskerna vid arbete med blockering är större än vid vanlig anborrning. Anledningen till det är att man efter kapning av röret har ett helt öppet rör och två fria rörtvärsnitt med fullt drifttryck bakom de tätande blockeringskropparna.

På grund av de större riskerna vid arbeten med blockering, i jämförelse med konventionella anborrningsarbeten, är det särskilt viktigt att tänka på att säkerställa:

- fria utrymningsvägar från arbetsstället
- åtkomliga och fungerande avstängningsventiler så nära arbetsstället som möjligt
- kommunikationssätt och personella resurser för snabb bemanning och snabb stängning av ventilerna i händelse av misslyckad blockering.

9.6 Sektionering

Vi skiljer på två principiellt olika typer av sektioneringar:

- uppdelning av ledningsnätet i driftsmässigt fristående delar
- avstängning av en del av ledningsnätet.

Arbetsflöde

Planeringsinsatser:

- Ritnings- och/eller kartunderlag med sektioneringsventiler som underlag för beslut om ventilstängning.
- Kontakter med produktionsavdelningen, till exempel genom avbrottsbegäran.
- Undersök om sektioneringen kan utföras enligt befintlig driftrutin.
- TA-plan vid sektionering med ventiler placerade i gator och vägar.
- Se i övrigt under rubriken **Planeringsinsatser** i berörda avsnitt.
- Beroende på hur akut ett läckage är kan viktiga/prioriterade kunder behöva informeras innan sektionering sker.

Oavsett typ av sektionering utförs ingreppet genom att stänga vissa utvalda avstängningsventiler i ledningsnätet på ett lugnt och kontrollerat sätt (se avsnitt 9.3, Manövrering av ventiler).

En uppdelning av ledningsnätet i driftsmässigt fristående delar kan inte beskrivas i detalj eftersom uppdelningen blir helt beroende av hur det specifika nätet är uppbyggt. Vid all sådan sektionering gäller det att vara observant på att styrande mätpunkter kan stängas, vilket i sin tur kan resultera i felaktig reglering som okontrollerat pådrag eller stopp av pump.

Vid en sektionering av nätet för uppdelning i de driftsmässigt fristående delarna är det därför alltid viktigt att bevaka att det finns mätpunkter kvar för flödesstyrning (för exempelvis styrning på ett differenstryck Δp) i de fristående delar av ledningsnätet

som bildas vid sektioneringen. För tryckhållning vid sektionering se avsnitt 9.9 (Rundgångar).

En avstängning (bortsektionering) av en del av ledningsnätet kan behöva göras i följande fall:

- En del av ledningsnätet sektioneras bort och töms med anledning av ett planerat arbete för ingrepp på medieröret någonstans inom sektionen (se även avsnitt 9.1, Tömning).
- Vid en misstanke om läckage sektioneras en del av ledningsnätet bort för att genom ”halveringsmetoden” undersöka om det finns ett läckage och i så fall ta reda på inom vilken begränsad del av ledningsnätet som läckaget finns (se avsnitt 10.5, Ljud/lyssna).
- Vid ett konstaterat och lokaliserat läckage sektioneras en del av ledningsnätet bort mellan två eller flera avstängningsventiler. Efter stängning av nödvändiga avstängningsventiler töms sektionen i den omfattning som bestäms av läckans läge och på ett ganska okontrollerat sätt genom läckagehålet. Efter stängning av sektionens avstängningsventiler öppnas avluftningsventiler i sektionens högpunkt(-er) för att undvika vakuum lokalt i ledningen medan tömningen pågår (se avsnitt 9.1, Tömning).

Under arbetet med bortsektioneringen är det viktigt att ha en rutin för kontakterna med produktionsavdelningen, exempelvis genom en avbrottsbegäran.

Risker och att tänka på

- Vid bortsektionering i samband med läckage i en framledning som från början haft drifttemperaturer kring 100 °C eller högre riskeras svårstoppad ångbildning, utblåsning av ånga/vatten, implosion av ångblåsor och ny ångbildning. Detta kan tyvärr leda till att delar av ledningssystemet skakar sönder. Undersök därför om det går att upprätta en tryckhållning och påbörja en nedkylning av framledningen med hjälp av vatten från returledningen eller från exempelvis en brandpost direkt efter det att sektioneringsventilerna i framledningen stängts.
- Arbete på väg/Säkerhet på väg vid sektionering med avstängningsventiler placerade i gator och vägar.

9.7 Felsökning/läcksökning

I detta avsnitt beskrivs några strategier för läcksökning på olika typer av fjärrvärmeledningar. Metoderna för läcksökning beskrivs i kapitel 10, Statusbedömning av fjärrvärmenät).

Med fel och läckor menas här både läckage på medierör och hål/läckor på fjärrvärmeledningarnas ytterhöljen (mantelrör, betonglådor och så vidare) som upptäcks i dagligt arbete med drift av distributionsledningarna. Statusbedömningar av distributionsledningar, som sker med delvis samma metoder som vid läcksökning, förutsätts bli utförda som förebyggande underhåll och tas därför inte upp här.

Generella planeringsinsatser:

- Ritningar och/eller kartor som underlag för beslut om felsökningsstrategi.
- Vid behov inplaneras externa resurser eller intern specialistkompetens.
- TA-plan vid behov om felsökningen kräver arbete på gator och vägar.

9.7.1 Alla typer av fjärrvärmeledningar

Arbetsflöde

För alla typer av fjärrvärmeledningar gäller det att ta tillvara och dra slutsatser ur iakttagelser angående onormala företeelser. Här avses i första hand:

- Av allmänheten eller vid rondering iakttagen vattensjuk mark (eller i allvarligare fall vatten upp ur mark) vid läckage på medierör. Läckaget kan antas vara vid platsen för iakttagelsen.
- Av allmänheten eller vid rondering iakttagen onormal snösmältning vid läckage på medierör eller hål på ytterhölje. Kan bara ses vid snötäckt mark vintertid. Se även avsnitt 10.6 (Snökoll). Läckaget kan antas vara vid platsen för iakttagelsen.
- Av driftpersonal gjorda iakttagelser angående onormalt stor spädmatning. Kontrollera först att läckaget inte finns i produktionsanläggningen.

I det sistnämnda fallet måste platsen för läckaget spåras om det finns misstanke om att läckaget är ute på ledningsnätet. För att snabbt få en översiktlig lokalisering av en större läcka kan en sektionering med förlustmätning göras (se avsnitt 10.4, Sektionering med förlustmätning) alternativt en flygtermografering (se avsnitt 10.3.2.1, Flygtermografering).

Läckagets läge bestäms därefter mer noggrant genom termografering med handkamera eller genom att använda någon av nedanstående metoder. Om det är svårt att lokalisera läckors exakta lägen kan lyssning med markmikrofon alternativt lyssning direkt på rören användas.

Risker och att tänka på

- Arbete på väg/Säkerhet på väg.
- Vid bortsektionering för förlustmätning i samband med läckage i en framledning som från början haft drifttemperaturer kring 100 °C eller högre finns risk för svårstoppad ångbildning, utblåsning av ånga/vatten, implosion av ångblåsor, ny ångbildning och så vidare. Detta kan leda till att delar av ledningssystemet skakar sönder.

9.7.2 Förisolerade fjärrvärmerör med fast förband till PUR-isolering

Arbetsflöde

För ledningsnät av förtillverkade fjärrvärmerör med inbyggda larmtrådar i isoleringen används elektronisk utrustning för att tidigt få en indikation på läckage och för att lokalisera läckor. Detta gäller för både inre läckage genom medierören och för yttre läckage genom rörens mantelrörsskarvar (se avsnitt 10.3, Fuktlarmsövervakning).

För läcksökning med hjälp av pulsekometer anlitas entreprenör eller egen personal med särskild kompetens inom området.

Risker och att tänka på

Även om läcksökning med hjälp av pulsekometer och de inbyggda larmtrådarna oftast är ett rationellt och tillförlitligt sätt att leta efter läckor bör följande alltid beaktas:

- Genom historik över årligen genomförda mätningar på larmslingorna går det att upptäcka förändringar i mätvärden. Grunden är alltså att ha korrekta och uppdaterade larmritningar där slingorna framgår. Håll koll på detta redan från början. Det är oerhört svårt att hitta ett larmfel om det aktuella läckagets verkliga placering inte stämmer överens med larmritningen.
- Läckage behöver inte alltid resultera i larm eftersom isoleringen kan vara torr mellan larmtråden och medieröret i det fall vattnet tar en annan väg i isoleringen. Om det efter exempelvis sektionering med förlustmätning ändå finns misstanke om ett läckage inom en sektion med förtillverkade fjärrvärmerör bör platsen för läckaget sökas med termografering.
- Ett larm kan bero på avbrott på någon av larmtrådarna, alltså larm för ett internt fel i övervakningssystemet. En pulsekometermätning visar om ett trådbrott förorsakat larmet eller om det beror på fukt i isoleringen.
- Ett larm kan bero på kortslutning eller alltför lite isolering någonstans lokalt mellan larmtråd och medierör. Det finns tyvärr ingen enkel metod att skilja på kortslutning och fukt i isoleringen. Alternativa beslut:
  a) schakta upp och åtgärda felet oavsett kortslutning eller fukt i isoleringen
  b) fuktig isolering verifieras med termografering före beslut om schaktning.

9.7.3 Fjärrvärmeledningar med hålrum

Fjärrvärmeledningar med hålrum utgörs av:

- äldre hålrörsledningar med luftspalt mellan medierör och PUR-isolering
- mineralullsisolerade asbestcementrörsledningar (ACE) med luft mellan isolering och skyddshölje
- mineralullsisolerade betongkulvertar (betonglåda) med luft mellan isolering och skyddshölje.
- Så kallade symaskinskulvertar (se illustration 9.7) med luft mellan isolering och skyddshölje.

Illustration 9.7. Symaskinskulvertar.

Arbetsflöde

Lokalisering av läckor på ovanstående ledningstyper kan göras utifrån tillämpliga delar av följande arbetsgång:

- Har läckage inträffat på ledningssträckan förut? Historiken kan ge en viss hjälp.
- Notera iakttagelser angående ånga ur ventilationshål från kammare eller kontrollera förekomsten av vatten i kammare. Iakttagelsen gäller i princip för ett läckage på medieröret någonstans på sträckan mellan två kammare eller i en kammare. Se även kapitel 10 (Statusbedömning av fjärrvärmenät).

- Notera onormal snösmältning vintertid (se avsnitt 10.6, Snökoll). Alternativet är att genomföra termografering från bil (se avsnitt 10.3.2.2, Termografering från bil) eller med handkamera (se avsnitt 10.3.2.3, Termografering med handkamera) för en mera noggrann lägesbestämning av läckan. Observera att indikationen som fås täcker området för läckan men också i avtagande grad området bort från läckan (åt båda hållen för en horisontell ledning och nedströms läckan för en ledning med fall).
- Läget för läckan kan mer noggrant också bestämmas med hjälp av en akustisk metod som lyssning direkt på rören (se vidare avsnitt 10.5.2, Ljud lokaliserar läckor).
- Om fuktband har monterats på rören vid installation i betong- eller symaskinskulvertar ska dessa band naturligtvis användas för att lokalisera platsen för läckaget. Fuktband finns installerat i befintlig betongkulvert ibland annat Helsingborg). Jämför läcksökning med hjälp av pulsekometer i detta kapitels avsnitt 9.7.2 (Förisolerade fjärrvärmerör med fast förband till PUR-isolering).

Risker och att tänka på

- Arbete på väg/Säkerhet på väg.

9.8 Tryckhållning vid sektionering och spädmatning

Det finns två principiellt olika typer av tryckhållningar:

- tryckhållning i uppdelat ledningsnät med driftsmässigt fristående delar
- tryckhållning vid läckage i en framledning med hög drifttemperatur.

9.8.1 Tryckhållning i uppdelat ledningsnät med driftsmässigt fristående delar

Arbetsflöde

Planeringsinsatser:

- Ritnings- och/eller kartunderlag med sektioneringsventiler som underlag för beslut om ventilstängning.
- Undersök om sektionering, tryckhållning och spädmatning kan utföras enligt befintlig driftrutin för de fristående sektioner som ska bildas.
- Kontakter med produktionsavdelningen för beslut om tryckhållning av både fram- och returledningarna i samtliga fristående sektioner som ska bildas.
- Kontakter med produktionsavdelningen för beslut om spädmatning i samtliga fristående sektioner som ska bildas.
- Kontroll av mätpunkter för tryckreglering i samtliga fristående sektioner som ska bildas.
- Förbered framtagning av nödvändiga skyltar och/eller lås för avstängningsventiler som ska lämnas stängda efter sektioneringen.
- TA-plan vid sektionering med ventiler placerade i gator och vägar.

Sektionering beskrivs i detta avsnitt 9.6 (Sektionering) i detta kapitel. För manövrering av ventiler vid sektioneringen se avsnitt 9.3, Manövrering av ventiler).

Att i detalj beskriva en tryckhållning av hela ledningsnätet efter en uppdelning av nätet i driftsmässigt fristående är näst intill omöjligt. Tryckhållningen är beroende av hur nätet är uppbyggt i det specifika fallet. För tryckhållning vid all sådan sektionering gäller det dock att vara observant på att styrande mätpunkter kan stängas, vilket kan medföra felaktig reglering, som okontrollerat pådrag eller stopp av pump.

Vid sektionering av nätet för att få de driftsmässigt fristående delarna är det viktigt att det finns mätpunkter kvar för styrning av distributionspumparna (genom reglering av exempelvis ett differenstryck Δp) och därigenom tryckhållning av framledningen i samtliga delar av nätet. För varje fristående sektion av nätet måste trycket upprätthållas även i returledningen. Detta sker genom exempelvis en ackumulator eller ett högt placerat expansionskärl som anslutits till returledningen vid den produktionsanläggning (eller någon av de produktionsanläggningar) som finns inom sektionen. Alternativt upprätthålls trycket i returledningen genom så kallad mittrycksreglering med hjälp av en kombination av fram- och returpumpar som måste finnas inom den fristående sektionen av nätet.

Varje fristående sektion av nätet ska även ha sin spädmatning tryggad vad gäller behandlat fjärrvärmevatten. Med en ackumulator inkopplad på returledningen fås spädmatningen därifrån. I övriga fall gäller det att förvissa sig om att annan utrustning för spädmatning inklusive tryckuppsättning finns ordnad och är i drift inom varje sektion.

Risker och att tänka på

- Att det efter sektionering finns mätpunkter kvar för reglering av trycket i samtliga delar av nätet.
- Att det finns utrustning för spädmatning inklusive tryckuppsättning ordnad i samtliga delar av nätet efter sektionering.
- För riskerna vid manövrering av ventiler och i arbetet med sektionering se avsnitten 9.3 (Manövrering av ventiler) och 9.6 (Sektionering).

9.8.2 Tryckhållning vid läckage i en framledning med hög drifttemperatur

Vid bortsektionering i samband med läckage i en framledning som från början haft drifttemperaturer kring 100 °C eller högre finns risk för att delar av ledningssystemet skakar sönder genom ångbildning, implosion av ångblåsor och ny ångbildning.

Därför gäller det att, om möjligt, kunna upprätta en tryckhållning av den bortsektionerade delen av nätet till dess att hela framledningen kylts ned till temperaturer under 100 °C. Trycket bör vara minst 1 bar övertryck i sektionens högpunkt.

Arbetsflöde

För sektionering se avsnitt 9.6 (Sektionering). För manövrering av ventiler vid sektioneringen se avsnitt 9.3 (Manövrering av ventiler).

Alternativa förfaringssätt – direkt efter det att sektioneringsventilerna i framledningen stängts:

- Tryckhållning samt nedkylning och spädmatning sker med hjälp av vatten från returledningen genom returledningens sektioneringsventiler som behålls öppna under nedkylningsförloppet. Vidare görs överkopplingar exempelvis mellan avluftningsventilerna i fram- och returledningarna vid sektioneringsventilerna för nedkylning av framledningen närmast sektioneringsventilerna.
- Även returledningen bortsektioneras. Tryckhållning samt nedkylning och spädmatning sker med hjälp av vatten från till exempel en brandpost som inkopplas till avluftningsventilerna i framledningen vid sektioneringsventilerna.

Risker och att tänka på

- Delar av ledningssystemet kan skaka sönder på grund av ångbildning, implosion av ångblåsor och ny ångbildning om det inte går att upprätta en tillräckligt bra tryckhållning och framledningen fortfarande har en temperatur kring 100 °C.
- För riskerna vid manövrering av ventiler och i arbetet med sektionering se avsnitt 9.3 (Manövrering av ventiler) och avsnitt 9.6 (Sektionering).

9.9 Rundgångar

Rundgångar kopplas in på lämpliga ställen mellan fram- och returledningen i både fjärrvärme- och fjärrkylenät.

Det finns flera principiellt olika skäl till att koppla in en rundgång:

- för att vintertid undvika frysrisk i en servis där en kund ännu inte är ansluten
- göra det möjligt att upprätthålla utlovad framledningstemperatur till en kund långt ute på nätet (framför allt under sommartid är ledningarnas värmeförluster så stora att värmen kanske inte räcker till enskilda kunder)
- för att vintertid undvika frysrisk i tillfälliga etappgränser vid utbyggnad av nätet, av samma skäl monteras vanligtvis rundgångar vid avluftningar i fjärrkylenätet
- för att upprätthålla en bra vattenkvalitet i hela nätet genom att undvika stillastående vatten
- för att inte få in fukt i rörisoleringen.

Rundgångar i serviser till kommande kunder (se Illustration 9.8) eller kunder långt ute på nätet förses med termostatventil och utförs av stålslang 1” alternativt av kopparrör eller stålrör PN 16.

Illustration 9.8. Rundgång i fjärrvärmeservis till kommande kund. Källa: Fortum Värme.

Rundgångar i tillfälliga etappgränser vid utbyggnad av fjärrvärmenätet kopplas inte bara in för att undvika frysrisk vintertid utan också för att skapa och upprätthålla lämplig förvärmningstemperatur under byggnationen i en etapp. Termostatventilen kan då ersättas med en enklare handmanövrerad nål- eller kulventil.

Observera att rundgångar påverkar returtemperaturen och tryckhållningen negativt.

Arbetsflöde

Planeringsinsatser:

- Montage av rundgångar i serviser inplaneras under projekteringen eller senast under rörentreprenadens utförande.
- Rundgångar i tillfälliga etappgränser inplaneras av etappens rörentreprenör.
- Rundgångar i serviser till kommande kunder planeras för att demonteras vid inkoppling av kundernas fjärrvärmecentraler.

Inga särskilda arbetsinsatser behövs för rundgångar med termostatstyrda ventiler i serviser. Rundgångar i tillfälliga etappgränser hanteras av rörentreprenören.

Risker och att tänka på

- Kontrollera att materialkvaliteten och tryckklassen är tillräckligt hög för rundgångsslangen.
- Dokumentera alla rundgångar i GIS/NIS, speciellt de som är mer eller mindre permanenta. Det är lätt att glömma bort en rundgång.
- Kontrollera rundgångarna regelbundet så att de är i drift bara när de behövs och tvärtom.
- I övrigt finns inga direkta risker speciellt förknippade med rundgångar.

9.10 Litteratur

D:217 Anborrning, Svensk Fjärrvärme, 2015).

10. STATUSBEDÖMNING AV FJÄRRVÄRMENÄT

10.1 Inspektion vatten i kammare

10.1.1 Kort beskrivning av metoden

Förekomst av vatten i kammare kan kontrolleras genom fjärrövervakning, inspekteras manuellt vid ronderingar eller indikeras genom utströmning av fuktig luft (dimma) ur ventilationsrör.

Kontroll genom fjärrövervakning ger en kontinuerlig övervakning av vatten- eller fuktförekomsten i kammare medan omfattningen av de manuella inspektionerna i huvudsak avgörs av ronderingsintervallen. Indikationer på vatten i kammare genom utströmning av fuktig luft ur ventilationsrör kommer vanligtvis via inrapportering från allmänheten.

Resurser och kompetens

- Underhållspersonal från den egna organisationen (inledningsvis). Ingen specialistkompetens krävs för att tillämpa metoden.
- Är läckaget utanför kammaren kan det behövas egna medarbetare eller externt anlitad personal som har kompetens för läcklokalisering med termografering eller akustiska metoder.

Arbetsmoment

- Indikation från fjärrövervakning, rondering eller rapportering från allmänheten.
- Platsbesök för identifiering av läckan i kammaren eller i anslutande medierör.
- Åtgärder enligt nedan.

10.1.2 Beskrivning av lämplig användning

Metoden lämpar sig för inspektionsbara brunnar och nedstigningsbara kammare.

Den fungerar dessutom bra för att upptäcka läckor på medierör förlagda i hålrum (betongkulvertar och hålrörskulvertar) som ansluter till brunnarna eller kamrarna.

Vatten i kammare kan bero på läckage av fjärrvärmevatten från medierör men kan också bero på att ytvatten/grundvatten läcker in i hålrummet. Läckage från medierör kan skiljas från inläckande ytvatten genom att vattnet från medieröret är varmare än omgivningen och/eller att vattnet är infärgat med pyranin. Pyranin ger ett grönt vatten som kan identifieras direkt eller med hjälp av UV-lampa.

10.1.3 Resultat/utfall

Resultatet blir en indikation på att kammaren är otät, vilket leder till en fuktig miljö i kammaren. Fukten medför problem med korrosionsangrepp på rör, ventiler och smide med mera i kammaren.

Ligger medierören till/från kammaren förlagda i hålrum och vatten rinner i hålrummet till kammaren? Då är vattnet i kammaren istället en indikation på ett medierörsläckage eller ett skadat ytterhölje utanför kammaren.

10.1.4 Åtgärder

Täta kammaren och/eller förbättra dräneringen runt den. Lokalisera läckan med lämplig metod, exempelvis termografering eller lyssning, i det fall medierörsläckage har indikerats.

Schakta i det senare fallet fram medierören och laga läckan.

10.1.5 Manuell kontroll

Vatten i kammare kontrolleras visuellt vid inspektion i samband med schemalagda ronderingar eller efter yttre indikationer på vattenförekomst genom exempelvis utströmning av fuktig luft ur ventilationsrör. Före nedstigning i kammaren spärras luckan till kammaren av med grind eller annat skydd för tredje part. Det är lämpligt att vara två personer vid kammarbesök. En går ned i kammaren medan den andra personen är uppe på marknivå och kan vidta åtgärder om det skulle behövas. En trafikanordningsplan (TA-plan) ska följas vid kontroll av kammare förlagda i gator.

10.1.6 Fjärrövervakning

I sin enklaste form övervakas vatten i kammare med hjälp av nivåvippor. Eftersom det krävs en förhållandevis hög vattennivå för att påverka en nivåvippa bör istället en elektronisk fuktvarnare, kopplad till en larmenhet, användas för fjärrövervakning. Larmsignaler från dessa enheter skickas vid indikationer på vatten i kammare trådbundet eller trådlöst till en larmcentral i ett kontrollrum. Larmsignaler kan även gå till en beredskapstelefon och/eller trådlöst till driftpersonalens mobiltelefoner.

Kombineras fuktvarnaren med en temperaturgivare kan det snabbt konstateras om det rör sig om inläckage av mark- eller grundvatten eller om det är en medierörsläcka.

10.2 Fuktlarmsövervakning

10.2.1 Kort beskrivning av metoden

Vid fuktlarmsövervakning används larmtrådar som är inbyggda i fjärrvärmerörens isolering för att mäta och larma vid förändringar i isoleringens elektriska karaktär. En indikation på fukt i isoleringen någonstans utefter den övervakade sträckan fås genom att isoleringens elektriska motståndsförmåga mellan larmtråden och stålröret minskar då isoleringen blir fuktig.

Efter den första indikationen på fukt i isoleringen lokaliseras läckagestället i regel med hjälp av en pulsekometer som sänder ut pulser i larmtråden. Pulserna reflekteras vid den förändring som sker av larmtrådens karaktäristiska impedans där tråden passerar den fuktiga isoleringen. Instrumentet beräknar avståndet utefter larmtråden från anslutningspunkten till läckagestället. Läckagets geografiska läge bestäms sedan genom att följa larmtrådskopplingen enligt larmdokumentationen.

10.2.2 Kort larmsystemshistorik

Elektroniska system för övervakning av fukt i förisolerade fjärrvärmerör började användas i mitten av 1970-talet. De första systemen var av fabrikatet ICM och hade en räckvidd som begränsades till en högsta trådlängd på 500 meter. Av detta skäl kopplades systemen i början som en-trådssystem, där en tråd användes i framledningen och en i returledningen. Kopplingen ska framgå av larmdokumentationen.

I början av 1980-talet kom andra larmsystem ut på marknaden. Samtidigt utökades de elektroniska systemens räckvidd så att de förisolerade rörens båda larmtrådar kunde användas utan att fördubbla antalet elektronikenheter. De första två-trådssystemen på marknaden var av fabrikatet CWA. Numera är systemen alltid, oavsett fabrikat kopplade som två-trådssystem.

Ovanstående gäller det så kallade nordiska systemet, där konventionell 1,5 mm^2 blank koppartråd används. I Tyskland och andra länder på kontinenten används ofta andra trådbaserade system. Brandessystemet och andra lösningar tas emellertid inte upp här.

Resurser och kompetens

- Underhållspersonal från den egna organisationen med grundutbildning i de larmsystem för fuktövervakning som förekommer i distributionsnätet.
- Vid behov egna medarbetare eller externt anlitad personal med särskild kompetens för läcklokalisering med portabel pulsekometer.

Arbetsmoment

- Indikation från fjärrövervakning eller från schemalagda manuella mätningar.
- Framtagning och genomgång av larmritningar.
- Vid behov noggrann inmätning av felstället med portabel pulsekometer.
- Åtgärder enligt nedan.

10.2.3 Beskrivning av lämplig användning

Metoden lämpar sig för att få tidig indikation på läckage från alla ledningar som består av förtillverkade fjärrvärmerör med larmtrådar inbyggda i isoleringen. Det är möjligt att lokalisera läckor som beror på såväl inre läckage genom medierören som yttre läckage genom rörens mantelrörsskarvar.

10.2.4 Resultat/utfall

Resultatet blir en indikation på fuktinnehållet i isoleringen och larmtrådarnas status. Underlag ges också för att se förändringar över tid, för isoleringens (elektriska) karaktär samt för lokalisering av läckage.

10.2.5 Åtgärd

Schakta fram fjärrvärmeledningen och laga läckan, alternativt spara mätresultaten som referensvärden inför framtida mätningar.

10.2.6 Manuell mätning

Isoleringens elektriska motståndsförmåga mellan larmtråden och stålröret mäts med en så kallad megger eller med ett handmätinstrument. Eftersom den pålagda mätspänningen för instrumenten i regel är likspänning är det isoleringens resistans som mäts. För att kunna se förändringarna över tid för isoleringens resistans är det viktigt att samma typ av ohmmeter används från gång till gång.

Läget för ett läckage mäts upp med hjälp av en portabel pulsekometer som ansluts till larmtrådarna på lämpligt ställe. Efter att först ha fått en översiktlig bild av läget för läckaget kan en bättre precision i lägesbestämningen fås om larmtrådsslingan är åtkomlig för inkoppling av instrumentet i en punkt närmare läckagestället. Denna typ av manuell lokalisering med portabel pulsekometer genomförs ofta även om fuktlarmet från början fås från en fast monterad larmenhet med inbyggt pulseko.

Förutsättningen för att hitta en läcka är att det finns uppdaterade och korrekta larmslingor respektive larmritningar. Annars riskerar man att schakta på fel ställe.

10.2.7 Fjärrövervakad mätning

Det finns larmenheter av flera olika fabrikat för fjärrövervakning av fukt i isoleringen. I regel används växelspänning som mätspänning för kontinuerlig mätning av isoleringens elektriska karaktär. Vissa larmenheter fungerar enligt pulsekometoden. För fjärrövervakning skickas larmsignaler från larmenheterna trådbundet eller trådlöst till en larmcentral i ett kontrollrum.

10.3 Termografering

10.3.1 Kort beskrivning av metoden

Termografering innebär att temperaturskillnaden i mark kring en ledning fångas med hjälp av en termografikamera. Termografering kan ske för hand, från bil eller med flyg.

Flygtermografering ger en överblick över stora ytor medan termografering från bil kan täcka långa ledningslängder som man sedan med manuell mätning kan detaljstudera.

Optimal tillämpning sker vid en utomhustemperatur på några minusgrader på hårdgjord yta utan solljus, snö eller regn.

10.3.2 Beskrivning av lämplig användning

10.3.2.1 Flygtermografering

Flygtermografering är en bra metod för att snabbt lokalisera större läckor. Analys av bilderna kan ske manuellt eller med hjälp av programvarustöd. Att analysera manuellt för att hitta mindre läckor är tidskrävande och kräver stor kunskap om distributionsnätet samt den omgivning det ligger i.

Programvara som förenklar analysen finns tillgänglig på marknaden men är fortfarande under utveckling. Metoden finns beskriven i *Fjärrsynsrapport 2012:17 Kvantifiering av värmeläckage* och är lämplig då man vill jämföra förändringar av värmeförluster och läckage över tid.

Fördelar:

- möjligt att se omfattningen av skadad isolering vid en läcka
- kan vara ett stöd vid prioritering mellan olika utbytes-/reinvesteringsprojekt
- större läckor med stor vattenförlust är lättare att finna med denna metod
- på ledningar utan larmtråd går det att hitta ledningssträckor där isoleringen är blöt på grund av skador i ytterhöljet.

Nackdelar:

- hög kostnad och då speciellt för dataanalys
- bara lämpligt att flyga när det är snö- och lövfritt
- metoden är mycket känslig för störningar, som olika materials förmåga att lagra värme över tid
- svårt att analysera i skog och parkmark med mycket gräs som skymmer värmestrålningen från marken samtidigt som utblås av varmluft från hus lätt tolkas som läckor
- markvärme, som blir allt vanligare i centrala delar av städer, gör metoden oanvändbar under den del av året som markvärmen används.

Rekommendation för flygtermografering

Flygtermografering rekommenderas vart tredje till femte år för att se status för ledningarnas isoleringsförmåga.

När vattenförlusterna blir mycket stora, utan att orsak hittas, kan det vara lämpligt att flyga över nätet. Men sker det vid fel tid på året är nyttan begränsad.

10.3.2.2 Termografering från bil
Termografering från bil är lämplig när transiteringsledningar och huvudmatningar kontrolleras. Termograferingen måste ske nattetid för att minimera störningar från solinstrålning och trafik, vilket innebär nattarbete för driftpersonalen.

10.3.2.3 Termografering med handkamera
Att använda handkamera för termografering är lämpligast när ytan för den misstänkta läckan är begränsad. Metoden är lätt att använda för att kontrollera befarade läckor och dålig isolering.

Förmodade läckor som hittats med flygtermografering eller från bil bör kontrolleras igen med handkamera. Kameran visar direkt temperaturskillnader över ytan som kontrolleras och ingen vidare analys behövs. Vid behov kan bilder och data sparas som referensmaterial för framtida mätningar.

10.3.3 Resultat/utfall
Resultatet blir en indikation på ledningssträckornas isoleringsförmåga över tid samt lokalisering av läckage.

10.3.4 Åtgärd
Den uppenbara åtgärden är att laga läckan och/eller göra iordning en tillståndsplan som referens vid framtida mätningar.

10.4 Sektionering med förlustmätning

10.4.1 Kort beskrivning av metoden
Vanligtvis uppmäts den spädmatning som behövs för att täcka de normala vattenförlusterna från fjärrvärmenätet. Om ett onormalt stort spädvattenflöde skulle mätas upp som nätförlust kan det antas att ett stort läckage har uppstått någonstans på fjärrvärmenätet.

Det går att bestämma vilken sektion av nätet som börjat läcka genom att systematiskt sektionera bort delar av fjärrvärmenätet. Ta antingen en del i taget eller dela in ett större område i mindre och mindre områden genom ”halveringsmetoden” och avläs samtidigt spädvattenflödet samt notera när spädmatningen minskar till normala nivåer.

Resurser och kompetens
- Inledningsvis driftpersonal och därefter underhållspersonal från den egna organisationen. Ingen specialistkompetens krävs för att tillämpa metoden.
- Egen personal eller, vid behov, externa resurser med särskild kompetens inom efterföljande läcklokalisering med termografering, portabel pulsekometer eller akustiska metoder.

Arbetsmoment
- Indikation från driftpersonalen angående onormalt stort spädvattenflöde.
- Framtagning och genomgång av ritningar över ledningsnätet.
- Stegvis sektionering i samråd med driftorganisationen.
- Åtgärder enligt nedan.

10.4.2 Beskrivning av lämplig användning
Metoden är lämplig att använda för att snabbt få en översiktlig lokalisering av en större läcka. I tolkningen av tidsbegreppet ”snabbt” ska då hänsyn tas till den tid som åtgår för att spädmatningsflödet ska minska till och stabiliseras på sin normala nivå.

10.4.3 Resultat/utfall
Resultatet blir en indikation på att det finns ett stort läckage på medieröret samt en lokalisering av läckaget till en begränsad sektion av fjärrvärmenätet.

10.4.4 Åtgärd
Lokalisera läckan med någon av de lokaliseringsmetoder som beskrivs i detta kapitel av underhållshandboken. Laga läckan och kontrollera därefter att nätets förluster minskat till normala nivåer efter det att nätsektionen tagits i drift igen.

10.5 Ljud/lyssna
Genom att lyssna eller analysera ljud kan flera olika typer av statusbedömningar göras på fjärrvärmenätet. Akustiska metoder används för exempelvis kontroll av ventilers täthet, för lokalisering av läckor på medieröret samt för statusbestämning av medieröret.

10.5.1 Kontroll av ventilers täthet
När vatten strömmar genom en ventil i ett trycksatt rörsystem genereras ett ljud. Det tryckfall som uppstår över ventilen ger ett hörbart brus.

Ventilens täthet kan kontrolleras efter stängning av ventilen. En ventil som är tät ska sluta brusa då ventilen är i stängt läge. Ett stetoskop kan användas för att bekräfta detta.

10.5.2 Ljud lokaliserar läckor

En vattenläcka i ett trycksatt rörsystem genererar ett ljud, vars ljudnivå i teorin minskar exponentiellt med avståndet från läckan. Genom att mäta ljudnivåns avtagande kan läckan översiktligt lokaliseras (se Illustration 10.1).

En vanligare och mera tillförlitlig metod är dock den akustiska korrelationsmetoden (se nedan).

10.5.3 Kort beskrivning av metoden

Det ljud som genereras i läckagestället är ett brus med tydliga och till synes slumpmässiga variationer i både amplitud och frekvens. Genom att spela in läckageljudet i två punkter på det läckande röret (i en punkt på vardera sidan av läckan) och därefter jämföra amplituder och frekvenser i en korrelator kan avstånden från inspelningspunkterna till läckan bestämmas utifrån avståndet mellan inspelningspunkterna och ljudets utbredningshastighet i det aktuella röret.

Resurser och kompetens

- Extern personal med specialistkompetens och mätutrustning för lokalisering av läckor med hjälp av akustiska metoder.
- Underhållspersonal för medverkan och assistans vid mätningarna.

Arbetsmoment

- Indikation från underhållspersonal eller allmänhet angående läckage, exempelvis iakttagelser av vatten i kammare eller ånga ur ventilationshål, alternativt efter sektionering med förlustmätning.

Illustration 10.1. Utrustning för mätning av ljud i en punkt på medieröret. Källa: Arne Jensen AB.

- Planering och genomförande av undersökningar med anlitad extern resurs för mätning i samarbete med assisterande underhållspersonal.
- Åtgärder enligt nedan.

10.5.4 Beskrivning av lämplig användning

Under förutsättning att indikationer på läckage har fåtts på annat sätt, exempelvis genom inspektion av vatten i kammare eller genom sektionering med förlustmätning, är metoden lämplig att använda för att lokalisera läget för ett läckage på medieröret oavsett typ av fjärrvärmeledning i övrigt.

10.5.5 Resultat /utfall

Resultatet blir en indikation på att det finns ett läckage på medieröret samt en lägesangivelse för läckaget. Lägesangivelse presenteras i form av ett avstånd utefter fjärrvärmeledningen räknat från mätpunkterna för ljudmätningen.

10.5.6 Åtgärd

Schakta fram fjärrvärmeledningen och laga läckan så snart som möjligt.

10.6 Snökoll

10.6.1 Kort beskrivning av metoden

Snökoll är ett enkelt sätt att fånga temperaturskillnaden i mark kring en fjärrvärmeledning genom att iaktta snöfria fläckar eller stråk på en i övrigt snötäckt mark eller genom att iaktta variationer i snötäckets djup på marken ovanför ledningen. Större snöfria fläckar eller bredare stråk på en begränsad sträcka (alternativt större fläckar eller bredare stråk med tunnare snötäcke) utöver vad som vid kontrollen kan ses som normalt på markytan ovanför fjärrvärmeledningen är tecken på att isoleringen är skadad eller fuktig vid platsen för iakttagelsen. Vid kontrollen gäller det att känna till var markförlagda fixar och ventiler är belägna, så att dessa inte uppfattas som rör med skadad eller fuktig isolering.

Med snökoll är det möjligt att täcka långa ledningslängder för fjärrvärmeledningar i parkmark eller liknande ostörd mark. Arbetet sker vid en utomhustemperatur runt nollan eller några enstaka minusgrader och med ett tunt snötäcke på marken. Kontrollen kan ske under förflyttning till fots, alternativt med fyrhjuling eller liknande.

Observera att en dåligt isolerad fjärrvärmeledning (betongkulvert/asbestcementkulvert/aquawarmledning) kan smälta av snön trots att det inte förekommer något vattenläckage från medieröret. Barmarken indikerar då ett onormalt stort värmeläckage (se Illustration 10.2).

Resurser och kompetens

- Underhållspersonal från den egna organisationen. Ingen specialistkompetens krävs för att tillämpa metoden.

Arbetsmoment

- Särskild rondering vid lämpligt snödjup och lämplig väderlek.
- Framtagning och genomgång av ritning(-ar) över ledningen.
- Åtgärder enligt nedan.

10.6.2 Beskrivning av lämplig användning

Metoden är användbar under en begränsad tid på året med lämpliga väderleksförhållanden för att lokalisera yttre och inre läckor på de flesta typer av fjärrvärmeledningar i parkmark och så vidare.

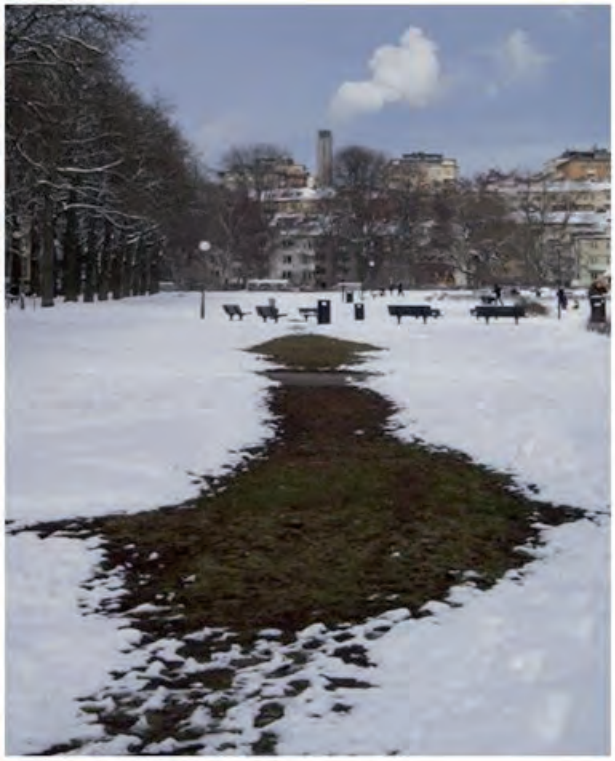


Illustration 10.2. Snöfri barmark indikerar värmeläckage från fjärrvärmekulvert. Källa: Fortum.

10.6.3 Resultat/utfall

Resultatet blir en indikation på fukt i isoleringen, alternativt ett onormalt stort värmeläckage från en dålig isolering, samt en lokalisering av läckaget.

10.6.4 Åtgärd

Schakta fram ledningen och laga läckan eller gör en plan för åtgärd vid en tjänligare årstid.

10.7 Godstjockleksmätning med ultraljud

Medierörens godstjocklek kan bestämmas med ultraljudsmätning som sker genom att skicka ut ljudet axiellt eller radiellt. Mätningarna är i båda fallen möjliga att göra under drift vid förhöjd temperatur.

10.7.1 Axiell ultraljudsmätning

10.7.1.1 Kort beskrivning av metoden

Axiell ultraljudsmätning används för detektering av korrosion eller andra skador på isolerade eller nedgrävda rörledningar. Metoden arbetar med ultraljud som skickas ut i rörväggen från en justerbar ring. Ljudet fortplantar sig axiellt ut i röret och reflekteras mot områden på röret med korrosion. Tekniken förutsätter att medierören är åtkomliga för mätning med 30–100 meters avstånd mellan mätpunkterna beroende på rörtyp och status på medierören (se Illustration 10.3).

Observera att signalen dämpas av rörstöd och störs ut av framför allt kompensatorer. Även fixar i rörledningen och spiralsvetsar på medierören påverkar signalen.

Sprickor i materialet/röret kan inte identifieras med denna metod.

Resurser och kompetens

- Extern personal med specialistkompetens för statusbestämning med utrustning för ultraljudsmätning i rörets axiella riktning.
- Underhållspersonal för medverkan och assistans vid mätningarna.

Arbetsmoment

- Indikation från underhållspersonal angående onormalt stor korrosion eller misstankar om läcka.
- Planering och genomförande av undersökningar med anlitad extern resurs för mätning i samarbete med assisterande underhållspersonal.
- Åtgärder enligt nedan.

10.7.1.2 Beskrivning av lämplig användning

Metoden är lämplig då utbredd korrosion på rören befaras eller vid misstanke om korrosion, dåliga rundsvetsar eller sprickor i områden som normalt inte är åtkomliga för kontroll med ultraljud radiellt genom rörväggen.

Illustration 10.3. Utrustning för ultraljudsmätning i axiell riktning utefter medieröret. Källa: Force.

10.7.1.3 Resultat/utfall
Resultatet blir en indikation på omfattningen av korrosion eller andra skador på medieröret.
10.7.1.4 Åtgärd
Byt ut det skadade medieröret. Sänk om nödvändigt drifttrycket. Spara resultatet som referensvärden inför framtida mätningar.

10.7.2 Radiell ultraljudsmätning

10.7.2.1 Kort beskrivning av metoden
Radiell ultraljudsmätning används för lokal uppmätning av godstjockleken i metalliska medierör i ett begränsat antal mätpunkter. Ultraljud skickas in i rörväggen radiellt och reflekteras mot rörets insida (se Illustrationer 10.4 och 10.5).

Resurser och kompetens
- Extern personal eller underhållspersonal från den egna organisationen med kompetens och utrustning för ultraljudsmätning i rörets radiella riktning.
- Vid behov övrig underhållspersonal för medverkan och assistans vid mätningarna.

Arbetsmoment
- Indikation från underhållspersonal angående exempelvis onormalt stor korrosion.
- Planering och genomförande av undersökningar med intern eller anlitad extern resurs för mätning, vid behov i samarbete med övrig underhållspersonal.
- Avisolering, mätning och i förekommande fall återisolering.
- För åtgärder i övrigt, se nedan.

Illustration 10.4. Ultraljudsmätning i radiell riktning för att mäta rörets godstjocklek. Källa: Force.

Illustration 10.5. Exempel på ultraljudsmätare för godstjockleksmätning. Källa: Force.

10.7.2.2 Beskrivning av lämplig användning
Metoden är lämplig att använda om man på ett enkelt sätt vill bestämma godstjockleken på ett medierör, exempelvis inför en anborrning eller om data saknas om medierörets status.

10.7.2.3 Resultat/utfall
Resultatet blir uppmätta värden på medierörets godstjocklek lokalt i mätpunkterna.

10.7.2.4 Åtgärd
Åtgärden bestäms utifrån mätresultatet och bakgrunden till/syftet med mätningen.

10.8 Vattenkemi

Ändamålsenlig vattenbehandling i ett vattenförande system förebygger korrosion och slitage samt är en förutsättning för att nå en lång systemlivslängd. Olika metoder väljs beroende på förutsättningar i form av råvatten, tryck, temperatur och ut-/in-läckage samt förekomst av material och materialkombinationer i systemen.

Cirkulationsvattnet ska normalt vara klart samt fritt från slam och lösa partiklar.

Vattenkvaliteten i fjärrvärmesystemen varierar från oavgasat råvatten till avgasat, totalavsaltat vatten.

Även om en kvalitetssäkrad vattenbehandling nåtts kan den när som helst utsättas för yttre störningar i form av inläckande råvatten och luft, vilket har stor betydelse för korrosionsförloppet.

10.8.1 Olika vattenbehandlingsprocesser

Råvatten innehåller, trots att det håller normal dricksvattenkvalitet, ämnen som är skadliga för värmesystem. Vattnet måste alltid behandlas – i olika omfattning beroende på förutsättningar och processer.

Ångprocesser har alltid högre renhetskrav än hetvattenprocesser.

10.8.2 Filtrering

10.8.2.1 Initial filtrering
Råvattnet leds in via ett mekaniskt filter som fångar upp fasta partiklar. Detta gäller framförallt vid ytvattenanvändning. Filtret kan bestå av ett finmaskigt stålnät följt av ett sandfilter, påsfilter eller patronfilter beroende på råvattnets renhetsgrad.

10.8.2.2 Fullflödesfiltrering
Mekaniska fullflödesfilter med finmaskiga stålnät monteras i återkommande returledning till produktionsanläggningen. Systemlösningen ska förses med en differenstrycksmätning för att under drift kunna detektera eventuell försmutsning. Filterrengöring ska kunna ske under fortsatt drift, utan påverkan på systemflödet, vilket löses med parallella linjer eller dubbla filterhus med separata ventiler.

I alla anslutna kundanläggningar monteras mekaniska fullflödesfilter med finmaskiga stålnät av 0,6 millimeters maskstorlek i inkommande tilloppsledning.

Flertalet stora kundanläggningar är utförda med en lösning för differenstrycksmätning över filterenheten som gör det möjligt att under drift kunna detektera eventuell försmutsning.

Se Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelse *F:101 Fjärrvärmecentralen – Utförande och installation* för aktuell och detaljerad information.

10.8.2.3 Delströmsfiltrering
En filtreringsutrustning för att fånga upp lösa partiklar i fjärrvärmevattnet bör installeras på inkommande returledning vid produktionsanläggning eller annan punkt där totala flödet kan nås.

Detta sker med en delströmsfiltrering motsvarande 5–15 % av totalflödet. Filtreringsgraden bör vara i området 5–10 µm vid normal driftsituation via textilpåsfilter alternativt patronfilter i kombination med magnetstavar. Rengöring sker enligt behovsanpassat tillsynsintervall.

Det är viktigt att delströmsfiltreringens sugledning monteras i rörets underkant i en lågpunkt efter en raksträcka på 5x rörets diameter. Montering sker med fördel även strax före en uppåtgående böj för att effektivt fånga upp eventuellt tungt slam i rörledningen. Magneter avskiljer lös magnetit som liknar svart sand.

10.8.3 Att undvika korrosion

De vanligaste materialen i fjärrvärmesystem:
Kolstål: i rörledningar, ventiler och kondensortuber
Koppar: i rörledningar och värmeväxlare
Syrafast stål: i värmeväxlare och pumphjul
Rostfritt stål: i kompensatorer
AL-mässing: i kondensorer och värmeväxlare
Rödgods: i ventiler och pumphjul
Stålgjutgods: i pumphus, pumphjul och ventiler
Segjärn: i pumphus, pumphjul och ventiler.

Alla korrosionstyper är av elektrokemiskt ursprung och karaktäriseras huvudsakligen som syrereducerande och vätgasutvecklande korrosion.

Syrereducerande korrosion förutsätter närvaro av syre och bildar metallhydroxid som ytterligare kan oxideras till metalloxid. I ett slutet system är reaktionshastigheten stigande vid ökad temperatur.

I ett öppet system stiger reaktionshastigheten upp till 80 °C och avtar sedan upp till 100 °C då den är noll på grund av att syrets löslighet i vatten då är noll.

Vätgasutvecklande korrosion förutsätter närvaro av vätejoner och är snabb vid låga pH-värden för att avta med stigande pH.

Reaktionshastigheten ökar och pH-värdet faller vid stigande temperatur.

Rent vatten som har pH 7,0 vid 25 °C har pH 6,5 vid 60 °C.

Vätgasutvecklande korrosion förekommer mest som allmän korrosion och är försumbar vid pH >9,0.

Gemensamt för all typ av korrosion är att en hög konduktivitet (ledningsförmåga) innebär en högre reaktionshastighet.

Observera vikten av att ha en låg kloridhalt vid användning av rostfritt stål i till exempel kompensatorer och rökgaskondensorer då kombinationen hög Cl-halt och hög temperatur ger upphov till stresskorrosion.

Vid Cl-halt >7mg/l korroderar:

- AISI304 vid temperaturer >94 °C och
- AISI316 vid temperaturer >108 °C

Saltsyra ska **aldrig** användas vid rengöring av rostfritt stål då denna syra omedelbart förstör det passiviserande membranet på rostfritt stål. Aluminium korroderar vid pH >8,7 och ska därför **aldrig** förekomma i ett värmesystem.

Varning för förekomst av kopparspån i systemet. Spån kan vandra för att lägga sig på ett ställe och bilda en galvanisk cell som sedan ”borrar” sig ut genom stålet.

Mikrobiologisk korrosion via svavelreducerande bakterier, som äter sulfat och blir sulfit, kan förekomma. Dessa bakterier kan tränga in i systemet via jord vid ledningsbyggnationer.

Bakteriernas avföring sänker pH-värdet. Pyranin och fett från överdriven smörjning av PR-kikar kan bli mat åt bakterierna. De överlever temperaturer över 100 °C genom att övergå i sporform.

Bakterierna kan inte filtreras bort förrän de är döda, då de fastnar på magneter och filter. Luktar mycket illa.

Biofilmen innebär en kraftigt försämrad värmeöverföring – uppskattningsvis fyra gånger sämre än efter vanliga kalkavlagringar. Dessutom kan lokala korrosionshärdar bildas i slamfickor vid lågpunkter. En biofilm kan ”bekämpas” med tillfälligt förhöjd pH-halt >10,2 alternativt med en biocid.

10.8.4 Vattenkemi och kemikalier

Kemikalier behöver i huvudsak tillsättas för att:

- justera pH-halten
- reducera löst syre som inte avlägsnats under eller i avsaknad av termisk avgasning
- bekämpa och förebygga bildande av beläggningar av exempelvis resthårdhet
- uppnå buffertverkan.

Dosera i en takt som medger mätning av resultatet och undvik överdosering i en punkt i huvudflödet för att uppnå bra fördelning med bästa förutsättningar för kemikaliens nyttoverkan.

Ha som tumregel att tillsätta så få och så lite kemikalier som möjligt. Använd så enkla produkter som möjligt. Utred före ett eventuellt byte av kemikalier vilka följder bytet kan innebära. Justera gärna spädvattnets pH-halt före spädmatningen för att skona ledningen vid påfyllnadsstället.

Se till att hålla pH-värde 9,8 +/- 0,2 (9,6–10,0)

Vid pH <9,5 raseras det skyddande magnetitskiktet på stålrörens insida.

Vid pH >10,0 lakas zink ut ur mässing och vid ännu högre värden bryts koppar ned.

Kontrollera ammoniakhalten då ammoniak angriper koppar även vid låga syrehalter.

Användning av ej diffusionstäta PEX-rör ökar risken för syrebindning.

Maximalt 90 °C gäller normalt för PEX-rör för att inte kraftigt förkorta dess livslängd. PEX-rör används normalt inte i de svenska fjärvärmesystemen.

Natriumhydroxid (lut) utnyttjas ofta för att bryta ner vattnets hårdhet och höja pH-värdet.

Tannin (garvsyreämnen) förenar sig med järn i olösliga föreningar (passivering) och om vattnet samtidigt är alkaliskt (med högt pH) bryts en del av tanninerna ned och förbrukar då syre (som inhibitor).

10.8.4.1 Avgasning

Undvik öppna expansionskärl för att minska syrebindningen.

En kvävgaskudde är att föredra i stället för en ångkudde för att hantera expansion och tryckhållning. Termisk avgasning sker genom en minskning av vattnets gaslösande förmåga, vilket fås genom värmetillförsel eller trycksänkning. I en tryckavgasare förs spädvattnet i kontakt med ånga vid ett svagt övertryck, vilket innebär att temperaturen är något över 100 °C. Detta utförs vanligen i en kaskadavgasare monterad ovanpå en matarvattentank. Avgasningen sker genom att spädvattnet strilas ned i avgasaren genom en serie perforerade plåtar där det möter uppstigande ånga.

Tryckavgasning kräver tillgång av ånga av lämpligt tryck och i tillräcklig mängd, vilket är naturligt i ångprocesser och vissa typer av hetvattenpannor. Alternativt kan ånga genereras i en separat elångpanna. Ett alternativ till tryckavgasning är vakuumavgasning där vattnet avgasas genom att trycket sänks så att vattnet befinner sig i ett mättat tillstånd redan under 100 °C.

Kemisk avgasning kan åstadkommas med tillsats av syrebindande kemikalier.

10.8.4.2 Avhärdning

Avhärdning bör ske för att mjukgöra vattnet genom att frånskilja hårdhetsbildare i form av kalcium och magnesiumjoner. Detta gäller framförallt i regioner med hårt råvatten.

Vid temperaturer över 50–60 °C orsakar dessa hårdhetsbildare utfällningar, exempelvis $CaCO^3$, som lätt bildar beläggningar på värmeöverföringsytor och försämrar värmetransmissionen.

Avhärdningen sker normalt i en jonbytare, där magnesiumjoner byts ut mot natriumjoner.

I detta steg minskar alltså halten hårdhetsbildare medan den totala mängden salter förblir oförändrad. Natriumsalterna är mera lättlösliga och innebär en betydligt mindre risk för oönskade beläggningar i systemet. I jonbytaren används en jonbytarmassa. Beroende på belastning måste den kontinuerligt regenereras (laddas) genom sköljning med en regenereringsvätska, NaCl, varvid kalcium- och magnesiumjoner som fastnat i massan avlägsnas och ersätts med natriumjoner.

10.8.4.3 Avsaltning

Avsaltat vatten kallas ofta dejonat.

Den vanligaste metoden för avsaltning är omvänd osmos (RO, Reverse Osmosis). Denna metod för avsaltning, avhärdning och borttagande av organisk substans i råvatten är miljövänlig.

Metoden bygger på filtrering på molekylnivå via mycket fina membran som endast släpper igenom vattenmolekylerna men som hindrar jonerna.

Jonbytesfilter är en äldre typ av avsaltningsmetod där man i ett katjonfilter byter ut vattnets positiva joner (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) mot vätejoner och i ett anjonfilter ersätter de negativa jonerna (Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-) med hydroxidjoner.

10.8.4.4 Pyranin

Färgning av fjärrvärmevatten med pyranin (pyrentrisulfonsyra) är en beprövad och effektiv metod som möjliggör läckagesökning. Pyranin ger vattnet en fluorescerande grön färg redan vid låg inblandning.

Doseringsnivån anpassas till systemets utformning och volym. Lägre dosering kan möjliggöras genom att UV-ljus används för att detektera pyranin i fjärrvärmevattnet. Doseringsnivån kan ligga mellan 10 ppm och 50 ppm. Åtgärden möjliggör att skilja fjärrvärmevatten från andra vatten och ger en tydlig indikation om exempelvis fukt i en skarvmuff kommer via mantel eller från medierör.

Pyranin är en livsmedelsklassad produkt som även används i kosmetika och rengöringsprodukter.

Pyranin är godkänt för läckagesökning av Livsmedelsverket. Metoden att använda pyranin vid läckagesökning har använts sedan slutet av 1980-talet och innebär inga kända hälsorisker. I den koncentration som pyraninet finns i fjärrvärmevattnet anses lösningen helt ofarlig. Trots detta krävs tillstånd från kommunens miljökontor för pyranininblandning i fjärrvärmevatten.

Stabilitet och reaktivitet för PyraGreenTM (faktablad år 2010).

Stabilt under normala förhållanden. Termisk sönderdelning från 285 °C.

Toxikologisk information

Akut oral tox:	Ej giftig
Akut dermal tox:	Ej irriterande
Inandning:	Ej irriterande
Stänk i ögon:	Ej irriterande

Ekotoxikologisk information

Nedbrytbarhet: Biologisk eliminerbarhet <10 % (uppskattad).

Ekotoxicitet: Beräknad akvatisk toxicitet för produkten är LC0 48 h:>1 000 mg/l (Leuciscus)
Bakterier i avloppsslam: Ingen hämningseffekt vid 10 000 mg/l (Pseudomonas fluor)
Vattenpåverkan enl. tysk norm: WGK=2.

Bioackumulering: Förväntas ej. Bidrar inte till avloppsvattnets AOX-värde. Innehåller inget frisättbart kväve eller fosfater som kan vara gödande.

Fysikaliska och kemiska egenskaper

pH i koncentrat: 5-6

Observera att det inte finns någon information och litteratur tillgänglig på pyraninets aeroba (syrerik) och anaeroba (syrefri) biologiska nedbrytning. Den anaeroba biologiska nedbrytningen kan resultera i bildandet av CH4 (metan).

Eftersom pyranin är vattenlösligt kommer det inte att brytas ner så lätt. Undvik överdosering eftersom ämnet är ett salt som kan påverka vattenkvaliteten. Det går att vid behov filtrera bort ämnet med hjälp av osmosfilter. Upplysningsvis finns det erfarenheter av att träna upp hundar för att finna fjärrvärmeläckor med pyraninfärgat vatten. Fast i och med att ämnet bryts ner mycket långsamt riskerar hundarna riskerar att även hitta rester av gamla åtgärdade läckor.

10.8.5 Provtagning

10.8.5.1 Provtagningsspecifikation och normala nivåer

Se tabell 10.1.

10.8.5.2 Provtagningsintervall

Kontinuerlig mätning, dokumentation och uppföljning av vattenkvaliteten ska ske för att kunna upprätthålla en systemmiljö som ger förutsättningar för att uppnå en lång systemlivslängd.

	Matarvatten		Cirkulationsvatten	
Rekommendationer	**Avhärdat**	**Avmineraliserat**	**Avhärdat**	**Avmineraliserat**
Utseende	Klart	Klart	Klart	Klart
Lukt	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
Partiklar mg/l	< 5	< 1	< 10	< 1
PH-värde	9,8 +/- 0,2	9,8 +/- 0,2	9,8 +/- 0,2	9,8 +/- 0,2
Konduktivitet µS/cm	som råvattnet	< 10	< 1500	< 25
Hårdhet dH°	< 0,1	< 0,01	< 0,5	< 0,1
Syreinnehåll mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Olje- och fettinnehåll mg/l	Ingen	Ingen	< 1	< 1
Kloridinnehåll Cl- mg/l	<300	< 0,1	<300	< 3
Sulfatinnehåll SO4 mg/l	-	< 0,1	-	< 2
Totalt Järn Fe_{total} mg/l	< 0,05	< 0,005	< 0,1	< 0,05
Totalt Koppar Cu_{total} mg/l	< 0,05	< 0,01	< 0,02	< 0,01
Bakteriell förekomst*	-	-	-	-

* Innebär som regel en avloppslukt ett sjunkande pH-värde och ökad kemikalieförbrukning!

Tabell 10.1. Provtagningsspecifikation och normala nivåer.

Provtagningsintervallen bör ske tätare i samband med ökad spädmatning på grund av läckage alternativt utbyggnads- eller underhållsarbeten.

10.8.6 Vattenförbrukning

Kontinuerlig uppföljning av vattenförbrukningen bör alltid ske i slutna cirkulationssystem. Någon form av larmsystem som varslar vid en ökande förbrukning bör också finnas.

10.8.7 Allmänt

Återströmningsskydd ska enligt Boverkets regler installeras i punkter där risk för att en återströmning till dricksvattennätet kan ske. Se vidare på www.boverket.se

10.9 Materialkunskap

10.9.1 Medierör

Medierör av stål är numera i stålkvaliteten P235GH. Här betecknar P att stålet är avsett för tryckändamål och GH att vissa högtemperaturegenskaper för stålet är specificerade. Sträckgränsen är 235 N/mm^2 vid rumstemperatur. För medierör i dimensioner ≤ DN 50 får stålkvaliteten vara P235TR1 eller P235TR2.

Äldre medierör av stål är vanligtvis i stålkvaliteten St 37.0 enligt den tyska normen DIN 1626 eller stål med den svenska beteckningen SS 1312. Båda stålsorterna är konstruktionsstål men dessa har tillåtits i fjärrvärmerör ≤ DN 600. För ledningar ≥ DN 700 har man normalt använt svetsade rör i tryckkärlsstålet SS 1330-06.

Övergången till stålkvaliteten P235GH antas ha kommit igång allmänt i Europa efter utgivningen av materialnormen EN 13480-2:2002 samt rörnormen EN 253:2003 och i Sverige efter det att Arbetsmiljöverket publicerat föreskriften AFS 2005:2.

Medierör av koppar till ledningar i mindre dimensioner är rör av plastiskt bearbetad, fosfordesoxiderad koppar (CU-DHP). Kopparrören är glödgade (tillstånd R 220) eller hårdbearbetade (tillstånd R 290).

För rör i lågtemperatursystem och sekundärsystem med driftstemperaturer och tryck på högst 85 °C och 6 bar kontinuerligt används ibland flexibla medierör av förnätad polyeten (PEX). Dessa rör måste vara tillverkade med membran som förhindrar diffusion av syre och andra gaser genom rörväggen in till fjärrvärmevattnet.

10.9.2 Isolering

I förisolerade rörsystem med fast förband mellan medierör, värmeisolering och mantelrör består isoleringen av styvt polyuretanskum (PUR). Detta material har en mycket stor andel slutna celler, vilket ger god värmeisolering och försvårar spridningen av fukt i händelse av utifrån kommande läckage. PUR-isoleringen bryts dock ned av hett vatten vid läckage på medieröret.

På liknande sätt har isolering av polyuretanskum använts i äldre hålrörskulvertar med små spalter mellan medierören och isoleringen. PUR-isolering används ibland även i gjutna rörskålar till fjärrvärmeledningar i tunnlar och i gjutna isolerlådor till PEX-rör i lågtemperatursystem.

Mineralullsisolering i form av mattor (i mindre dimensioner rörskålar) används till fjärrvärmeledningar inomhus, i tunnlar, i betongkulvertar och i asbestcementrörskulvertar. Mineralull används också som isolering i flexibla ledningar av typen Aquawarm.

Tidigare har glasull använts som isolering vid tillverkning av Aquawarm-ledningar. Bindemedlet i glasullsisoleringen till denna sorts ledningar tillverkade under åren 1972–1992 innehöll ett urinämne som bildar ammoniak när vätska tillsätts. Ammoniak är frätande på metaller och kan skapa häftig korrosion. För Aquawarm-kulvert med denna typ av isolering behöver inga åtgärder vidtas av denna anledning förrän läckage uppstår på yttermanteln. Då behöver felet å andra sidan åtgärdas snabbt för att den bildade ammoniaken inte ska förorsaka korrosion och läckage på medieröret. Numera används ett hartsbaserat bindemedel som inte har dessa egenskaper.

Glasull har även använts i form av mattor vid isolering av äldre fjärrvärmeledningar i vissa tunnlar. Observera att särskilda skyddsåtgärder måste vidtas i arbeten med glasullsisolering.

Cellbetong som isolering förekommer i betong- och asbestcementrörskulvertar där utrymmet runt medierören fyllts med cellbetong – utom i små kanaler för ventilation och dränering. Cellbetongen är en blandning av vatten, cement och specialbehandlade cellplastkulor som ger ett homogent material med goda isoleringsegenskaper.

10.9.3 Yttermantel

I förisolerade rörsystem med fast förband mellan medierör, värmeisolering och yttermantel är man-

telröret ett rör av polyeten (PE) med medel- eller hög densitet och klassat som minst PE 80. PE-rör är relativt mjuka och kan repas vid ovarsam behandling. Ämnet carbon black i PE-materialet används för UV-stabilisering.

Ledningar av typen Aquawarm har korrugerade mantelrör för att underlätta bockning och för att ge systemet dess flexibilitet. De korrugerade rören är av polyeten med hög densitet (PEH). Fram till början av 1980-talet hade Aquawarm betongfyllda T-stycken som utgjorde fixpunkter i rörsystemet.

Glasfiberarmerad plast (GAP) är ett material som fram till i slutet av 1970-talet har använts i yttermantlar till Lubo hålrörssystem i dimensionerna DN 200–DN 600.

Cellbetong- och mineralullsisolerade betongkulvertar har förtillverkade botten- och lockelement i olika utföranden som ”yttermantel” av betong.

Cellbetong- och mineralullsisolerade asbestcementrörskulvertar har yttermantlar av eternitrör. Eternit är en av de vanligaste produkterna som innehåller asbest. Eternit går även under namnet asbestcement (ACE) och består av krossad asbest som blandats med cement. Materialet är i regel ofarligt så länge det ligger orört. Om man däremot börjar bearbeta materialet på något sätt bildas ett asbestdamm med små nålar som vid inandning kan orsaka skador i lungorna och leda till cancer. Särskilda skyddsåtgärder måste vidtas i arbeten med asbestcement. För att få arbeta med asbest behövs även tillstånd från Arbetsmiljöverket enligt AFS 2006:1 Asbest.

10.9.4 Betong och armering

Detta avsnitt handlar allmänt om betongfundament och dess skador över tid som förorsakas av luftens koldioxid (karbonatisering) och surt grundvatten (klorider från vägsalt).

Inom fjärrvärmedistribution har branschen fram till slutet av 1970-talet använt betongkulvertkonstruktioner för att skydda distributionsrören och för att i betongkonstruktionen ta upp de stora ändfixkrafter som uppstår (kompensatorkrafter).

Dessa så kallade betongkulvertar avser alltid stora ledningar (300–1 000 millimeter). Ändfixkrafterna uppgår motsvarande till cirka 40–130 ton. Vid haveri av en ändfix kommer denna ändfixkraft att förflytta sig till närmaste mellanfix som är dimensionerad för en maximal kraft av cirka 15 % av ändfixkraften. Följden blir alltså att mellanfixen havererar. I värsta fall blir resultatet ett fortskridande haveri fram till närmaste ändfix – som förhoppningsvis håller. Fokus på våra ändfixars status (bärförmåga) rekommenderas.

Många armerade betongkonstruktioner har uppnått sin tekniska livslängd. I vår omvärld pågår en omfattande förnyelse av allt från balkonger till broar.

Armeringsstålet är i betongkonstruktioner skyddade av ett täckande betongskikt som är mycket alkaliskt. Detta innebär att korrosionsprocessen inte kan starta initialt.

Under initieringsperioden sker ingen korrosion men det pågår förändringar i täckskiktet på grund av luftens koldioxid (karbonatisering eller surt grundvatten). Korrosionen kan starta när karbonatiseringen av täckskiktet nått armeringen eller när kloridkoncentrationen nått ett kritiskt värde, kloridtröskelvärdet.

Korrosionsperioden (även kallad propageringsperioden) är i vårt klimat kort, cirka 5–20 år. Under denna period rostar armeringsjärnen som sväller och spjälkar bort täckskiktet. Betongens bärförmåga minskar snabbt under denna period. Den armerade betongen går mot sin ättestupa.

Betongkonstruktioner från 1960- och 1970-talen utfördes med täckskikt om 20–30 millimeter som i de flesta fall inneburit att korrosionsperioden startar efter 20–30 år. För många kraftbärande konstruktioner blir den tekniska livs¬längden mindre än 40–50 år. Den förväntade livslängden på den tiden, utifrån dåtida kunskapsläge, var cirka 100 år.

Betongfundament som förnyats från år 2008 i Fortum Värmes tunnlar har utförts med täckskikt 55 millimeter, ny betong och så vidare. Med hänsyn till de höga kloridhalterna i grundvattnet har offeranoder installerats för att skydda armering och anslutande smide. Förväntad teknisk livslängd är minst 50 år. Konceptet för förnyelsen har tagits fram av CBI Betonginstitutet.

10.9.5 Tätningar, genomföringar

I detta avsnitt ges ett par exempel på murgenomföringar; väggenomföring och ingjutningsring.

10.9.5.1 Väggenomföring

En väggenomföring används som tätning mellan mantelrör och betongvägg där den axiella rörelsen

är stor och där det finns risk för att grundvattentrycket är högt. Tätningen brukar vara justerbar efter ingjutningen. De tätande ringarna är normalt tillverkade av styrengummi (SBR, Styrene Butadiene Rubber).

Styrengummi är ett syntetgummi av styren och butadien med i stort sett liknande egenskaper som naturgummi. Styrengummi har dock bättre värmebeständighet än naturgummi medan köldbeständighet och hållfasthet är sämre.

Vid användning av väggenomföringar där rörens axiella rörelser inte är försumbara är det viktigt att smörja mantelrören i tätningsringarnas anliggningsytor.

10.9.5.2 Ingjutningsring

En ingjutningsring används speciellt för vattentätning vid ingjutning av rör i betongväggar och golv. Den monteras direkt på mantelröret för att gjutas in tillsammans med detta. Ringen ger en effektiv tätning mellan fjärrvärmerör och betongvägg men kan bara användas som tätning där den axiella rörelsen är liten. Ingjutningsringen tillverkas normalt i syntetiskt gummi i en SBR/EPDM-blandning.

EPDM (Ethylene Propylene Diene Methylene) är ett syntetiskt gummi tillverkat av biprodukter från etylen och propen i raffinaderier. Syntetgummit har god elasticitet, hög draghållfasthet i ett brett temperaturspann och dessutom god motståndskraft mot åldrande.

10.10 Litteratur

- *AFS 2006:1 Asbest* (föreskrift, Arbetsmiljöverket, 2014).
- Kristin Barkman & Jessica Jeppesen: *Vattenförluster i fjärrvärmesystem – övervakning och analys* (examensarbete, LTH Institutionen för energivetenskaper, 2006).
- *Kvantifiering av värmeläckage* (rapport 2012:17, Fjärrsyn, 2012).
- *Skarvteknik: Anvisningar för montage av skarvar, isolering samt övervakningssystem i fjärrvärme- och fjärrkylerör* (Svensk Fjärrvärme, 2013).
- *Fjärrvärmecentralen: Utförande och installation (teknisk bestämmelse F:101*, Se Svensk Fjärrvärme, 2014).

11. STATISTIK OCH NYCKELTAL

11.1 Inledning

Med statistik kan fjärrvärmeverksamheten i ett energiföretag beskrivas på ett sätt som gör det jämförbart med andra energiföretag. Statistik är även viktigt för den egna verksamheten. Energivolymer, antal kunder och ledningslängd är exempel på uppgifter som årligen samlas in av Svensk Fjärrvärme för publicering på webben.

Statistik handlar om att samla in uppgifter, utvärdera och analysera dem samt slutligen presentera dem.

Statistikuppgifterna från Svensk Fjärrvärme används som underlag för såväl utredningar som forskning och är därför viktiga för bland annat utveckling av lagar och standarder.

De uppgifter om verksamheten som energiföretagen har ska ofta rapporteras till externa parter, som Energimarknadsinspektionen (EI) och Statistiska Centralbyrån (SCB). Siffrorna som energiföretagen rapporterar till Svensk Fjärrvärme sparas i en databas. Från den databasen kan anpassade rapporter tas ut, vilket underlättar inrapportering till externa parter (se Illustration 11.1).

11.2 Skadestatistik

Med kontinuerlig rapportering av skador byggs statistik upp som ger möjlighet till analys och förbättringar genom ändrade arbetssätt. Materialet ligger också till grund för produktutveckling och förbättringar i standarder för ledningar och komponenter.

Skadestatstik är intressant ur flera aspekter. Den visar skadeläget i branschen och kan bland annat

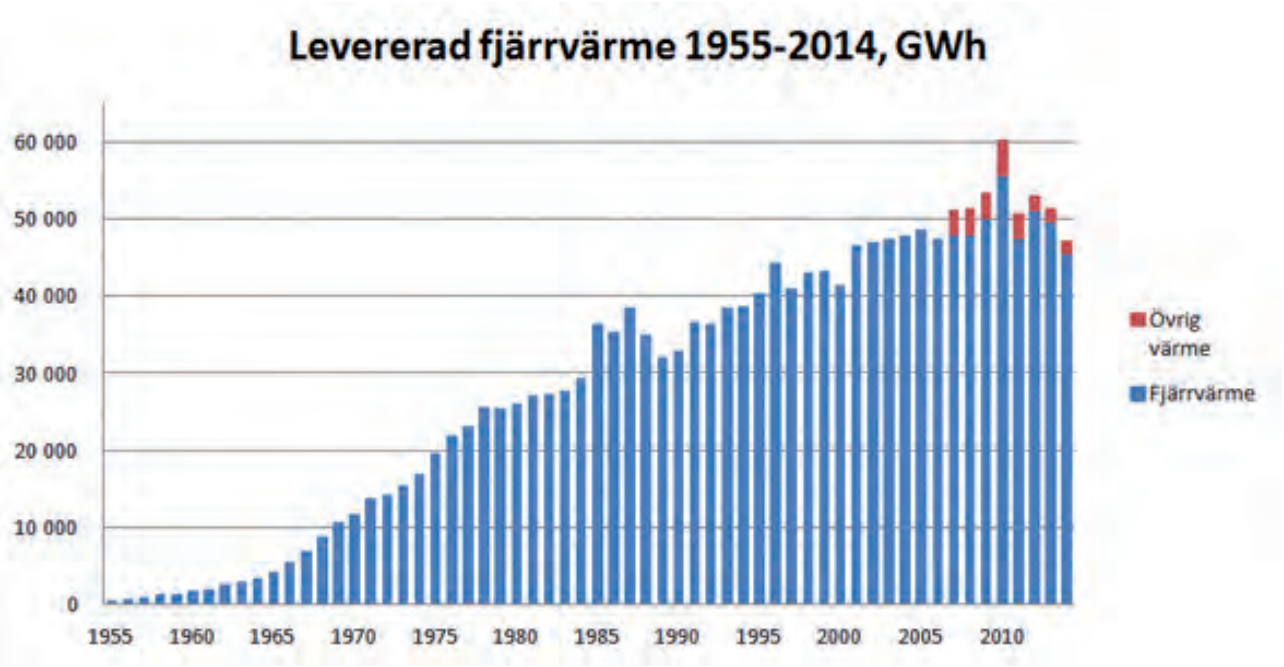


Illustration 11.1. Fjärrvärmeleveranser från år 1955 fram till och med år 2014. Källa: Svensk Fjärrvärme.

tala om vilka de vanligaste skadorna är – och hur de artar sig. Ett syfte med statistiken är även att energiföretagen ska få en bild av vad de kan förvänta sig i framtiden i form av troliga ledningsskador. ”I vilket skick är vårt nät?” är en fråga som varje nätägare bör ställa sig (se Illustration 11.2).

Nätlängden har mer än fördubblats sedan mitten av 1990-talet. Merparten av denna byggnation är med samma typ av ledningar som används idag. Ledningstypen som nu används hör oftast till fasta system, det vill säga förisolerade stålrör med yttermantel av polyeten. Naturligtvis finns det även andra ledningstyper.

Nät med en viss ledningstyp och som har uppnått en viss ålder har en ökad skaderisk. Det finns en klar koppling mellan ålder och ledningstyp, men den korrelerar inte alltid. Ibland kan en enligt statistiken skadebenägen ledningstyp klara sig från skador eftersom omgivningens förhållanden är gynnsamma. Exempel på det kan vara att dräneringen runt ytterhöljet är bra samtidigt som det inte är någon större påverkan från trafiklast eller annat.

Troligt är att ledningsskadorna kommer att öka i framtiden. Det är tyvärr naturligt att så sker, då näten blir äldre, men även att näten har blivit längre i Sverige.

Med kunskap om vilka ledningstyper som är skadebenägna är det möjligt att lägga upp en strategi för att hantera dessa ledningar. Hur det går till beskrivs mer ingående i avsnitt 3.8.2 (Riskklassning av distributionssystem för fjärrvärme) samt i kapitlen 7 och 8 som ägas åt förebyggande respektive avhjälpande underhåll. Självklart gäller det också att även underhålla ledningar som har en låg skadeprofil.

Svensk Fjärrvärme har, jämsides med den vanliga branschstatistiken, samlat in uppgifter om ledningsskador. Det finns uppgifter från början av 1980-talet och framåt, men kring år 2003-2004 upphörde insamlingen av ledningsskador av olika skäl. Uppgifter om ledningsskador efter denna tidpunkt har Svensk Fjärrvärme inte samlat in, däremot har energiföretagen till stor del dokumenterat detta själva i sina respektive GIS/NIS- och dokumentationssystem.

Under 2015 tar Svensk Fjärrvärme ett inrapporteringssystem för lednings- och ventilskador i drift. De uppgifter om skador som rapporteras blir

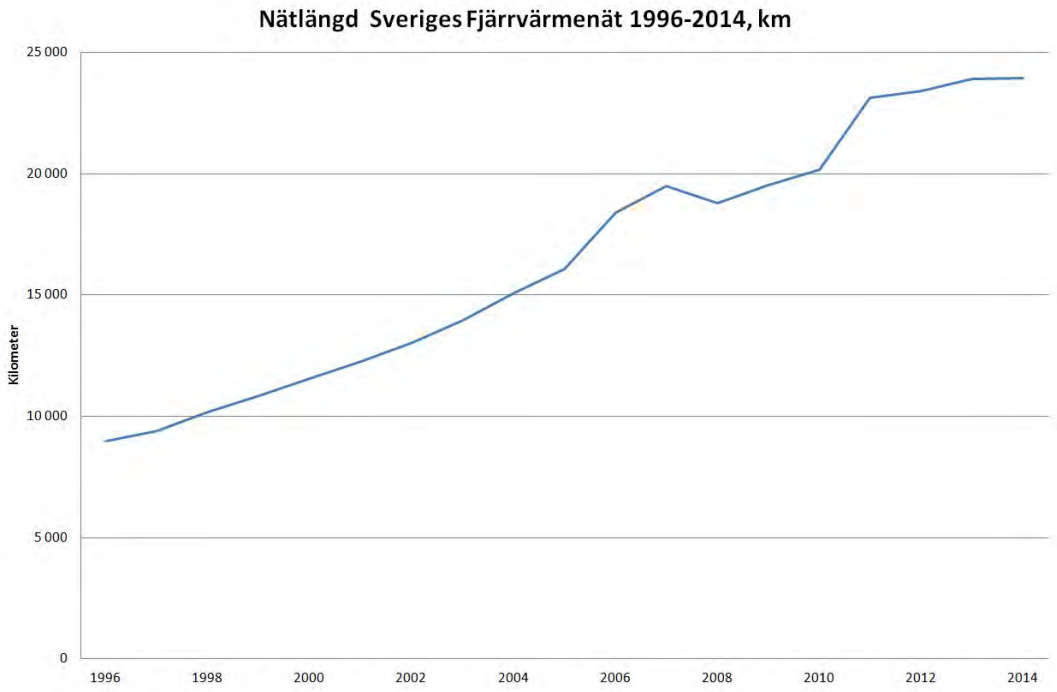


Illustration 11.2: Fjärrvärmenätens nätlängd från år 1996 och till år 2014. Källa: Svensk Fjärrvärme.

starten på en ny databas. Det kommer dessutom att vara möjligt att i efterhand komplettera med äldre skadeuppgifter.

Se tabell 11.1 för exempel på uppgifter på skadestatistik.

11.2.1 Avbrottsstatistik

Från Energimarknadsinspektionens webbplats kan olika statistikuppgifter laddas ner, bland annat uppgifter om aviserade respektive oaviserade avbrott. Under 2013 rapporterades exempelvis 4 122 aviserade avbrott respektive 657 oaviserade avbrott i 504 olika fjärrvärmenät runt om i Sverige.

Orsaken till avbrotten kan man spekulera i. Aviserade avbrott beror oftast på ett ingrepp i fjärrvärmesystemet, det kan röra sig om reparation av ett fjärrvärmeläckage eller inkoppling av en ny ledning.

De oaviserade avbrotten är till största del orsakade av fjärrvärmeläckage, där man tvingats att akut stänga av en ledning. Orsaken kan även vara driftstörning i en produktionsanläggning. Oaviserade avbrott sker även vid utökad avstängning på grund av otäta avstängningsventiler.

Någonting att fundera på är hur avbrottsbegreppet definieras. Är det när differenstrycket i fjärrvärmecentralen är under en viss nivå? Eller är det när slutanvändaren står och fryser i duschen (och ringer och klagar)?

Energimarknadsinspektionens definition av ett avbrott:

”Med avbrott avses avbrott som påverkar distributionen oavsett om kunden påverkats av avbrottet eller inte. Det har inte heller någon betydelse om endast en eller ett stort antal kunder drabbas av avbrott sker”.

Det betyder att energiföretagen själva behöver skapa egna riktlinjer för att kunna definiera ett avbrott.

11.3 Nyckeltal

De nyckeltal som finns i energiföretagens årsredovisningar är oftast ”ekonomiska” som energivolymer, antal anställda och så vidare. Det finns även ett antal nyckeltal som är intressanta ur distributionssynpunkt. Med rätt innehåll och hantering är tekniska nyckeltal facit på den egna verksamhetens effektivitet jämfört med tidigare år (trendtal) och jämfört med andra företag som arbetar under liknande betingelser (relationstal). Genom att ta fram och arbeta med nyckeltal i den egna verksamheten kan effektivitet och lönsamhet öka.

Inträffade skador vid energiföretag - Översikt
Skadeår: 1997

Kulverttyp	Längd (km)	Antal inträffade skador	Skador / kulvertlängd (st/km)	Skador med korrosion (st)	(%)	Skadans omfattning Medierör m	(%)	Isolering m	(%)	Förnyad kulvertlängd (utöver skada) m	(%)
Plaströrskulvert fast	5 925	496	0,08	143	29%	368,0	0,01	1 013,4	0,02%	1 141,9	0,02%
Plaströrskulvert flexibel	1 102	3	0,00	1	33%				%	97,0	0,01%
Betongkulvert	764	59	0,08	39	66%	302,0	0,04	411,4	0,05%	1 446,0	0,19%
ACE-kulvert	1 036	84	0,08	52	62%			4,0	0,00%	604,0	0,06%
Stålrörskulvert	177	17	0,10	7	41%				%	290,0	0,16%
Kammare eller brunn	0	24	0,00	6	0%		0,00		0,00%	0,0	0,00%
Övriga kulverttyper	991	2	0,00	2	100%				%	0,0	0,00%
Hålrörskonstruktion	120	1	0,01	0	0%				%	0,0	0,00%
Totalt ledningsnät	10 126	686	0,07	250	36%	670,0	0,01	1 428,8	0,01%	3 570,9	0,04%

Tabell 11.1. Översikt över skador som inträffat år 1997. Källa: Svensk Fjärrvärme.

11.3.1 Att arbeta med nyckeltal

Nyckeltalen behöver vara enkla och lätta att förstå sig på. De ska också vara möjliga att förbättra.

Exempel på ett nyckeltal är linjetäthet, vilket är definieras som levererad värme/fjärrvärmenätets längd. Nyckeltalet bör vara så högt som möjligt. Linjetätheten är ett mått på hur effektivt nätet utnyttjas. Genom att ansluta en ny kund till befintligt nät förbättras detta nyckeltal. Vid exempelvis en småhusanslutning, där det handlar om små energimängder, är det dock inte säkert att nyckeltalet förbättras. Byggs däremot en ringmatning kan linjetätheten försämras medan leveranssäkerheten ökar.

Samtidigt som ett nyckeltal förbättras kan ett annat försämras. Sammantaget ska man sträva efter att arbeta med rätt nyckeltal. Vilka tal som är de rätta varierar mellan olika företag, även om det finns en del gemensamma nyckeltal.

Den som aktivt väljer att arbeta med nyckeltal bör rikta in sig på att förändra det eller de nyckeltal som ger tillbaka mest av investeringen. Nyckeltalen ska samstämma med och leda mot energiföretagets mål.

Låt dig inte nedslås av att det kan ta ett tag innan resultaten visar sig.

11.3.2 Distributionsnyckeltal

Utöver nämnda linjetäthet finns det en del andra klassiska distributionsnyckeltal där medelavkylning och vattenförlust är särskilt användbara.

Medelavkylning definieras som **framledningstemperatur – returledningstemperatur**. Ju högre detta nyckeltal är, desto bättre. Returledningstemperaturen ska, av flera olika skäl, vara så låg som möjligt. Till exempel fungerar rökgaskondensering i produktionsanläggningen effektivare om fjärrvärmens returledningstemperatur är låg.

Vattenförluster definieras som **påfyllt vatten exklusive inkopplingar/nätets totala vattenvolym exklusive ackumulatorer.**

Nyckeltalet bör vara så neutralt som möjligt. Spädmatning av nätet ger talet ett positivt värde. Vid ett negativt värde finns ett inläckage av vatten, något som kan ha förödande effekt på nätet.

Det finns fler nyckeltal som är intressanta och då inte bara ur distributionssynpunkt, utan för hela verksamheten i ett fjärrvärmeföretag. Svensk Fjärrvärme har för avsikt att ta fram en handbok med tips och råd kring hur du kan arbeta med nyckeltal i din verksamhet.

11.3.3 Underhållsnyckeltal

Underhåll kan styras med hjälp av nyckeltal. Det finns standardiserade nyckeltal som kan användas. **MTTF, medeltid mellan fel,** kan dock vara svår att applicera på ett rör.

Till de nyckeltal som används inom underhåll av fjärrvärme hör bland annat:

DoU-kostnader/såld värme (öre/kWh) är ett nyckeltal där DoU-kostnader innehåller kostnader för automatisk eller manuell övervakning och nätservice. Dessutom ingår utgifter för egen DoU-personal, från chef till medarbetare, samt köpta tjänster. Material, maskinpark, fordon, verktyg, skyddsutrustning, arbetskläder och lokaler för DoU-ändamål ingår också.

Ett lågt relativt nyckeltal, som detta är, kännetecknar en frisk verksamhet. Det behövs dock fler nyckeltal för att kartlägga en verksamhet. Ett högt nyckeltal är ofta ett tecken på stora skadeproblem, men det kan även bero på en medveten satsning på avhjälpande underhåll och förnyelse för att undvika problem.

Det går att argumentera för höga nyckeltal under några år.

DoU-kostnader/nätvolym (kronor/m^3) är ett nyckeltal som inte ensamt säger någonting om långsiktigheten. Ett lågt tal kan kortsiktigt ange ett litet förnyelsebehov. För att talet ska vara värt någonting behöver trendkurvor för skadefrekvens ingå i analysen, liksom trenden för vattenförluster.

Även detta är ett relativt nyckeltal som ligger rätt om det är lågt jämfört med andra, liknande fjärrvärmenät. Det gäller dock också att trendkurvorna för skadefrekvens pekar nedåt samtidigt som vattenförlusterna inte tenderar att öka markant eller att värmeförlusterna inte är extremt höga.

Detta nyckeltal kan med fördel användas som trendtal och målsättning för egen DoU-verksamhet. Som relationstal kan det ge en uppfattning på om företagets DoU-kostnader är rimliga.

12. BEGREPPSFÖRKLARINGAR

I Svensk Fjärrvärmes publikationer används begrepp med betydelse enligt nedan.

Akut underhåll
Underhåll som genomförs omedelbart efter det att funktionsfel upptäckts för att undvika oacceptabla konsekvenser.

Avhjälpande underhåll
Underhåll som genomförs efter det att ett funktionsfel upptäckts och med avsikten att få enheten i sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion.

Avtappningsledning
Kan även kallas samlingslåda.

Avtappning-/avluftningsventil
Kan även kallas rotventil, 1:a ventil.

Betäckning
Anordning för att skydda och ge åtkomst till ventilanordning eller fjärrvärmekammare Betäckning placeras vanligtvis i gata.
Kan även kallas även däxel.

Driftsäkerhet
Med driftsäkerhet hos en enhet menas dess förmåga att fungera på avsett sätt med ett minimum av störningar. I begreppet ingår också enhetens förmåga att göra störningar och driftstopp, som trots allt förekommer, så korta som möjligt.

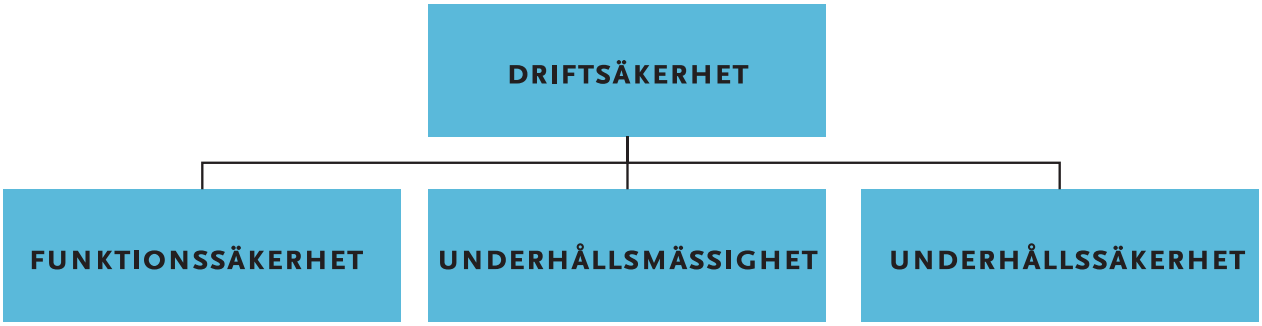
Enligt SS-EN 13306:2001 har driftsäkerhet följande definition: Förmågan hos en enhet att kunna utföra krävd funktion under angivna betingelser vid ett givet tillfälle eller under ett angivet tidsintervall, förutsatt att erforderliga stödfunktioner finns tillgängliga.

Driftsäkerheten är beroende av de kombinerade egenskaperna funktionssäkerhet, underhållssäkerhet och underhållsmässighet.
Erforderliga stödfunktioner, andra än underhållsresurser, påverkar inte enhetens tillgänglighet.

Enhet
Varje detalj, komponent, utrustning, delsystem, funktionell del, anläggning eller system som kan beaktas för sig. En enhet kan bestå av lika eller olika underenheter eller utgöra del av en större enhet.

Fjärrstyrt underhåll
Underhåll som genomförs utan att personal är fysiskt närvarande vid enheten.

Funktionskontroll
Åtgärd som efter underhållsingrepp genomförs för att verifiera enhetens förmåga att utföra krävd funktion.



Funktionssäkerhet
Funktionssäkerhet är ett mått på en enhets förmåga att fungera utan störningar. Måttet beror både på enhetens konstruktiva funktionssäkerhet (är enheten konstruerad för att undvika störningar) samt de eventuella förebyggande underhållsåtgärder som enheten utsätts för.

Enligt SS-EN 13306:2001 har funktionssäkerhet följande definition: Förmåga hos en enhet att utföra krävd funktion under givna förhållanden under ett angivet tidsintervall.

Förbättring
Kombination av alla tekniska, administrativa och ledningsmässiga åtgärder avsedda att förbättra en enhets tillförlitlighet utan att ändra dess krävda funktion.

Förebyggande underhåll
Underhåll som genomförs vid förutbestämt intervall eller enligt förutbestämda kriterier och i avsikt att minska sannolikheten för fel eller degradering av en enhets funktion.

Förutbestämt underhåll
Förebyggande underhåll som genomförs i enlighet med bestämda intervaller eller efter en bestämd användning, men utan att föregås av tillståndskontroll.

Förutsägbart underhåll
Tillståndsbaserad underhållsåtgärd som genomförs som följd av en förutsägelse om en enhets försämrade funktion baserad på analys och utvärdering av viktiga egenskaper.

Inspektion
Kontroll av överensstämmelse genom mätning, observation, test eller bedömning av enhetens karakteristika.

Modifiering
Kombination av alla tekniska, administrativa och ledningens åtgärder, avsedda att ändra en enhets funktion. Modifiering innebär inte utbyte mot en likvärdig enhet.

Reinvestering, utbytesinvestering, förnyelseinvestering
Olika benämningar på liknande åtgärder – som även används på olika sätt bland fjärrvärmeföretagen.

Renovering
Åtgärder som genomförs på en nedmonterad enhet för att reparera eller ersätta de underenheter som närmar sig slutet av sin livslängd och/eller rutinmässigt ska bytas ut.

Reparation
Fysisk aktivitet för att återställa en enhet med funktionsfel till ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion.

Rutinmässigt underhåll
Regelbunden eller återkommande grundläggande underhållsverksamhet vilken vanligtvis inte kräver vare sig specialkompetens, behörighet eller specialverktyg.

Samlingsventil, tredjeventil
Gemensam ventil på en gemensam ledning där fram- och returledning anslutits, ofta på en avtappningsledning

Schemalagt underhåll
Förebyggande underhåll som genomförs i enlighet med en upprättad tidplan eller efter en bestämd period. Arbetstypen ska användas när utbyte av anläggningsdelar eller komponenter sker baserat på kalendertid, drifttid eller användningsfrekvens samt vid rengöring och smörjning.

Tillfällig reparation
Fysisk aktivitet för att en enhet tillfälligt ska kunna utföra krävd funktion under en begränsad tid, fram till dess att reparation kan genomföras.

Tillståndsbaserat underhåll
Förebyggande underhåll som består av kontroll och övervakning av en enhets tillstånd avseende dess funktion och egenskaper samt därav föranledda åtgärder.

Tillståndskontroll ska användas vid alla typer av förebyggande underhåll där kontroll sker av till-

ståndet på anläggningen eller utrustningen genom funktionskontroller, mätningar eller med hjälp av våra sinnen. Tillståndskontroll innebär att det förebyggande underhållsarbetet inriktas på att finna symptom innan de utvecklas till driftstörningar eller haveri.

Underhåll
Kombination av alla tekniska, administrativa och ledningsmässiga åtgärder under en enhets livstid som är avsedda att vidmakthålla den i, eller återställa den till, ett sådant skick att den kan utföra krävd funktion. Se också definitionerna av **förbättring** och **modifiering**.

Underhållsmässighet
Måttet på hur lätt och snabbt det går att avhjälpa en eventuell störning eller ett fel kallas för underhållsmässighet. Enligt SS-EN 13306:2001 har underhållsmässighet följande definition:

Förmågan hos en enhet, som används enligt givna betingelser, att vidmakthållas i, eller återställas till ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion, när underhållet utförs under angivna betingelser och under användning av fastställda förfaringssätt och resurser.

Underhållsplan
Strukturerad gruppering av uppgifter som inkluderar aktiviteter, förfaringssätt, resurser och tidsomfattning som erfordras för att utföra underhåll.

Underhållsstrategi
Av ledningen angiven inriktning för att nå underhållsverksamhetens mål. Underhållsstrategin ska definieras med utgångspunkt från tre kriterier:

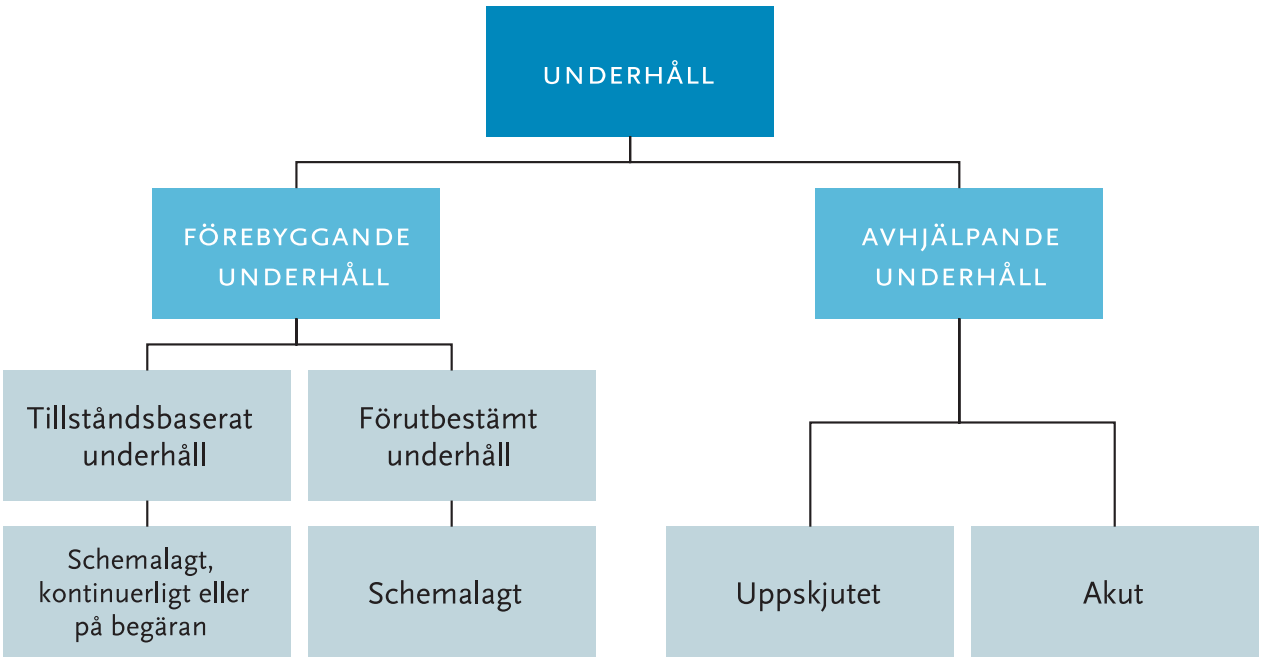
Att säkerställa en enhets tillgänglighet för krävd funktion, i regel till en optimerad kostnad.

Att beakta till enheten relaterade säkerhetskrav för såväl underhålls- som produktionspersonal och när så erfordras även påverkan på miljön.

Att upprätthålla enhetens varaktighet och/eller kvaliteten på produkten eller tillhandahållen service med erforderligt beaktande av kostnaderna.

Underhållssäkerhet
Driftsäkerheten påverkas även av hur underhållsorganisationen är uppbyggd, vilken kompetens den besitter, hur stor den är och så vidare, vilket kallas för underhållssäkerhet.

UNDERHÅLL – ÖVERBLICK



Enligt SS-EN 13306:2001 har underhållssäkerhet följande definition:

Förmågan hos underhållsorganisationen att tillhandahålla de rätta underhållsresurserna på

erforderlig plats, för att utföra krävda underhållsåtgärder på en enhet, vid en angiven tidpunkt eller under ett angivet tidsintervall.

Uppskjutet underhåll

Avhjälpande underhåll som inte genomförs omedelbart efter det att ett funktionsfel upptäckts utan senareläggs i enlighet med givna underhållsdirektiv.

Verifikationskontroll

Kontroll för att fastställa en enhets egenskaper och om dessa överensstämmer eller ej med fastställda krav.

Översyn

Genomgripande undersökningar och åtgärder för att bibehålla krävd nivå på driftsäkerhet och säkerhet för enheten.

Övervakning

Verksamhet som genomförs antingen manuellt eller automatiskt med avsikt att observera en enhets aktuella tillstånd.

Underhållshandboken för fjärrvärmedistribution är handboken för dig som arbetar med drift och underhåll av fjärrvärmeledningar, från planering till utförande. Den bygger på erfarenheter från bransch och fjärrvärmeföretag och ger stöd i underhållsarbetet – som uppslagsbok eller idébok - och innehållet kan tillämpas direkt. Förutom tips och råd om hur drift och underhåll kan bedrivas finns det även mer teoretiska delar.

I Underhållshandboken finns erfarenheter om underhåll från tidigare arbeten samlade, till stöd för fjärrvärmeföretagens underhållsorganisationer. Den ger en överblick av underhållsområdet och presenterar goda exempel på arbetssätt, metoder och erfarenheter från branschen. Förhoppningen är att handboken ska öka kompetensen inom underhåll av ledningar för fjärrvärmedistribution. Därigenom ökar säkerheten inom arbetsmiljö, miljö och vid leveranser av fjärrvärme.

Svensk Fjärrvärme

Svensk Fjärrvärme • 101 53 Stockholm • Telefon 08-677 25 50 • Fax 08-677 25 55
Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr. • E-post kontakt@svenskfjarrvarme.se • www.svenskfjarrvarme.se