

KRAVSPECIFIKATION

FJERNVARME

RØR- OG SMEDEARBEJDE

Rev.	Revisionsdato	Emne (ændring)
0	11.01.2018	Første udgivelse
1	01.06.2018	Indsat i korrekt template. Generelle tekstmæssige korrektioner
2	25.02.2019	Rettelser i afsnit 2.4.1; 2.4.5; 2.9.4; 2.9.5; 2.12; 3.3.2; 3.8.4; 4.1.3 og 4.1.4
3	07.03.2019	Ændringer i 3.3.3. Anboring
4	10.03.2020	Rettelser i afsnit 2.4.3; 2.4.4; 2.6; 2.7; 2.9.2; 2.11; 2.13.3; 3.2.3; 3.3.3; 3.7.2; 3.8.1 og 4.1.3

KRAVSPECIFIKATION

1	Indhold og anvendelse	5
1.1	Begreber og definitioner	5
2	Projektering.....	7
2.1	Dimensioneringsforudsætninger	8
2.1.1	Tryk og temperatur	8
2.2	Fastlæggelse af ledningsdimensioner.....	8
2.2.1	Tracering og planlægning	8
2.3	Opmåling	8
2.4	Generelle overvejelser i forbindelse med projektering.....	8
2.4.1	Driftsforhold	9
2.4.2	Myndigheder.....	9
2.4.3	Andre ledningsejere.....	9
2.4.4	Miljø- og arbejdsmiljøforhold.....	9
2.4.5	Andre tekniske forhold	10
2.5	Rørtyper.....	11
2.6	Indhold af projekttegning.....	11
2.7	Principper for overgange imellem rørsystemer.....	12
2.8	Afspærringsprincipper.....	12
2.8.1	Afspærringer for stik og afgangene.....	13
2.8.2	Afspærringer for hovedledninger.....	13
2.9	Ventiltyper.....	14
2.9.1	Afspærringsventiler.....	14
2.9.2	Engangshaner	14
2.9.3	Kundehaner	15
2.9.4	Aftapningsventiler	15
2.9.5	Udluftningsventiler	16
2.9.6	Ventilbrønde	16
2.10	Trækrør.....	16
2.11	Betonkanaler	17
2.12	Kælderledninger	17
2.13	Ekspansionsoptagelser for fritliggende rør	17
2.13.1	Placering af fastspændinger og sidestyr	17
2.13.2	Bæringer.....	18
2.13.3	Ekspansion	19
3	Udførelse	23
3.1	Materiale- og komponentkrav.....	23

KRAVSPECIFIKATION

3.2	Præisolerede stålrør	23
3.2.1	Forspændingselementer	23
3.2.2	Dobbeltrør.....	23
3.2.3	Alarmsystem.....	23
3.2.4	Skumpuder	24
3.3	Samling af stålrør og komponenter	24
3.3.1	Svejsespecifikationer (WPS).....	24
3.3.2	Svejsning	24
3.3.3	Anboring	27
3.3.4	Flangesamlinger	28
3.4	Præisolerede kobberrør.....	29
3.4.1	Præisolerede kobberrør, Sinuskurveforlagte.....	29
3.4.2	Præisolerede kobberrør, polyurethanskumisolering	29
3.4.3	Skyderør og kappefastspænding	29
3.5	Lodning af kobberrør og komponenter	29
3.5.1	Lodning.....	30
3.6	Betonkanaler	30
3.6.1	Bæring, fastspændinger og sidestyr for betonkanaler	31
3.6.2	Forspænding ved afgrening af rør i betonkanaler.....	31
3.7	Kælderledninger	31
3.7.1	Bæring, fastspændinger og sidestyr i kamre/kældre	31
3.7.2	Forspænding af kælderledninger	32
3.8	Ventiler	33
3.8.1	Engangshaner	33
3.8.2	Kundehaner	33
3.8.3	Ventilbrønde	33
3.8.4	Aftapnings- og udluftningsventiler	34
3.9	Overgang mellem rørtyper	34
3.10	Murgennemføring	34
3.11	Stikindføring.....	34
3.12	Indskæring.....	35
3.13	Overfladebehandling.....	35
3.14	Omløb.....	35
4	Kontrol og dokumentation	35
4.1	Kontrol.....	35
4.1.1	Svejskontrol	36
4.1.2	Kontrol af lodninger.....	36

KRAVSPECIFIKATION

4.1.3	Trykprøve	36
4.1.4	Tæthedsprøve	37
4.2	Kvalitetssikring	38
4.3	Indmåling	38
4.4	Mærkning	38
4.4.1	Svejsninger	38
4.4.2	Rørender	38
4.4.3	Kundehaner	38
5	Bilagsgliste	39
6	Normer og standarder	40
7	Andre henvisninger	42
7.1	Links	42
7.2	Regler	42
7.3	Kravspecifikationer	42

KRAVSPECIFIKATION

1 Indhold og anvendelse

Denne kravspecifikation er udarbejdet som et fælles grundlag for HOFORs udbud inden for rør- og smedearbejder på fjernvarmeprojekter.

Kravspecifikationen anvendes af HOFOR samt entreprenører, rådgivere mv. i forbindelse med planlægning, projektering, udbud og udførelse af nye projekter.

Der er til denne kravspecifikation knyttet følgende:

- Bilag, se afsnit 5
- Normer og standarder, se afsnit 6
- Andre henvisninger, se afsnit 7

Fjernvarmenettet i HOFORs forsyningsområde består af et vandbaseret og et dampbaseret fjernvarmesystem. Denne kravspecifikation vedrører kun det vandbaserede system.

1.1 Begreber og definitioner

Ved rør- og smedearbejder på fjernvarmeprojekter arbejdes der med begreber der er nærmere defineret i Tabel 1.

Tabel 1 Begreber og definitioner

Begreb	Definition
Afspærringsventil	Afspærringsmulighed på fjernvarmeledninger
Aftapningsventil	Afgrening med afspærringsventil (ø76 mm) og storzkobling, som er placeret i et dybdepunkt på fjernvarmeledningen eller i kamre og kældre, hvor det er muligt at aftappe fjernvarmeledningen for vand.
Alarmsystem	Overvågning af lækager i fjernvarmesystemet. Består af et sæt alarmtråde som er indbygget i isoleringsskummet i præisolerede stålrør. Alarmtrådene samles i kredse af en vis størrelse og forbindes til alarmskabe.
Anboring	Afgrening, som udføres med en anboringsventil. Muliggør tilslutning af nye stik på det eksisterende tryksatte ledningsnet, hvorved ledningsnettet ikke tømmes for vand.
Brønd	En betonbrønd i jord bestående af en betonkegle og brøndringe afsluttet med et dæksel i stål. Benyttes typisk til ventilinstallationer.
Engangshane	Benævnes også afgreningshane. Engangshaner anvendes for midlertidig afspærring indtil ledningen senere skal videreføres.

KRAVSPECIFIKATION

Begreb	Definition
Fordelingsledning	Fjernvarmeledning til flere kunder i et forsyningsområde (typisk dimension $\varnothing 60 - \varnothing 219$ mm).
Forspændingselement	Benævnes også engangskompensator, startkompensator, E-kompensator og E-muffe. En komponent som svejses ind i rørsystemet og fungerer som en "ekspansionsmulighed" i forbindelse med forspændingen.
Hovedledning	Fjernvarmeledninger, der forbinder de københavnske fjernvarmeverker, spidslastcentraler samt vekslerstationer med de københavnske forsyningsområder for fjernvarme. Hovedledninger er ofte udformet som ringforbindelser for at øge forsyningsikkerheden (typisk dimension $\varnothing 168 - \varnothing 711$ mm).
Kammer	En betonkonstruktion i jord til optagelse af ekspansion og/eller placering af ventiler. Betegnelsen "huskammer" anvendes i kældre, hvor HOFOR har en afspærringsmulighed, som ikke er en del af kundeforbindelsen.
Kompensatorer	Der anvendes forskellige typer som listet herunder: <ul style="list-style-type: none"> • Aksial (Betonkanaler og kamre) • Lateral (Kamre/specielle forhold) • Svingkompensator (Kamre)
Kundeforbindelse	Kundens anlæg omfatter tilslutningsanlæg, opvarmningsanlæg og varmtvandsinstallation og er inddelt i en primær- og en sekundærside. Tilslutningsanlægget regnes fra hovedhanerne til og med opvarmningsanlæggets varmeveksler og varmtvandsinstallationens varmeplade. Opvarmningsanlægget er den del af anlægget, hvor centralvarmevandet cirkulerer. Varmtvandsinstallationen er den del af anlægget, hvor brugsvandet opvarmes.
Kundehænder	Afspærringsventiler, som HOFOR placerer i hver kundes varmecentral.
Primærside	Den del af fjernvarmeanlægget, hvor fjernvarmevandet cirkulerer.
Sekundærside	Den del af anlægget, hvor centralvarmevandet cirkulerer og hvor det varme brugsvand befinder sig.
Begreb	Definition
Signalkabler	Også benævnt meldekabler. Kabel som installeres i kabelrør/trækrør (typisk fiber- eller kobberkabel).
Sinusrør	Sinuskurveforlagte præisolerede kobberrør med mineraluldsisolering. Ekspansionen optages ved sideværts bevægelse i kurverne.

KRAVSPECIFIKATION

Stikledning	Fjernvarmeledning til den enkelte kundes varmecentral (typisk dimension $\varnothing 15 - 114$ mm).
Udluftningsventil	Afgrening med afspærringsventil ($\varnothing 34$ mm) og klokobling, som er placeret i et toppunkt på fjernvarmeledningen eller i kamre og kældre, hvor det er muligt at afblæse luft, som er opsamlet i ledningen. Anvendes også til indblæsning af luft ved aftapning.
Varmecentral	Benævnes også varmevekslerum. Et rum til større kundeforanlæg.
Cu/Fe overgang	Benævnes også kobber/stål overgang eller loddesvejseovergang. Præfabrikeret overgang fra stål til kobber

2 Projektering

Ved planlægning og projektering af fjernvarme skal følgende dokumenter anvendes:

- Lægningsregler – Fjernvarme:
 - Præisolerede stålør i jord – Jf. "Lægningsregler HOFOR"
 - Cu-Flex (Leverandørens specifikationer)
 - Sinusrør (Leverandørens specifikationer)

Endvidere anvendes følgende bilag til projektering:

- FJV 102 B1 Effekt og dimensioner for fjernvarmerør
- FJV 102 B2 Opmåling og nivellement af vej, gård og kælder
- FJV 102 B3 Andre ledningsejere
- FJV 102 B4 Rør og kappedimensioner for præisolerede rør, HOFOR
- FJV 102 B5 Huskeliste for projekterede ledningsplaner
- FJV 102 B6 Standardtekster på projekttegninger
- FJV 102 B7 Overgang fra præisolerede stålør til kobberrør
- FJV 102 B8 Overgange og afgreninger fra betonkanaler til præisolerende stål- og kobberrør - principtegning
- FJV 102 B9 Fastspændinger ved indføring af rør i bygninger og bygværker - principtegning
- FJV 102 B10 Afspærringsprincipper
- FJV 102 B11 Placering af ventiler i ventilbrønde
- FJV 102 B12 Oversigt over godkendte kundeforanlæg
- FJV 102 B15 Princip for ekspansionsoptagelse af fritliggende rør i bygninger
- FJV 102 B18 Princip for placering af fjernvarmestik

KRAVSPECIFIKATION

2.1 Dimensioneringsforudsætninger

2.1.1 Tryk og temperatur

Den vandbaserede fjernvarme i København skal dimensioneres efter PN 16, 10 bars driftstryk og en fremløbstemperatur på 110 °C.

Relevante links:

- [Kort over maksimale driftstryk i HOFORs forsyningsområde](#)
- [Lavtemperaturområder i HOFORs forsyningsområde](#)

2.2 Fastlæggelse af ledningsdimensioner

Strategier og planer for distributionsnettet varetages af HOFOR, som ligeledes er ansvarlig for at udføre hydrauliske beregninger for ledningsnettet inkl. Lavtemperaturområder, se bilag FJV 102 B1 Effekt og dimensioner for fjernvarmerør.

2.2.1 Tracering og planlægning

Projektforslag for hvert enkelt fjernvarmeprojekt indeholder foreløbigt udkast til tracering og ledningsdimensionering, som er udarbejdet af HOFOR.

I forbindelse med projekteringen samt ved projektændringer, skal der rekvireres nye beregninger fra HOFOR.

Projektændringer, som kræver ny beregning fra HOFOR:

- Traceændringer
- Ændret kundegrundlag (ændrede varmebehov)
- Ændret forsyningsområde
- Driftsforhold
- Andre forhold, der kan have betydning for ledningsdimensionerne

2.3 Opmåling

Inden projektering kan påbegyndes, skal kommende ledningstracé og vejens udstyr opmåles. Se bilag FJV 102 B2 Opmåling og nivellement af vej, gård og kælder.

Herudover gøres også opmærksom på følgende dokumenter:

- FJV 102 B3 Andre ledningsejere
- OPM 101 Kravspecifikation - Opmåling

2.4 Generelle overvejelser i forbindelse med projektering

Ved projektering af et fjernvarmeprojekt skal følgende indtænkes i projektet:

KRAVSPECIFIKATION

2.4.1 Driftsforhold

- Etapeopdeling tænkes ind i projektet, herunder driftsforhold som
 - Delvis idriftsættelse – sektionering, engangshaner, mulighed for vandpåfyldning.
 - Interimsledninger – typisk ved ledningsrenovering.
 - Trykprøvning – adgang til behandlet vand, udluftning, aftapning.
 - Varmeforspænding – omløb, lasker på forspændingselementer, tilfyldningsgrad.
- Fremtidige driftsforhold (i dialog med HOFOR)
- Ventiler skal placeres under hensyntagen til trafikale forhold samt sikkerhed for driftsmedarbejdere.

2.4.2 Myndigheder

- Trafikafvikling herunder også busdrift ved udførelse af projektet skal overvejes under projekteringsfasen. Navnlig skal brandredning og renovations håndtering indarbejdes i planlægningen.
- Ved vanskelige vejkrydsninger skal Københavns Kommune – Center for Trafik og Byliv involveres allerede i projekteringsfasen.
- Respektafstande til træer og anden beplantning skal overholdes. Københavns Kommune - Center for Byens Drift skal høres i tilfælde af nærføring med træer og parker i øvrigt.
- Særlige regler for sikringsrum (beskyttelsesrum/dækningsgrave). I tilfælde af rørgennemføring igennem sikringsrum sker det i samarbejde med HOFORs tilsyn og Beredskabsstyrelsen.
- Kulturstyrelsen (Bygningsfredninger og fortidsminder)
- Københavns Museum (Arkæologi)
- Center for Byggeri (Beskyttelseslinjer til fortidsminder)

2.4.3 Andre ledningsejere

- Allerede i projekteringsfasen kan det være nødvendigt at kontakte relevante ledningsejere ved krydsning af andre ledninger eller potentiel omlægning af andre ledninger.
- Større ledningsomlægninger skal om muligt undgås ved justering af det planlagte tracé. Det anbefales at udføre prøvegravninger ved kritiske forhold.
- Ved nærføring og krydsning af andre ledninger skal respektafstande overholdes. Respektafstande fremgår af DS 475:2012, tabel 4.6.1.
- Nærføring: Generelle bestemmelser og vejledninger i forbindelse med nærføring findes i "Håndbog om Nærføring"
- Se bilag FJV 102 B3 Andre ledningsejere

2.4.4 Miljø- og arbejdsmiljøforhold

- Jordforurening undersøges af HOFOR og der vurderes genindbygningspotentiale.
- Grundvandstand og eventuel behov for udledning af vand til kloak vurderes sammen med HOFOR.
- Asbest i eksisterende rør, kanaler og varmecentraler skal undersøges i projekteringsfasen.

KRAVSPECIFIKATION

- HOFOR generelle miljø- og arbejdsmiljøkrav skal opfyldes. Det skal allerede i projekteringen sikres, at projektet kan udføres sikkerhedsmæssigt forsvarligt.
- Ved projektering af fjernvarmeledninger i baggårde og lignende steder med begrænsede adgangsforhold skal muligheden for transport og håndtering af rør overvejes. Navnlig skal brug af dobbeltrør vurderes.

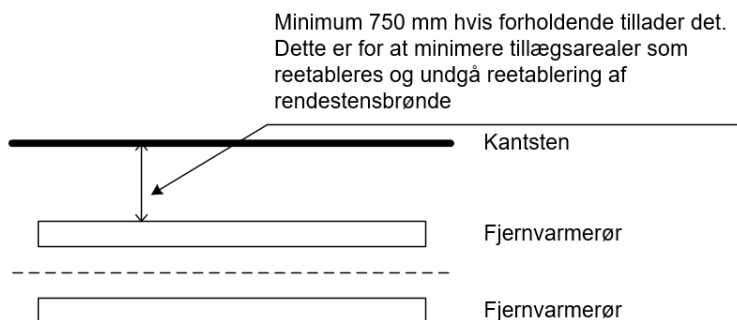
2.4.5 Andre tekniske forhold

- Ved bestemmelse af lægningsdybden, tages hensyn til kommende belægning samt plads til projekterede og kommende afgreninger
 - Afgreninger skal have jorddækning på minimum 550 mm. Deraf følger, at hovedledningen skal have en jorddækning så afgreningen kan udføres korrekt.
 - Såfremt jorddækningen bliver mindre end foreskrevet, skal der efter aftale med HOFORs tilsyn etableres beskyttelse over røret. Der må ikke etableres understik medmindre der ikke findes alternative løsninger.
- Traceet skal placeres på en måde, sådan at tillægsarealer, der skal reetableres bliver minimeret.
- I projektet undersøges skridlinjer på bygningsfundamenter i forhold til ledningstracéet. Krav til skridliner fremgår af DS475.
- Svejsninger må **ikke** placeres under andre ledninger eller blokke af hensyn til anlægsarbejdet.
- Rør lægges med så lille gravedybde som muligt fra overkant af rør til terræn, se Figur 1.

Jorddække

Villaveje:	Min. 600 mm til overside rør – i praksis lægges rørene 900 mm til underside For dobbeltrør kan både fordelingsrør og afgreninger placeres min. 550 mm til overside. Min. 550 mm til overside T-stk
Stærkt befærdede veje:	Min. 850 mm til overside rør Min. 650 mm til overside T-stk
Som undtagelse kan jorddækningen på afgreninger knibes til 500 mm, hvis ikke andet er muligt.	

Afstand til kantsten (planskitse)



Figur 1 Jorddække og afstand til kantsten

KRAVSPECIFIKATION

2.5 Rørtyper

HOFOR anvender følgende rørtyper (medierørdimensioner):

- Præisolerede stålrør, dobbeltrør; $\varnothing 27$ mm – $\varnothing 219$ mm.
- Præisolerede stålrør, enkeltrør; $\varnothing 27$ mm – $\varnothing 711$ mm.

Præisolerede stålrørs dimensioner fremgår af bilag *FJV 102 B4 Rør og kappedimensioner for præisolerede rør*:

- Præisolerede kobberør, dobbeltrør; $\varnothing 15$ mm – $\varnothing 34$ mm.
- Præisolerede kobberør, enkeltrør; $\varnothing 15$ mm – $\varnothing 28$ mm.

Dimensioner og isoleringstykkelser for præisolerede kobberør fremgår af bilag *FJV 102 B4 Rør og kappedimensioner for præisolerede rør*:

- Præisolerede kobberør, sinus dobbeltrør; $\varnothing 15$ mm – $\varnothing 54$ mm.
- Præisolerede kobberør, sinus enkeltrør; $\varnothing 22$ mm – $\varnothing 89$ mm.

Dimensioner og isoleringstykkelser for præisolerede kobberør, sinus fremgår af bilag *FJV 102 B4 Rør og kappedimensioner for præisolerede rør*:

- Håndisolerede stålrør; $\varnothing 27$ – $\varnothing 711$ mm.

Isoleringstykkelser for håndisolerede rør fremgår af tegning *52-0755 Vejledende isoleringstykkelse*.

2.6 Indhold af projekttegning

En projekttegning hos HOFOR består både af et plan- og et længdesnit.

Plantegninger er altid i målestoksforhold 1:250 og **højden** for længdesnit altid i målestoksforhold 1:100.

Se også bilag *FJV 102 B5 Huskeliste for projekterede ledningsplaner*.

Udover selve fjernvarmeledningerne er der tilknyttet et antal forskellige komponenter til ledningsnettet:

- Bøjninger
- Reduktioner
- Afgreninger (T-stykker, parallel T-stykker, anboringer)
- Afspærringsventiler
- Udluftningsventiler
- Aftapningsventiler
- Kundehaner
- Fastspændinger
- Forspændingselementer
- Bukserør (overgang til dobbeltrør, F-rør, Y-rør, H-rør)

KRAVSPECIFIKATION

- Skabe til indføring, hydraulik, alarm, omløb og signalkabler
- Hydraulisk betjening
- Alarmudtag
- Trækrør til signalkabler
- Engangshaner
- Omløb
- Foringsrør
- Kappesfastspændinger
- Isoleringsplader
- Beskyttelsesplader

Alle komponenter tegnes ind på projektet. Desuden angives svejsesamlinger (muffer), smig (grader) samt sand- og skumpuder på projekttegningerne.

Koordinater på retningsændringer angives så vidt muligt på projekttegningerne.

Standardtekster som skrives på projekttegningen fremgår af bilag *FJV 102 B6 Standardtekster på projekttegninger*.

2.7 Principper for overgange imellem rørsystemer

Der skal tages særlige hensyn ved overgange mellem rørsystemer både når overgangen sker i jord og når overgangen sker ved indføring af rør i en bygning.

Jord til jord

1. Fastrør til sinus: Se bilag *FJV 102 B7 Overgang fra præisolerede stålrør til kobberør*
2. Afgrening fra betonkanal: Se bilag *FJV 102 B8 Betonkanaler og kamre – Principper for ekspansionsoptagelse og afgreninger*.
3. Gliderør til fastrør: Overgangen skal altid placeres på et ekspansionsmæssigt neutralt punkt.
4. Afgrening fra gliderør til fastrør: Afgrening placeres tæt på en fastspænding. Hvis ikke det er muligt opbygges afgreningen på stedet med plads til ekspansion evt. med mineraluld og PEH kappe.

Jord til bygning

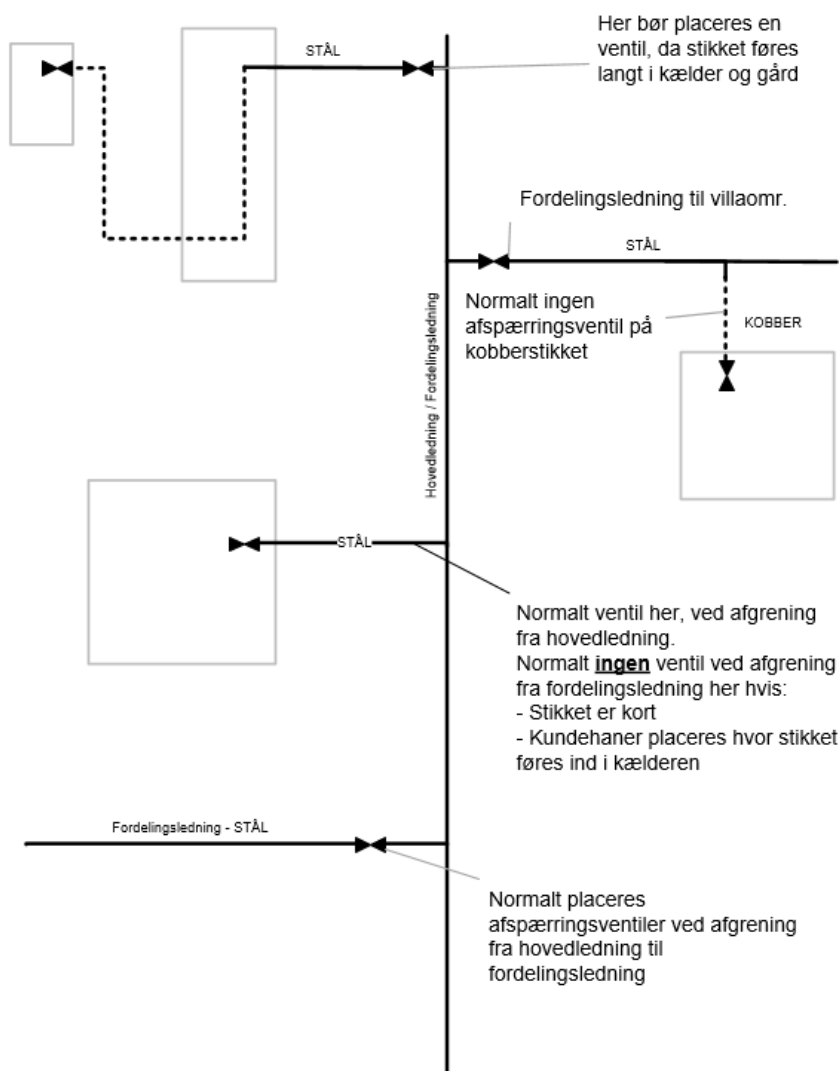
1. Fastrør til bygning, se bilag *FJV 102 B9 Fastspændinger ved indføring af rør i bygninger og bygværker*.
2. Sinus til bygning, se bilag *FJV 102 B9 Fastspændinger ved indføring af rør i bygninger og bygværker*.
3. Stikindføring til bygning, se standard tegninger *52-0761 – 52-0770*.

2.8 Afspærringsprincipper

Afspærringsmuligheder i fjernvarmenettet placeres af hensyn til både strategiske og akutte forhold. Afspærringer kan placeres efter nedenstående principper, men placering skal altid godkendes af HOFOR.

KRAVSPECIFIKATION

2.8.1 Afspærringer for stik og afgreninger



Figur 2 Afspærringsprincipper fra bilag FJV 102 B10 Afspærringsprincipper

2.8.2 Afspærringer for hovedledninger

Ved placering af afspærringsmuligheder på hovedledninger i ledningsnettet skal der både tages strategiske og driftsmæssige hensyn.

Afspærringer kan projekteres efter nedenstående principper, men placering skal altid godkendes af HOFOR.

2.8.2.1 Strategiske afspærringer

Disse afspærringer placeres i ledningsnettet som en forsyningsikkerhedsmæssig foranstaltning. Anvendes især i forbindelse med ringforbindelser, sektionering af forsyningsområder m.m.

KRAVSPECIFIKATION

2.8.2.2 Akutte afspærringer

Disse afspærringer placeres i nettet af driftsmæssige årsager. Afspærringer placeres som hovedregel således i ledningsnettet, at en aflukning kan håndteres og afsluttes på 24 timer.

Ledningsarbejdet skal være afsluttet indenfor 24 timer. Arbejdet består overordnet af:

1. Vandaftapning fra ledningssektionen
2. Selve ledningsarbejderne
3. Vandpåfyldning af hele ledningssektionen

2.9 Ventiltyper

2.9.1 Afspærringsventiler

Afspærringsventiler placeres på ledningsnettet ud fra afspærringsprincipperne beskrevet i Afsnit 2.8.

På røret placeres ventilerne så ventilspindlerne enten står lodret eller skråtstillet og enten med 15-20 cm afstand eller minimum 1,2 m afstand. Dette afhænger af ventilernes dimension og spindelhøjde og fremgår af bilag *FJV 102 B11 Placering af ventiler i ventilbrønde*.

Betjeningen af afspærringsventilen fremgår af nedenstående tabel. I dimensionerne $\varnothing 219$ og $\varnothing 273$ kan snekegear vælges, hvis forholdene tillader uhindret adgang til brønden.

Tabel 2 Afspærringsventilers dimension og betjening

Dimension	Betjening
0 - $\varnothing 168$	Manuel betjening
$\varnothing 219$ - $\varnothing 273$	Snekegear eller hydraulisk aktuator
$\varnothing 324$ - $\varnothing 711$	Hydraulisk aktuator

2.9.2 Engangshaner

Engangshaner anvendes, når en etape ønskes idriftssat, inden den videre rørføring er færdig eller rørledningen først skal videreføres på et senere tidspunkt. Engangshaner kan leveres i dimensionerne DN15 – DN200.

Der skal anvendes engangshaner af en type med dobbelte o-ringe og svejsbar prop med bredde svarende til ventilspindel samt metal/metal tætning i bunden.

I følgende situationer kan det overvejes at anvende engangshaner:

- Kritiske steder for aflukning
- Ved aftapning af store vandmængder ved fortsættelse af tracé
- I forbindelse med delvise idriftsættelser

Anvendelse af engangshaner må kun ske efter forudgående aftale med HOFOR.

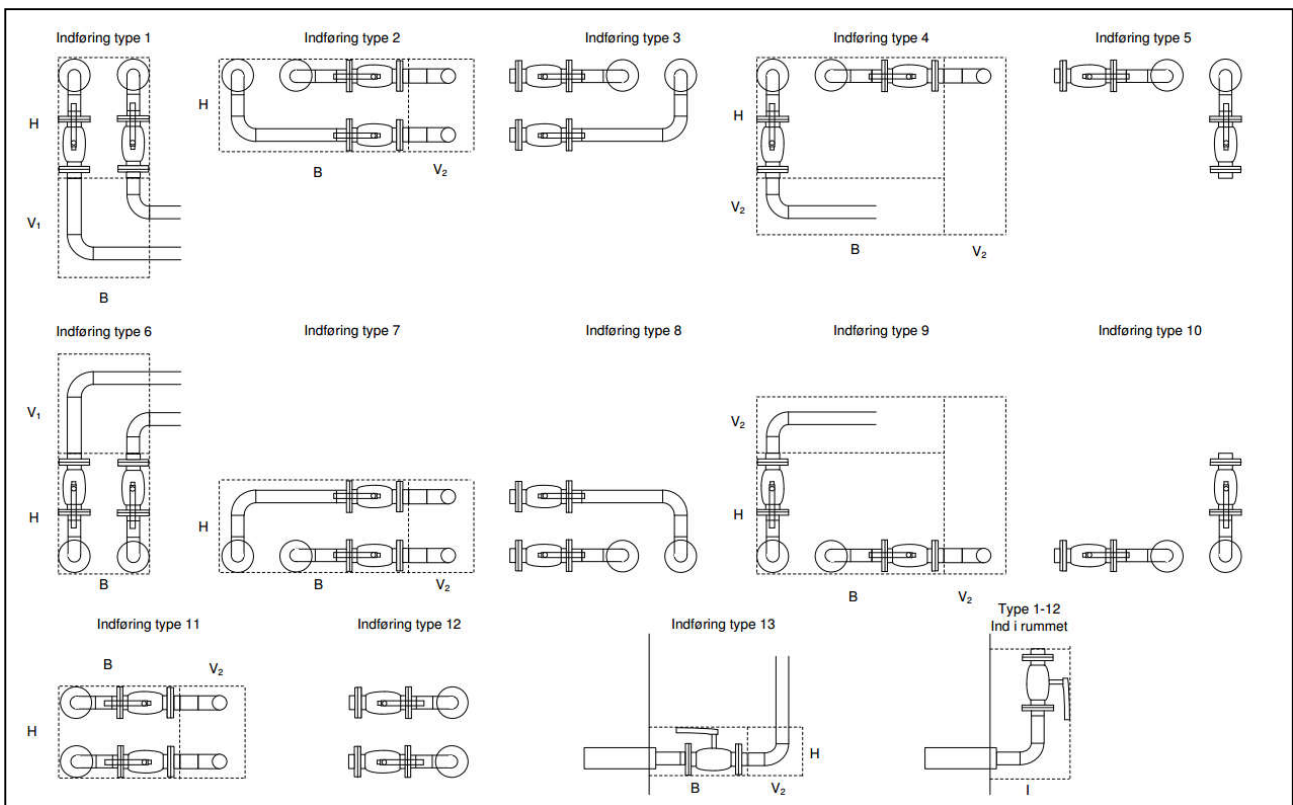
Det er mere lempeligt at anvende engangshaner i kældre end i jord, da der er større chance for at opdage eventuelle utætheder i kælderen end i jorden.

KRAVSPECIFIKATION

Engangshaner skal kun betjenes i forbindelse med den videre fremføring. I tilfælde hvor der kan være behov for flere betjeninger, anvendes afspærringsventiler enten som jordforlagte eller i kælderen.

2.9.3 Kundehaner

Kundehaner er afspærringsventiler til kundens anlæg og placeres i forbindelse med alle varmecentraler. Installationer herefter er kundens eget anlæg.



Figur 3 Se bilag FJV 102 B18 Princip for placering af fjernvarmestik

2.9.3.1 Særligt for kundeforanlæg større end 2 MW

Der gælder særlige forhold for varmecentraler/kundeforanlæg som har en effekt på over 2 MW, jf. Arbejdstilsynets meddelelse nr. 1.02.1 – Rum for varmekedler og varmevekslere:

Varmevekslerrum (Varmecentral)

Det er ejendommens ansvar at der skal være mindst 2 udgange fra rummet. Det er HOFORs ansvar at primærsidens afspærringsventil også skal kunne lukkes udefra.

2.9.4 Aftappingsventiler

Der placeres altid et sæt aftappingsventiler mellem afspærringsventiler på jordforlagte hoved- og fordelingsledninger samt i kamre. Aftappingsventiler udføres altid i $\varnothing 76$ (DN65) og placeres tættest

KRAVSPECIFIKATION

muligt på dybdepunkter. Aftapninger på dobbeltrør bestilles med Ø76 aftapningsrør med en indbyrdes placering iht. *FJV 102 B11 Placering af ventiler i ventilbrønde*.

Aftapningsventiler skal placeres, så de kommer til at sidde betjeningsvenligt og tager højde for trafikale forhold og sikkerheden for driftsmedarbejderne. Placering af aftapningsventiler skal altid godkendes af HOFOR.

Der skal ikke afsættes aftapningsventiler hvor hovedrørdimensionen er ø114 (DN100) eller mindre.

Der placeres altid aftapningsventiler i dybdepunkter i kamre.

Der placeres aldrig aftapningsventiler i kældre.

2.9.5 Udluftningsventiler

Der placeres altid et sæt udluftningsventiler mellem afspærringsventiler på jordforlagte hoved- og fordelingsledninger samt i kamre. Udluftningsventiler udføres altid i ø34 (DN25) og placeres tættest muligt på toppunkter. Ved at lægge ledningen dybere på delstrækninger kan antallet af toppunkter reduceres. Det skal vurderes ud fra gravedybde og længde om det kan betale sig at fjerne et toppunkt.

Udluftningsventiler skal placeres, så de kommer til at sidde betjeningsvenligt og tager højde for trafikale forhold og sikkerheden for driftsmedarbejderne. Placering af udluftningsventiler skal altid godkendes af HOFOR.

Der placeres altid udluftningsventiler på toppunkter i kamre.

Der placeres aldrig udluftningsventiler i kældre.

2.9.6 Ventilbrønde

Jordforlagte afspærringsventiler, udluftningsventiler og aftapningsventiler og omløb placeres i ventilbrønde.

Under projektering af ventilbrønde skal der tages hensyn til den fremtidige drift:

- Må ikke placeres i meget trafikerede kørebaner eller hvor der ikke er mulighed for passage for den kørende trafik.
- Må ikke placeres i permanente parkeringspladser.
- Placering i fortove og cykelstier bør undgås.

Detaljer vedrørende placering af ventiler i brønde fremgår af bilag *FJV 102 B11 Placering af ventiler i ventilbrønde*.

2.10 Trækrør

Trækrør i fjernvarmenettet udføres i henhold til kravspecifikation *FJV 101 Jordarbejde*.

KRAVSPECIFIKATION

2.11 Betonkanaler

Arbejde på betonkanaler udføres typisk ved indgreb på eksisterende betonkanaler.

Den principielle opbygning af det eksisterende betonkanalsystem fremgår af bilag *FJV 102 B8 Betonkanaler og kamre – principper for ekspansionsoptagelse og afgreninger*.

2.12 Kælderledninger

Rørføringen for kælderledninger projekteres under hensyntagen til følgende:

- At rørene ikke ekspanderer ind i andre rørinstallationer og bygningsdele.
- At rørene ikke placeres foran døre, vinduer, renselømme eller lignende.
- At bygningsdele og bærende konstruktioner ikke påvirkes utilladeligt, især ved boring af huller og placering af bæringer.
- At der er plads til de foreskrevne isoleringstykkelser.
- At ejendommens ejer/brugere skal være så lidt generet af rørene som muligt.

Ekspansionsoptagelse for kælderledninger fremgår af afsnit 2.13.

Kælderledningen føres frem til kundens varmecentral, hvor der afsluttes med et sæt kundehaner. I nogle tilfælde placeres en afgang og ledningen videreføres til én eller flere ejendomme.

Som udgangspunkt anvendes stålrør i kældre, men i særlige tilfælde kan der anvendes kobberrør. Kobberrør bør dog kun anvendes på korte strækninger, fx hvor svejsning af rør er forbundet med brandfare.

Der skal tages hensyn til at udvidelseskoefficienten for kobber er 42 % større end for stål samt at formlen for beregning af ekspansionsarme (afsnit 2.13.3.4) ikke er gældende for kobber. Endelig er det ikke muligt, at montere fastspændinger på kobberrør. Almindelige præisolerede stålrør med polyurethanskumisulering må ikke anvendes i kældre pga. brandfare. Her kan alternativt anvendes præisolerede stålrør med mineraluldsisolering og plastkappe hvor håndisolering ikke er muligt.

2.13 Ekspansionsoptagelser for fritliggende rør

Fritliggende rør forekommer hovedsageligt i kældre, kamre og betonkanaler. Ved fritliggende rør optages ekspansioner ved hjælp af ekspansionsarme, lyrer eller kompensatorer. Kompensatorer anvendes dog ikke i kældre. For at sikre kontrolleret optagelse af ekspansioner fikseres rørene på strategiske steder med fastspændinger. Lange rørledninger sikres mod udbøjning ved hjælp af sidestyr.

Se principper i bilag *FJV 102 B15 Princip for ekspansionsoptagelse af fritliggende rør i bygninger*.

2.13.1 Placering af fastspændinger og sidestyr

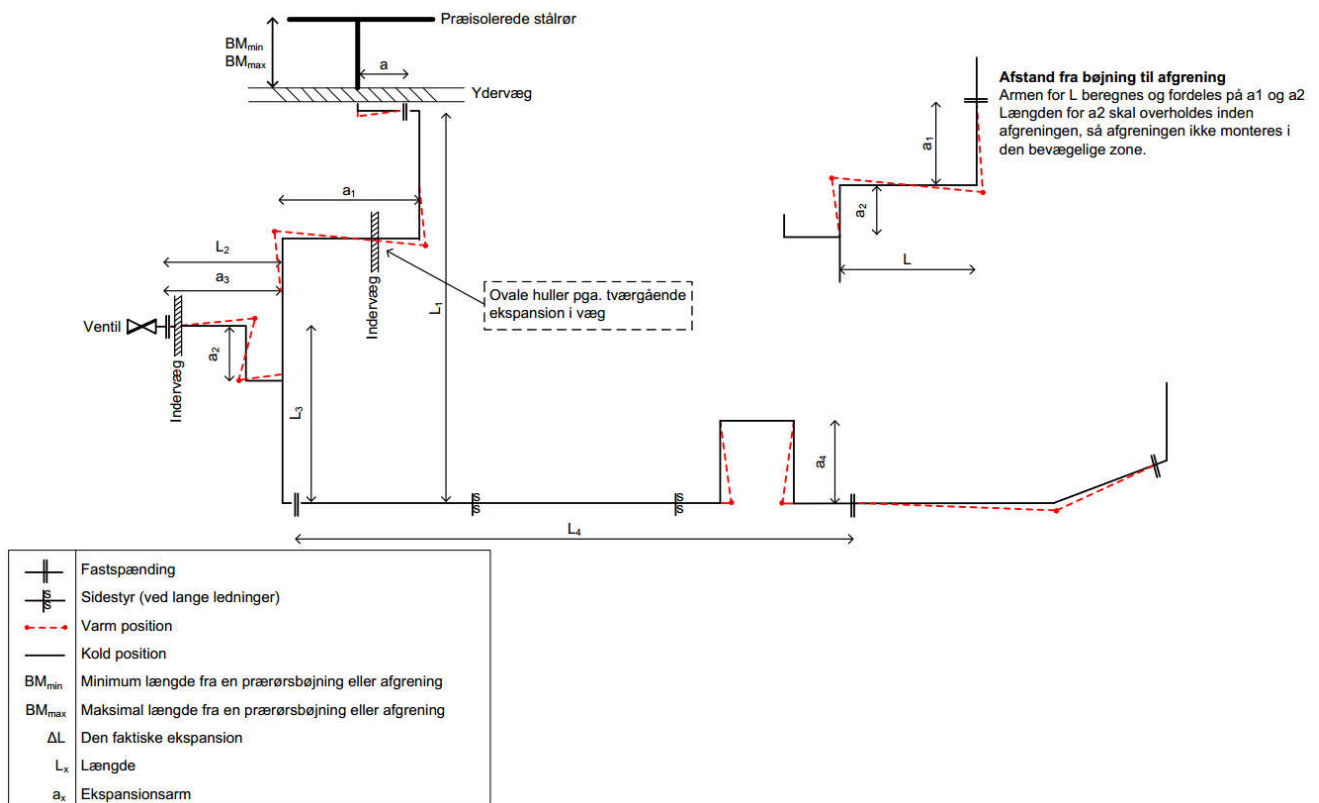
Fastspændinger i fjernvarmesystemet placeres i henhold til nedenstående retningslinjer, se i øvrigt **Fejl! Henvissningskilde ikke fundet.:**

KRAVSPECIFIKATION

- Fastspændinger placeres altid ved kundehaner under hensyntagen til ekspansionsarme
- Fastspændinger placeres i forhold til ekspansionsarme på ledningsstrækket
- Fastspændinger ved facadegennemføringer:
 - Ved indføring af sinus rør (se bilag FJV 102 B9 Fastspændinger ved indføring af rør i bygninger og bygværker).
 - Ved indføring af præisolerede fastrør monteres ikke fastspænding medmindre det er nødvendigt af hensyn til den indvendige rørføring (se bilag FJV 102 B9 Fastspændinger ved indføring af rør i bygninger og bygværker).

Sidestyr i fjernvarmesystemet placeres i henhold til nedenstående retningslinjer, se i øvrigt Figur 4:

- I betonkanaler
- Evt. på lange kælderledninger



Figur 4 Eksempel på placering af fastspændinger og sidestyr, se bilag FJV 102 B15

2.13.2 Bæring

Valg af bæring sker i den udførende fase og er sædvanligvis ikke en del af projekteringen. Se afsnit 3.6.1 og 3.7.1.

KRAVSPECIFIKATION

2.13.3 Ekspansion

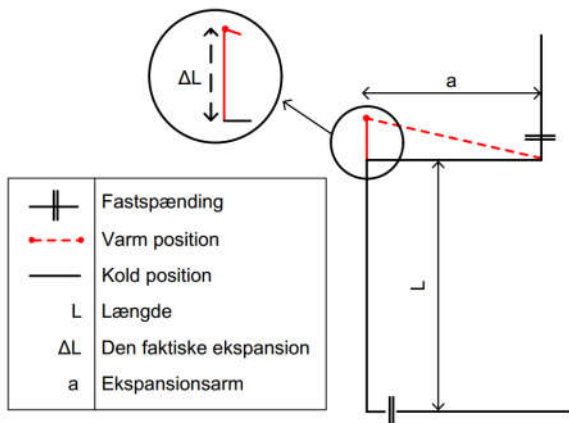
Ved projektering fastlægges de nødvendige ekspansionsarme og lyrer, se *bilag FJV 102 B15 Princip for ekspansionsoptagelse af fritliggende rør i bygninger*.

Såfremt længden på en ekspansionsarm eller lyre ikke kan overholdes forspændes ekspansionsarmen eller lyren den halve ekspansion, hvorved længden kan reduceres. I disse tilfælde angives ekspansionsarmen eller lyrens længde på ledningsplanen med tilføjelsen: "Forspændes".

2.13.3.1 Formelgrundlag for ekspansionsarm ved 90° bøjning uden forspænding

Ekspansionsarm ved 90° bøjning uden forspænding er illustreret på Figur 5 og udregnes ved brug af Formel 1.

Figur 5 Ekspansionsarm ved 90° bøjning uden forspænding



Formel 1 Beregning af ekspansionsarm ved 90° bøjning uden forspænding

$$a = 0,63 \sqrt{d \times L \times \Delta T \times \alpha}$$

a = ekspansionsarm [m]

d = rørets yderdiameter [cm]

L = længde af røret [cm]

α = Varmeudvidelseskoefficient for stål $1,2 \cdot 10^{-5}$ [1/°C]

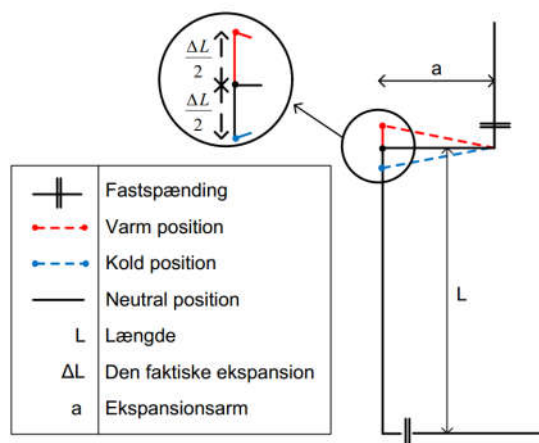
ΔT = Temperaturforskel mellem maksimal driftstemperatur 110 °C og installationstemperaturen [°C]

KRAVSPECIFIKATION

2.13.3.2 Formelgrundlag for ekspansionsarm ved 90° bøjning med forspænding

Ekspansionsarm ved 90° bøjning med forspænding er illustreret på Figur 6 og beregnes ved brug af Formel 2.

Figur 6 Ekspansionsarm ved 90° bøjning med forspænding



Formel 2 Beregning af ekspansionsarm ved 90° bøjning med forspænding

$$a = 0,63 \sqrt{\frac{d \times L \times \Delta T \times \alpha}{2}}$$

a = ekspansionsarm [m]

d = rørets yderdiameter [cm]

L = længde af røret [cm]

α = Varmeudvidelseskoefficient for stål $1,2 \cdot 10^{-5}$ [1/°C]

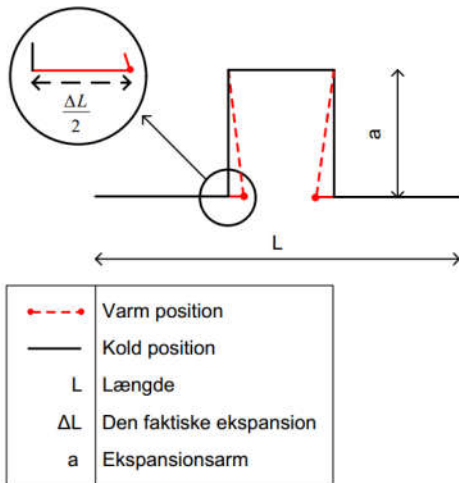
ΔT = Temperaturforskel mellem maksimal driftstemperatur 110 °C og installationstemperaturen [°C]

2.13.3.3 Formelgrundlag for ekspansionsarm for lyrer uden forspænding

Ekspansionsarm ved lyre uden forspænding er illustreret på Figur 7 og beregnes ved Formel 1/ Formel 3.

KRAVSPECIFIKATION

Figur 7 Ekspansionsarm ved lyre uden forspænding



Formel 3 Beregning af ekspansionsarm ved lyre uden forspænding

$$a = 0,63 \sqrt{\frac{d \times L \times \Delta T \times \alpha}{2}}$$

a = ekspansionsarm [m]

d = rørets yderdiameter [cm]

L = længde af røret [cm]

α = Varmeudvidelseskoefficient for stål $1,2 \cdot 10^{-5}$ [$1/^\circ\text{C}$]

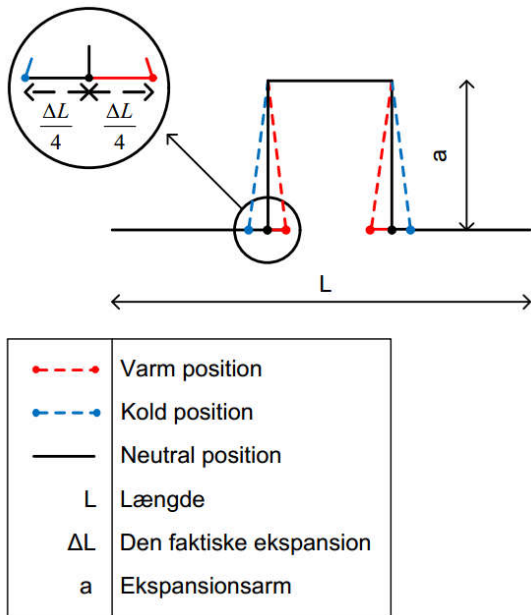
ΔT = Temperaturforskel mellem maksimal driftstemperatur 110°C og installationstemperaturen [$^\circ\text{C}$]

2.13.3.4 Formelgrundlag for ekspansionsarm for lyrer med forspænding

Ekspansionsarm for lyrer med forspænding er illustreret på Figur 8 og udregnes ved Formel 4.

KRAVSPECIFIKATION

Figur 8 Ekspansionsarm ved lyre med forspænding



Formel 4 Beregning af ekspansionsarm ved lyre med forspænding

$$a = 0,63 \sqrt{\frac{d \times L \times \Delta T \times \alpha}{4}}$$

a = ekspansionsarm [m]

d = rørets yderdiameter [cm]

L = længde af røret [cm]

α = Varmeudvidelseskoefficient for stål $1,2 \cdot 10^{-5}$ [1/°C]

ΔT = Temperaturforskel mellem maksimal driftstemperatur 110 °C og installationstemperaturen [°C]

Den faktiske ekspansion ΔL beregnes ved brug af Formel 5.

Formel 5 Beregning af den faktiske ekspansion

$$\Delta L = L \times \Delta T \times \alpha$$

ΔL = Den faktiske ekspansion [mm]

L = længden af røret [mm]

α = Varmeudvidelseskoefficient for stål $1,2 \cdot 10^{-5}$ [1/°C]

ΔT = Temperaturforskel [°C]

KRAVSPECIFIKATION

3 Udførelse

3.1 Materiale- og komponentkrav

Krav til materialer og komponenter i fjernvarmenettet fremgår af *FJV 102 B22 Materiale- og komponentkrav*.

3.2 Præisolerede stålrør

Vejledende størrelser på rendegravninger og svejsehuller for præisolerede stålrør fremgår af tegning *52-0734 Vejl. Gravebredder m.m. ved ledning af præisolerede stålrør*. For øvrige krav til gravning og afstivning henvises til kravspecifikation *FJV 101 Jordarbejde*.

Rør og komponenter med alarmtråde skal ved rørnedlægning vende således, at alarmtrådene kan forbindes i henhold til rørleverandørens forskrifter, se *Lægningsregler HOFOR*.

Stropper og det de fastgøres til, skal være dimensioneret til at bære vægten af vandfyldte rør med et tillæg på 50 %. Rørene må ikke hænges op i rendegravningsens tværafstivning (soldater).

3.2.1 Forspændingselementer

Forspændingselementer svejses ind i rørsystemet, hvor det er projekteret. Det skal kontrolleres, at forspændingselementet er forspændt til det korrekte forspændingsmål. Forspændingselementet fastholdes i den forspændte position vha. påsvejste lasker, se tegning *52-0744 Fiksering af forspændingselement*. Hvis laskerne er udført forskriftsmæssigt i henhold til leverandørens anvisninger, kan de overføre kræfterne ved en trykprøve. Hvis udgravningen er helt tilfyldt inden vandpåfyldning, er jordfriktionen tilstrækkeligt til at holde på kræfterne ved en trykprøve og lasker kan derfor udelades.

Inden varmemforspænding fjernes laskerne og hæftninger bortslibes, så forspændingselementet kan gå sammen ved varmemforspændingen. Når de frie ender i forspændingselementet er gået sammen, fastlåses forspændingselementet med en rundsvejsning.

På forspændingselementer med mulighed for tæthedsprøvning, skal dette udføres og prøvehullet afproppes.

3.2.2 Dobbeltør

Der skal på dobbeltør monteres fikseringsplader ved retningsændringer, ved reduktioner på det største rør, og for enden af hver rørstrækning (en afgrening er også enden af rør) se *Lægningsregler HOFOR* afsnit 4 og tegning *52-0845 Dobbeltør og fikseringsplader*. Montagen aftales med HOFORs tilsyn inden opstart af arbejdet.

3.2.3 Alarmsystem

Der etableres altid alarmsystem på præisolerede stålrør. Der etableres ikke alarmsystem på kobberrør.

KRAVSPECIFIKATION

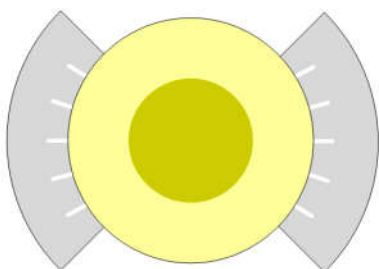
Hvor præør med alarmtråde afsluttes i kældre og bygværker skal der altid påsvejses stelforbindelser på rørenden og alarmtrådene luses og isoleres, se bilag *FJV 102 B17 Samling af alarmtråde ved indføring i bygninger*.

Ved gennemføring i kældre kan alarmkabel trækkes med langs kælderledningen så der kan måles på præør der føres videre i baggården.

Hvor der på tegningen er angivet, at alarmudtag skal føres til skab eller brønd, skal entreprenøren påsveje stelforbindelser 10 cm fra rundsvejsningen, se bilag *FJV 102 B19 Alarmudtag*.

3.2.4 Skumpuder

Det fremgår af projekttegningerne eller aftales med HOFOR tilsyn, hvor der monteres skumpuder i forbindelse med præisolerede rør. Skumpuder monteres på alle udluftninger, aftapninger og ventiler. I visse tilfælde skal der efter HOFORs tilsyns anvisning monteres skumpuder på bøjninger og afgreninger. På rørene monteres skumpuder på siden af rørene iht. nedenstående skitse. På udluftninger og aftapninger monteres skumpuder rundt om hele røret. Skumpuder monteres med tape. Skumpuden skal virke som en "fjeder" i jorden og derfor er det vigtigt at montagen udføres så denne funktion er gældende. Skumpuderne skal fastgøres, så de ikke forskydes under det efterfølgende tilfyldningsarbejde.



Figur 9 Tværsnit af præisoleret rør med skumpuder

3.3 Samling af stålrør og komponenter

3.3.1 Svejseprocedurespecifikationer (WPS)

Svejseprocedurespecifikationerne skal udarbejdes efter *DS/EN ISO 15609-1:2005*, og godkendes af akrediterede firmaer. Godkendte WPSer skal forefindes på arbejdspladsen.

Hvis der udføres svejsesømme uden en på forhånd godkendt svejseprocedurespecifikation kan det medføre kassation af arbejdet for den pågældende rørstrækning.

Svejseprocedurespecifikationer (WPS) skal gælde for alle samlings- og reparationsmetoder. Alle procedurespecifikationerne skal godkendes af HOFOR inden samlingsmetoderne benyttes. Alle certifikater skal løbende sendes til HOFOR.

3.3.2 Svejsning

Svejsningerne skal udføres i henhold til *DS 13941 +A1:2010*.

KRAVSPECIFIKATION

- Svejsesømme på ledningsanlæg skal mindst kunne opnå niveau C i henhold til *DS/EN ISO 5817:2014*.
- Svejsninger i brønde og tunneler samt på kritiske steder efter tilsynets anvisning skal mindst kunne opnå niveau B i henhold til *DS/EN ISO 5817:2014*.
- Kantsømme skal kunne opnå mindst niveau B i henhold til *DS/EN ISO 5817:2014*.

Der skal være minimum 5 gange godstykkelse mellem to svejsesømme med mindre andet er målsat. Området 50 mm fra svejsningen på begge sider af samlingen skal holdes fri for støv, snavs, fedtstof og vand.

Til samling af rør anvendes manuel lysbuesvejsning eller TIG svejsning. Alle lysbuesvejsninger skal opbygges af mindst to svejsestrengene og der skal være en minimumsafstand på 30 mm mellem start og afslutning af strengene.

Autogensvejsning må kun anvendes efter nærmere aftale med HOFORs tilsyn og i alle tilfælde kun på rør mindre end $\varnothing 219$ mm. Autogensvejsninger skal udføres som modsvejsning.

Efter svejsning skal slagge og svejsesprøjt fjernes fuldstændigt. Indvendige slagge skal fjernes fra svejsesømmen ved at hamre den kolde svejsning. Afkøling af svejste samlinger må ikke fremskyndes.

3.3.2.1 Svejsning af ventiler

For at undgå beskadigelse af teflonpakfladerne i kugleventiler skal svejsning af ventiler altid foretages med helt åbentstående ventil. For ikke at beskadige teflonpakningen skal ventilen eventuelt afkøles med våd klud under svejseprocessen.

Kugleventiler må ikke svejses med autogen.

Ved indsvejsning af Cu/Fe-overgange skal det ligeledes tilsikres, at komponenten ikke beskadiges på grund af for stor varmpåvirkning.

3.3.2.2 Overskæring

Såfremt der ved overskæring konstateres materialefejl på rørenden, må denne ikke repareres. Materialefejlen skal efter aftale med HOFORs tilsyn undersøges og fjernes ved yderligere skæring eller ved kassation af hele komponenten. Ved afkortning og tildannelse af rørender og studse opmærkes altid efter skabelon.

3.3.2.3 Svejsefugetildannelse

Inden rør og fittings samles, besigtiges svejsefugen for beskadigelser, fastsiddende slagge, rust, skæresår mv. og eventuelle fremmedlegemer indvendig i rørene fjernes.

Overflader og kanter skal være fri for revner og kærve.

Overskæringer og udskæringer for studse skal efterbearbejdes ved slibning eller filning.

Svejsefugetildannelse skal udføres i overensstemmelse med *DS/EN ISO 9692- 1:2013* og skal være en del af en af HOFOR godkendt WPS.

KRAVSPECIFIKATION

Tilpasning af forsætninger og forskelle i rørvægtykkelse skal udføres iht. Tabel 10 og figur 8 i *DS/EN 13941 + A1:2010*.

Ved retningsændringer skal smigskæringen fordeles ligeligt på de to rørender. Den maksimale tilladelige vinkeldrejning for præisolerede stålrør afhænger af, hvor svejsningerne er placeret på ledningsstrækningen, og denne tilpasning skal derfor aftales med HOFORs tilsyn i hvert enkelt tilfælde.

3.3.2.4 Opretning og tilpasning

Rørene skal, hvor det er muligt, oprettes til et retlinet forløb. For svejste rør forskydes langsgående svejsesømme min. 10 x godstykkelsen, minimum 50 mm. Geometriske afvigelser f.eks. forsætninger skal følge kravene i *DS/EN ISO 5817:2014*.

Hvis der foretages projektændringer i forhold til projekttegninger, der medfører nye eller større retningsændringer end projekteret, skal projektændringen aftales med HOFOR.

Rørene tilpasses og centrerer ved hjælp af udvendige centreringsklodser eller centreringsværktøjer som f.eks. clamps, centreringskæder eller lignende (se under svejsefugetildannelse).

Blinde ender, eksempelvis ved parallelle T-stykker, der ikke er understøttet på ledningsgravens bund, skal sikres ved opklodsning med styrofoam HD 300, så rørene ikke bliver trykket/deformeret under tilfyldningsarbejdet.

3.3.2.5 Forvarmning/affugtning

Ved temperaturer under +5 °C og i tilfælde af høj luftfugtighed skal området omkring svejsesømmen opvarmes for at undgå kondens. Valg af forvarmetemperatur udføres efter retningslinjerne iht. *DS/EN 1011-1:2009*.

3.3.2.6 Hæftesvejsning

Til alle hæftesvejsninger skal der benyttes godkendte elektroder. Hæftesvejsninger skal udføres som bundstreng, således at den indgår på tilfredsstillende måde i den endelige svejsning, hvilket gøres ved slibning af start og stop. Ellers fjernes hæftesvejsningen helt i takt med rundsvejsningens udførelse. Revnede hæftninger skal bortslibes.

Hæftesvejsninger må kun udføres af svejsere med gyldigt svejsecertifikat iht. *DS/EN ISO 9606-1:201*.

Længden af den individuelle hæftesvejsning og hyppigheden af disse bør være specificeret i den relevante WPS.

Hæftesvejsninger og svejsninger skal så vidt muligt udføres af samme svejser.

3.3.2.7 Tilsatsmaterialer

Beklædte elektroder til manuel lysbuesvejsning skal være godkendt efter *DS/EN ISO 2560:2009*, med styrke- og kvalitetsklasse mindst svarende til grundmaterialet.

- Tilsatsmaterialer til autogensvejsning skal leveres iht. *DS/EN ISO 18276:2006*, med en styrke- og kvalitetsklasse mindst svarende til grundmaterialet.

KRAVSPECIFIKATION

- Tilsatsmaterialet til TIG-svejsning (rørtråd) skal leveres iht. *DS/EN ISO 636:2015*, med en styrke- og kvalitetsklasse mindst svarende til grundmaterialet.
- Tilsatsmaterialer til rørtrådsvejsning skal leveres iht. *DS/EN ISO 14341:2011*, med en styrke- og kvalitetsklasse mindst svarende til grundmaterialet.
- Beskyttelsesgas skal leveres iht. *DS/EN ISO 14175:2008*.

3.3.2.8 Reparation

Ved for høj overvulst og tændsår skal der repareres ved slibning. Der skal udføres slibning, således at den resterende godstykkelse altid opfylder normkravene for rør.

Reparationer skal udføres i overensstemmelse med en af HOFOR godkendt WPS.

Hvis fejlen er en revne, må den kun repareres, hvis årsagen til revnen er entydigt fastslået, og det kan påvises, at den kan repareres.

Efter reparation af svejsesøm rekvirerer entreprenøren ny kontrol af svejsningen.

Såfremt der findes grove fejl, skal rørstykket omkring den dårlige svejsning, efter aftale med HOFORs tilsyn, skæres ud og eventuelt sendes til nærmere undersøgelser, og der svejdes et nyt stykke.

3.3.3 Anboring

HOFOR anvender i visse tilfælde, anboringer ved udførelse af afgreninger på stålrør. Anboringer må kun udføres på tryksatte ledninger, og anboringsventilen skal som minimum være to dimensioner mindre end hovedrøret. Da den mindste tilladelige anboringsdimension er $\varnothing 34$ er $\varnothing 60$ den nedre grænse for ledninger der kan anbores på.

Der skal anvendes anboringsventil med med dobbelte o-ringe og svejsbar prop med bredde svarende til ventilspindlen samt udvendig sekskant og metal/metal tætning i bunden.

Inden anboring udføres, undersøges hovedrøret for lagdeling, og godstykkelsen verificeres på tilslutningsstedet. Anboring må kun udføres på rør med godstykkelser på minimum 3 mm. Der må ikke anvendes anboringsventiler i betonkanaler.

For godstykkelser mellem 3 og 4 mm gælder, at entreprenørens svejsetilsyn skal overvåge, at svejsestrømmen overholder værdierne angivet i WPS.

Anboringsventilen skal tilpasses hovedrørets runding og skærpes med en 60 graders v-fuge.

Anboringsværktøjet skal altid betjenes i henhold til leverandørens anvisninger. Som sikring mod at den udborede runddel falder ned i røret, skal der anvendes et nyt bor hver gang.

På præisolerede rør, hvor hovedrør har kappedimension $\varnothing 90$ – 280 mm, skal entreprenøren afisolere i hele omkredsen, 15 cm på hver side af afgreningspunktet.

For kappedimension $\varnothing 315$ mm og større udskæres et cirkelrundt hul i isoleringskappen med diameter som angivet i Tabel 3.

KRAVSPECIFIKATION

Tabel 3 Afgreningslednings kappediameter

Afgreningslednings kappediameter [mm]	Udskæring Diameter [mm]
90 – 125	340
160 – 225	420
250 – 315	500

I forbindelse med stærk kulde forvarmes kappen inden udskæring. Alle snit i kappen skal være plane uden hakker, og alle retningsændringer skal ske med afrundede hjørner. Det frilagte stålør afrenses omhyggeligt for skumrester.

Det afisolerede rørstykke skal afdækkes mod vejrliget på forsvarlig vis, indtil kappen er færdigmonteret.

Påsvejsning af studs skal udføres efter godkendt WPS. Svejseren skal have udført prøvesvejsning under driftsforhold efter WPS, under overværelse af en svejsekyndig person. Prøvesvejsningen skal gentages før påbegyndelse af studssvejsninger, hvis der er forløbet mere end 6 måneder, siden svejseren sidst har udført en lignende opgave.

Efter afslutning af anbringningen, skal der som sikkerhed påmonteres gevindendebunde, hvis ikke den videre rørføring monteres samme dag.

Efter idriftsættelse, skal anbringingsventilen altid tilsvejses med TIG med eller uden tilsatsmateriale ved 80 Amp. Eventuel maling der kan komme i kontakt med svejsningen, slibes bort før der svejses.

Efter idriftsættelse, skal anbringingsventilen altid tilsvejses efter leverandørens anvisning. Der skal normalt benyttes en 2,5 mm basisk elektrode. Der må normalt ikke anvendes andre metoder, da eksempelvis TIG og Autogensvejsning giver en forøget risiko for at O-ringe tager skade af varmen.

3.3.4 Flangesamlinger

Der benyttes flanger med svejseender i henhold til *DS/EN ISO 9692- 1:2013* (V-fuge), og i henhold til *DS/EN 1092-1 + A1:2013*.

Bolte er i henhold til *DIN 931-2:2009*, *DS/EN ISO 4032:2013*, for PN 16.

Pakninger er i henhold til *DS/EN 1514-1:1997*.

Pakflader på flanger og pakninger må ikke smøres eller sprayes med nogle former for oliebaseerede produkter eller andre former for slipmidler.

Til smøring af bolte anvendes f.eks. Chesterton 785-Parting lubricant. Andre fabrikater kan anvendes efter HOFORs godkendelse.

Flangesamlinger krydspændes med egnet værktøj, således at der opnås den mest ensartede tilspænding af boltene.

KRAVSPECIFIKATION

Der skal monteres blindflanger på alle frie flanger.

3.4 Præisolerede kobberrør

3.4.1 Præisolerede kobberrør, Sinuskurveforlagte

Vejledende gravebredder for præisolerede kobberrør, Sinus fremgår af tegning nr. 52-0735 *Vejledende gravebredde ved lægning af Sinusrør.*

Indføring af præisolerede kobberrør, Sinus i bygninger og kamre sker normalt ved brug af væggennemføringer, se tegning nr. 52-0742 *Aquawarm væggennemføring.*

Entreprenøren kan selv fremstille væggennemføringerne af tiloversblevne rørstumper påloddet en kobber-stålovergang (Cu/Fe overgang), med påsvejste fastgørelsesvinger.

Når der ikke kan etableres en fuld sinuskurve til ekspansionsoptagelse i jord, aftales det med HOFORs tilsyn, om fastgørelsesvinger skal udelades, se bilag *FJV 102 B9 Fastspændinger ved indføring af rør i bygninger og bygværker.*

3.4.2 Præisolerede kobberrør, polyurethanskumisoleret

Ved indføring af polyurethanskumisolerede kobberrør til og med dimension $\varnothing 28$ mm skal der føres minimum 0,5 m rør ind i bygningen. Røret afisoleres og bukkes med bukkefjeder over en trisse (diameter aftales med HOFORs tilsyn), så rørføringen bliver som vist på tegning 52-0740. Alternativt kan rørene blive ført som vist på tegningerne 52-0761 *Indføring til små byggerier for dim. op til $\varnothing 28$, Metode 1 og 2*, 52-0765 *Indføring til store byggerier for dim. over $\varnothing 28$, Metode 2* og 52-0770 *Indføring til små byggerier for dim. op til $\varnothing 28$, Placering.*

På polyurethanskumisolerede kobberrør skal reduktionerne altid placeres, så de sidder op af et fastholdelsespunkt som f.eks. en bøjning eller et T-stykke. Der skal benyttes reduktioner i en speciel tykvægget udgave uden skarpe kanter, efter anvisning fra HOFORs tilsyn.

3.4.3 Skyderør og kappefastspænding

Ved etablering af polyurethanopskummede kobberrør i forbindelse med jordfortrængning (gennempresning) skal der monteres kappefastspændinger på rørene, hvis rørene på de sidste 5 m føres i en ret linje ind i kælderen. Kappefastspændingen monteres i det opgravede hul foran fundamentet i en afstand af ca. 0,5 – 1,0 m fra fundamentet.

3.5 Lodning af kobberrør og komponenter

Loddeprocedurespecifikationer skal gælde for alle samplings- og reparationsmetoder. Alle procedurespecifikationerne skal godkendes af HOFOR inden samplingsmetoderne benyttes. Alle certifikater og loddeattester skal løbende sendes til HOFOR.

Ingen loddeoperatør må udføre arbejde, før der er aflagt loddeprøve som beskrevet i bilag *FJV 102 B16 Prøveattest.*

KRAVSPECIFIKATION

Fornyset prøvning og opdatering af loddeoperatørens loddeattest skal ske i lighed med regler angivet i *DS/EN ISO 13585:2012 Hårdlodning*.

Alle præisolerede kobberrør har medierør af blødt kobber, mens de kobberrør, der benyttes i kældre, er hårde rør. På de bløde rør udføres samlingen ved opdorning.

Der må dog anvendes loddemuffer på bløde kobberrør, hvis der ikke er mulighed for opdorning på en af de to rørender. Der benyttes loddemuffer på de hårde rør.

Inden lodning fjernes grater fra rørenderne. Rørenderne kalibreres, og den ene ende opdornes eventuelt. Spalten skal være 0,05 – 0,2 mm, hvor 0,1 mm skal tilstræbes.

Opdorning må ikke foretages på kuglehaners og Cu/Fe-overganges kobberrørsender.

Alle flader, der skal sammenføjes, renses for oxyd, snavs, fedt osv. med pudseklud.

Loddemuffen eller det kalibrerede rør afmærkes med hensyn til indstiksdybde, så overlapningen er min. 5 gange rørets godstykkelse. Rørene sammensættes så retlinet som muligt.

I reduktionsmuffer må det mindste kobberrør kun stikkes så langt ind, at begge rør kan opnå kontakt med reduktionsmuffen i hele indstikslængden.

3.5.1 Lodning

Tilsatsmateriale skal være i henhold til *DS/EN ISO 17672:2016 CP 284* (14,5-15,5 % Ag).

Til lodningen anvendes en brusebrænder.

- Fra $\varnothing 18$ – 35 mm bruges en 500 l/min.
- Fra $\varnothing 42$ – 108 mm bruges en 750 l/min.

Kobberrøret opvarmes hele vejen rundt på den opdornede part, til den er minimum kirsebærrød. Lodningen starter fra top til bund på begge sider. Brænderen holdes vinkelret på den opdornede muffe. Derefter startes fra bund til top, hvor brænderen holdes i bagkant af muffen, så lodningen er løbet over 2 gange. Lodningen skal kunne ses bag muffens forkant i hele omkredsen.

Eventuelt overskydende tilsatsmateriale på underside af lodning skal fjernes.

Ved lodning på kuglehaner og Cu/Fe-overgange skal det sikres, at komponenten ikke beskadiges som følge af for stor varmepåvirkning.

Ved sammenlodning af to flexrør (polyuretanskummet), der har været oprullet inden montage, skal der bruges loddemuffe. Herved forstærkes samlingen og modvirker dermed skummets tendens til at rulle tilbage og give et knæk i samlingen.

3.6 Betonkanaler

Der findes 4 typer betonkanaler, type A, B, C, og D, se standardtegning *52-0550 Kanalprofiler for damp- og varmtvandsledninger* og *52-0564 Betontegning kanaltværsnit* for opbygning.

KRAVSPECIFIKATION

Betonkanaler udføres hovedsagligt som overgange til præør ved afgreninger fra eksisterende betonkanaler. I type A og C kanaler er rørene hidtil blevet isoleret med cellebeton, nu anvendes i stedet Perlite.

I type B og D kanaler isoleres rørene med mineraluld. Vejledende isoleringstykkelser fremgår af tegning 52-0755 *Vejledende isoleringstykkelser*.

I type A og C betonkanaler skal entreprenøren udlægge rørene på lecaklodser og hårdtbrændte klinker, der udleveres fra HOFOR. Røret skal ligge på den hårdtbrændte klinke.

Udføres i øvrigt jf. projekteringsbeskrivelse i afsnit 2.11 samt *FJV 102 B8 Betonkanaler og kamre – Principper for ekspansionsoptagelse og afgreninger*.

3.6.1 Bæring, fastspændinger og sidestyr for betonkanaler

Fastspændinger og sidestyr i betonkanaler udføres i henhold til tegningerne 52-0544 *Sidestyr for vandledninger med aksialkompensator*, 52-0547 *Fastspænding for vandledning med aksialkompensator*, 52-0548 *Fastspænding for vandledning* og 52-0549 *Sidestyr for vandledninger*.

Bæring i type B og D kanaler skal udføres i henhold til standardtegning 52-0542 *Glidebæring for 25 – 600 MM* og 52-0834 *Rørplacering i enkeltisoleret kanal*.

3.6.2 Forspænding ved afgrening af rør i betonkanaler

Ved afgreninger fra eksisterende betonkanaler skal der tages højde for den aktuelle ekspansion på de eksisterende rør. For korrekt udførelse af forspændingen måles den aktuelle temperatur på hovedrøret. Tilslutningspunktet markeres på hovedrøret inden aflukning, se bilag *FJV 102 B14 Forspænding af rør ved tilslutning til eksisterende betonkanal* samt afsnit 2.13.3.

3.7 Kælderledninger

Udførelse af ledninger og bæring skal ske under hensyntagen til følgende:

- At rørene ikke ekspanderer ind i andre rørinstallationer og bygningsdele.
- At rørene ikke placeres foran døre, vinduer, renslemme o. lign.
- At bygningsdele og bærende konstruktioner ikke påvirkes utilladeligt, især ved boring af huller og placering af bæring.
- At der er plads til de foreskrevne isoleringstykkelser.
- At gener for ejendommens ejer/brugere skal minimeres.

3.7.1 Bæring, fastspændinger og sidestyr i kamre/kældre

Fastspændinger i bygninger og kamre fremstilles som profiljernskonstruktioner i henhold til aftale med HOFORs tilsyn.

Ståledele der står på gulvet eller på anden måde kan blive udsat for fugt skal varmetales eller udføres i rustfrit stål i henhold til aftale med HOFORs tilsyn.

KRAVSPECIFIKATION

Væg- og loftbæring i bygninger og kamre udføres i følgende forskellige udformninger, som aftales med HOFORs tilsyn:

- Systemrørbæring: Anvendes hvor der stilles æstetiske krav og kun i dimensioner op til og med Ø219. Systemrørbæring til vægge og loft udføres som vist på tegning 52-0743 *Systemrørbæring DN 20 til DN 200*.
- Konsolbæring: Anvendes som vægbæring, hvor der ikke stilles æstetiske krav og udføres som vist på tegning 52-0634 *Rørbæring i kælder*. På konsolbæring anvendes glidebæring som vist på tegning 52-0542 *Glidebæring for 25 – 600 MM*.
- Kuffert – og stropbæring: Anvendes som loftbæring, hvor der ikke stilles æstetiske krav eller ved lange kælderledninger og udføres som vist på tegning 52-0543 *Kuffert- og stropbæring 25 – 600 MM*.

Fastgørelse af diverse stålkonstruktioner i beton skal udføres med ekspansionsbolte. Efter aftale med HOFORs tilsyn kan der på meget udsatte steder anvendes rustfri syrefaste limankre. Fastgørelse i murværk skal ske med ekspansionsbolte. Alternativt kan der anvendes limankre beregnet til murværk.

Boltelængder skal afpasses efter stålkonstruktionerne og eventuelle understøtninger. Monteringsdybderne skal følge leverandørens anvisninger.

3.7.2 Forspænding af kælderledninger

Hvis det er angivet på ledningsplanen skal ekspansionsarme og lyrer forspændes den halve ekspansion.

Se bilag FJV 102 B15 *Princip for ekspansionsoptagelse af fritliggende rør i bygninger*.

Ekspansionen kan tilnærmelsesvis beregnes efter følgende formel:

Formel 6

$$\Delta L = \frac{L \times \Delta T}{80}$$

ΔL = Ekspansion [mm]

L = Længden af røret [m]

ΔT = Temperaturforskel mellem maksimal driftstemperatur 110 °C og installationstemperaturen [°C].

I praksis udføres forspændingen ved at det langsgående rør, ved den fjerneste fastspænding, trækkes $\Delta L/2$ i retning væk fra lyren, hvorefter røret fikseres i fastspændingen.

Hvis en lyre er placeret midt mellem to fastspændinger, vil bevægelsen fordele sig symmetrisk.

Hvis lyren er placeret tæt ved en fastspænding, vil bevægelse fordele sig asymmetrisk og der skal ved valg af bæring tages højde for, at den tværgående ekspansion i lyren vil være størst på armen modsat fastspændingen. Fordelingen vil ca. være henholdsvis $3 \times \frac{\Delta L}{4}$ og $1 \times \frac{\Delta L}{4}$

KRAVSPECIFIKATION

3.8 Ventiler

3.8.1 Engangshaner

HOFOR anvender to typer engangshaner:

"Gammel type" med én indvendig o-ring og prop med umbraco betjening. Installation af denne type forventes at ophøre.

"Ny type" med med dobbelte o-ringe og svejsbar prop med bredde svarende til ventilspindlen samt udvendig sekskant og metal/metal tætning i bunden.

Engangshaner efterlades i åben tilstand og afsluttet med endebunde. Når engangshanen efterlades inden den skal anvendes til at lukke af for den videre fremføring, skal proppen lukkes med LOCTITE 290. Proppen løsnes inden limen tilsættes. Dette gælder både "ny" og "gammel" type.

Ved videreføring fra engangshaner lukkes engangshanerne og endebundene skæres, så rørene kan føres videre. Når det nye stræk skal idriftsættes åbnes engangshanerne. Efter betjening skal engangshanernes propper altid tilsvejses efter leverandørens anvisning.

Ved "gammel type" skal der benyttes en 2,5 mm basisk elektrode. Der må ikke anvendes andre metoder, da eksempelvis TIG og Autogensvejsning giver en forøget risiko for at O-ringe tager skade af varmen.

Ved "ny type" skal propperne altid tilsvejses med TIG med eller uden tilsatsmateriale ved 80 Amp. Eventuel maling der kan komme i kontakt med svejsningen slibes bort før der svejses.

3.8.2 Kundehaner

Som kundehaner accepteres kuglehaner og fedthaner i dimensionerne $\varnothing 22$ til og med $\varnothing 406$. For mindre kundehaner i $\varnothing 18$ og $\varnothing 22$ kan anvendes tvillingekuglehaner. Godkendte kundehaner fremgår af bilag *FJV 102 B12 Oversigt over godkendte kundehaner*.

Kundehaner i dimension $\varnothing 60$ (DN50) og derunder, udføres som kugleventiler (svejs/gevind) og afproppes med gevindpropper mod kundesiden. Kundehaner i dimension $\varnothing 76$ (DN65) og derover, udføres som kugleventiler (flange/flange) og afsluttes med blindflanger mod kundesiden.

Alle kundehaner skal plomberes i henhold til bilag *FJV 102 B21 Plombering af kundehaner*.

Kundehaner i $\varnothing 22$ (DN15) og $\varnothing 28$ (DN20), skal monteres med isoleringsskåle som udleveres sammen med hanerne.

3.8.3 Ventilbrønde

Brøndene er opbygget som en betonkegle med en kvadratisk betonfod og med fast karm i toppen. Keglen kan variere i højden og brøndringen i toppen er enten $\varnothing 600$ eller $\varnothing 800$. Typen af ventilbrønd samt hvordan ventilerne skal placeres i brønden fremgår af bilag *FJV 102 B11 Placering af ventiler i ventilbrønde*. Toppen af ventilen skal placeres 200 – 300 mm under overkant asfalt.

KRAVSPECIFIKATION

3.8.4 Aftapnings- og udluftningsventiler

Aftapnings- og udluftningsventiler placeres, som markeret på projekttegningen. Hvis der under udførelsen ændres i lægningsdybderne, vil det ofte være nødvendigt at flytte aftapnings- og udluftningsventilerne, hvilket i sådanne tilfælde skal aftales nærmere med HOFORs tilsyn.

Inden arbejdspladsen forlades, skal der altid monteres stortzkoblinger på aftapningsventiler og klokoblinger på udluftningsventiler. Klokoblinger skal være PN16 og propper skal være med boret "sladre hull", så tryk ikke kan opbygges ved utæt eller åbentstående ventil.

3.9 Overgang mellem rørtyper

Udføres jf. projektering afsnit 2.7.

3.10 Murgennemføring

I bygninger benyttes brandbøsninger til alle murgennemføringer. Brandbøsningerne skal være godkendt i henhold til europæisk brandklasse A2-s1, d0 (ubrændbare materialer).

For indvendige murgennemføringer skal hullerne bores i følgende dimensioner:

Tabel 4 Indvendige huller

Indvendige huller												
Rørdimension	27	34	48	60	76	89	114	139	168	219	273	355
Huldimension	100	100	110	130	140	160	180	220	250	300	350	440

For alle murgennemføringer gælder, at rørene skal centreres præcist i de borede huller. I tilfælde af at rørene kommer skævt ind, så de ikke kan centreres, skal der evt. efter aftale med HOFORs tilsyn, laves ekstra samlinger med smig.

I visse tilfælde bliver huller for murgennemføring foretaget ved hugning. I disse tilfælde er entreprenøren også ansvarlig for rigtig placering af bøsninger under tilmuring.

3.11 Stikindføring

Husindføringer for mindre rør udføres som vist på tegning 52-0740 *Husindføring* eller 52-0761 *Indføring til små byggerier for DIM. op til ø28, metode 1 og 2* - 52-0770 *Indføring til små byggerier for DIM. op til ø28, placering*. Entreprenøren skal centrere rørene.

Ved indføring til bygning med borede huller skal dimensionen på hullerne overholde dimensioner som beskrevet Tabel 5.

Tabel 5 Huller gennem fundament

Huller gennem fundament												
Kappedimension	110	125	140	160	200	225	250	280	355	450	500	560
Huldimension	150	165	180	200	240	265	290	320	395	490	540	600

KRAVSPECIFIKATION

3.12 Indskæring

Ved indskæring af afgreninger på eksisterende ledninger eller i forbindelse med renovering, skal fastlåsning af eksisterende rør med et profiljernsarrangement aftales med HOFORs tilsyn for at undgå sammentrækning af rørsystemet ved afkøling.

3.13 Overfladebehandling

Alle stålkonstruktioner (fastspændinger, sidestyr, bæringer mv.) henføres til udførelsesklasse 2 i overensstemmelse med deres anvendelse, jf. *DS/EN 1090-2 + A1:2011*, Stålkonstruktioner (*DS/EN 1993 FU:2014 – Eurocode 3*).

Materialerne leveres i henhold til *DS/EN 10025-2:2004* af S235 JR G2.

Alt smedearbejde, der indgår i ledningsprojektets "blivende" dele, skal overfladebehandles.

Inden grunding skal alle dele omhyggeligt afrensnes for olie, fedt, rust, glødeskaller og andet snavs ved vask, emulsionsrensning og efterfølgende skylning.

Herefter grundmales og malerbehandles med et malingsystem ifølge normen *DS/EN ISO 12944-5:2007*.

På meget udsatte steder vælger HOFOR i visse situationer at benytte profiljernskonstruktioner udført i rustfrit syrefast stål (AISI316L).

Indstøbningsplader for sidestyr og profiljernskasser til betonkanaler må ikke overfladebehandles på indstøbningsfladen mod betonen.

3.14 Omløb

Omløb udføres som udgangspunkt ikke i HOFORs forsyningsområde.

Undtagelser kan forekomme ved:

- Hybridvekslere
- Som midlertidig frostsikring
- I særlige tilfælde kan der efter aftale med HOFOR anvendes termostatstyrede omløb til sikring af tilstrækkelig høj fremløbstemperatur hos slutkunder.

Alle omløb skal registreres i HOFORs GIS system og HOFOR skal være orienteret. Se standard tegning *52-0745 Omløb med returløbstermostat type FJV (20-60 GR. C)* for udførelse af omløb.

4 Kontrol og dokumentation

4.1 Kontrol

For kontrolplan og –skema, se *FJV 102 B23 Kontrolplan*.

KRAVSPECIFIKATION

4.1.1 Svejsekontrol

HOFOR vil løbende rekvirere akkrediteret inspektionsfirma til at udføre kontrol af svejsningerne. Normalt udføres 100 % visuel kontrol og minimum 5 % radiografisk kontrol. I kamre og tunneler udføres minimum 10 % radiografisk kontrol. Desuden udføres ofte vakuumundersøgelse af svejsningerne forud for muffemontage. Prøvning udføres i henhold til *DS/EN ISO 17635:2016*.

Alle svejsesømme skal kunne opnå følgende acceptniveauer:

- Visuel kontrol
 - Niveau B iht. *DS/EN ISO 5817:2014*
 - Niveau C iht. *DS/EN ISO 5817:2014*
- Penetrantprøvning
 - Niveau 2x iht. *DS/EN 23277:2015*
- Magnetprøvning
 - Niveau 2x iht. *DS/EN 23278:2015*
- Radiografi
 - Niveau 1 iht. *DS/EN ISO 10675-1:2016*
 - Niveau 2 iht. *DS/EN ISO 10675-1:2016*
- Ultralydsprøvning
 - Niveau 2 iht. *DS/EN ISO 11666:2011*

4.1.2 Kontrol af lodninger

Kvaliteten af lodningen skal opfylde krav i bilag *FJV 102 B13 Kontrol af lodninger*.

4.1.3 Trykprøve

Fjernvarmeledninger med dimension større end $\varnothing 34$ skal trykprøves med vand inden idriftsættelse. For fjernvarmeledninger med dimension $\varnothing 34$ og mindre, kan det vælges at erstatte trykprøven med en tæthedsprøve med luft, se afsnit 4.1.4.

Fjernvarmeledninger trykprøves til 16 bar og med koldt vand (maks. 40°C). Trykket holdes konstant i minimum 1 time.

I de tilfælde hvor fjernvarmeledninger i betonkanaler indgår i trykprøven må prøvetrykket maksimalt være 10 bar og iht. tegning 52-0547 må ledninger med aksialkompensatorer med dimension $\varnothing 219$ og større kun trykprøves et rør ad gangen.

Trykprøven udføres som en styrkeprøve af hele systemet og kan kombineres med kontrol af samlinger.

Når der trykprøves via trykendebunde skal disse bestykes med 1 stk. opadvendt PN40, $\varnothing 34$ kugleventil og 1 stk. nedadvendt PN40, $\varnothing 60 - \varnothing 89$ kugleventil for aftapning af trykprøvevand. Der må af sikkerhedsmæssige årsager ikke anvendes klokobliger i forbindelse med trykprøver. Kun faste forskruninger.

I de tilfælde, hvor entreprenøren selv trykker ledningen op, skal entreprenøren selv leverere udstyr inkl. spædevandstank til trykprøvningen. Entreprenørens trykprøveudstyr skal have påmonteret to plomberede sikkerhedsventiler samt et 1. classes manometer, som skal kalibreres mindst en gang

KRAVSPECIFIKATION

om året. Entreprenøren skal levere komponenterne med de nødvendige certifikater. For dimensioner større end $\varnothing 114$ stiller HOFOR trykprøveudstyr til rådighed.

Til det aftalte tidspunkt for trykprøvningen skal entreprenøren have ledningsstrækningen klargjort.

Det skal tilstræbes at udføre trykprøven med behandlet vand, men hvis ikke det kan lade sig gøre kan der anvendes brugsvand. Ved trykprøvning med brugsvand skal ledningerne efter trykprøvning tømmes fuldstændig for vand. Ledningerne kan eventuelt skylles igennem med behandlet vand inden tilslutning. Det er entreprenørens opgave at påfylde brugsvandet samt træffe fornødne foranstaltninger til tømning, bortledning, pumpning eller opbæring af trykprøvevand.

Hvis der skal foretages inspektionen af samlinger i forbindelse med trykprøven skal trykket holdes konstant i minimum 1 time før inspektionen foretages. Ved inspektionen skal de godkendte samlinger forsynes med et gult kryds. Entreprenøren skal have trukket alle formonterede muffer på de præisolerede rør væk fra samlingerne for at synliggøre disse. Samlingerne skal holdes helt tørre. Efter afslutning af trykprøvningen placeres de formonterede muffer igen over samlingsstederne. HOFORs godkendelse af trykprøvning fritager ikke entreprenøren for ansvaret for samlingernes tæthed.

Der må trykprøves op mod lukkede afspærringsventiler, hvis trykket øges gradvist.

Entreprenøren skal være til stede under hele vandpåfyldning og trykprøvningsproceduren.

Det er altid HOFOR, der inspicerer samlingerne og godkender trykprøven.

I forbindelse med alle trykprøver skal entreprenøren udfylde bilag *FJV 102 B20 Tryk- og tæthedsprøve* og sende den udfyldte og underskrevne formular sammen med en skitse der entydigt angiver den ledningsstrækning der er omfattet af trykprøven til HOFORs tilsyn.

4.1.4 Tæthedsprøve

Tæthedsprøve med luft kan kun udføres som supplement til trykprøven på ledninger med dimension større end $\varnothing 34$ og erstatte trykprøven på ledninger med dimension $\varnothing 34$ og mindre.

Tæthedsprøve på ledninger med dimension $\varnothing 34$ eller mindre udføres, synes og godkendes af entreprenøren. Tæthedsprøver på ledninger med dimension større end $\varnothing 34$ udføres af entreprenøren, men det er altid HOFOR, der inspicerer samlingerne og godkender tæthedsprøven.

Tæthedsprøven udføres med luft med max. 0,5 bars overtryk.

Tæthedsprøven udføres for at inspicere samlinger. Samlingerne kontrolleres med en egnet indikatorvæske. De godkendte samlinger forsynes med et gult kryds af HOFOR

Stikledninger der tilsluttes eksisterende engangshaner skal tæthedsprøves fra kundehanterne og ud mod engangshanterne således af tilslutningsvejsninger også bliver tæthedsprøvet.

Ved tæthedsprøvning af ledninger større end $\varnothing 35$ skal entreprenøren benytte et trykbegrænseranlæg, der består af følgende:

KRAVSPECIFIKATION

- 1 stk. trykreduktionsventil plomberet til max. 0,5 bar
- 2 stk. sikkerhedsventiler med lettetryk på 0,5 bar
- 1 stk. klasse 1 manometer

Trykbegrænseranlægget indbygges i en transportkasse og kobles mellem luftkompressor og de rør der skal tæthedsprøves. Sikkerhedsventilerne dimensioneres så de hver for sig kan afblæse reduktionsventilens maksimale ydelse. Entreprenøren skal som minimum selv råde over ét trykbegrænseranlæg. HOFOR råder over et trykbegrænseranlæg, som entreprenøren undtagelsesvist kan låne.

I forbindelse med alle tæthedsprøver skal entreprenøren udfylde bilag *FJV 102 B20 Tryk- og tæthedsprøve*. Den udfyldte og underskrevne formular sendes sammen med en skitse der entydigt angiver den ledningsstrækning der er omfattet af tæthedsprøven, til HOFORs tilsyn.

4.2 Kvalitetssikring

Entreprenøren har det fulde ansvar for KS materialet, indtil det færdige kvalitetssikrede KS materiale er overdraget til bygherren og denne skal kvittere herfor. KS materialet skal foreligge i sin helhed, komplet udfyldt, ved tidspunktet for aflevering.

KS materialet udføres i henhold til *FJV 102 B23 Kontrolplan*.

4.3 Indmåling

Indmåling af ledninger foretages i henhold til kravspecifikation *OPM 101 Opmåling*.

4.4 Mærkning

Entreprenøren har det fulde ansvar for mærkningen og vil blive pålagt eventuelle følgeudgifter i forbindelse med forkert eller manglende mærkning.

4.4.1 Svejsninger

Alle svejsninger og lodninger skal efter udførelse mærkes med svejserens arbejdsnummer. Mærkningen skal ske på røret med en vejrfast og bestandig farve. Mærkningen må ikke præges i materialet. På præisolerede rør skal mærkning ske på kapperøret så den er synlig efter muffemontage.

4.4.2 Rørender

Alle blinde rørender skal mærkes tydeligt med frem og retur, så der ikke senere opstår tvivl om ledningernes status.

4.4.3 Kundehaner

Kundehaner skal efter kontrol, tydeligt markeres med frem og retur. Mærkningen skal være synlig efter udført isoleringsarbejde.

KRAVSPECIFIKATION

5 Bilagsliste

- FJV 102 B1 Effekt og dimensioner for fjernvarmerør
- FJV 102 B2 Opmåling og nivellement af vej, gård og kælder
- FJV 102 B3 Andre ledningsejere
- FJV 102 B4 Rør og kappedimensioner for præisolerede rør, HOFOR
- FJV 102 B5 Huskeliste for projekterede ledningsplaner
- FJV 102 B6 Standardtekster på projekttegninger
- FJV 102 B7 Overgang fra præisolerede stålrør til kobberør
- FJV 102 B8 Betonkanaler og kamre – principper for ekspansionsoptagelse og afgrening
- FJV 102 B9 Fastspændinger ved indføring af rør i bygninger og bygværker - principtegning
- FJV 102 B10 Afspærringsprincipper
- FJV 102 B11 Placering af ventiler i ventilbrønde
- FJV 102 B12 Oversigt over godkendte kundehaner
- FJV 102 B13 Kontrol af lodninger
- FJV 102 B14 Forspænding af rør ved tilslutning til eksisterende betonkanal
- FJV 102 B15 Princip for ekspansionsoptagelse af fritliggende rør i bygninger
- FJV 102 B16 Prøveattest, lodninger
- FJV 102 B17 Samling af alarmtråde ved indføring i bygninger
- FJV 102 B18 Princip for placering af fjernvarmestik
- FJV 102 B19 Alarmudtag
- FJV 102 B20 Tryk- og tæthedsprøve
- FJV 102 B21 Plombering af kundehaner
- FJV 102 B22 Materiale- og komponentkrav
- FJV 102 B23 Kontrolplan

KRAVSPECIFIKATION

6 Normer og standarder

Standardens betegnelse	Standardens danske titel
DIN 931-2:2009	Hexagon head bolts
DIN EN 10255+A1:2007	Ulegerede stålrør, der er egnede til svejsning og gevindskæring - Tekniske leveringsbetingelser
DS 475:2012	Norm for etablering af ledningsanlæg i jord
DS/CEN/TS 13388:2015	Kobber og kobberlegeringer - Oversigt over sammensætninger og produkter
DS/EN 10025-2:2004	Varmvalsede produkter af konstruktionsstål - Del 2: Tekniske leveringsbetingelser for ulegerede konstruktionsstål
DS/EN 1011-1:2009	Svejsning - Retningslinjer for svejsning af metalliske materialer - Del 1: Generel vejledning for lysbuesvejsning
DS/EN 10242:1995	Gevindfittings af aducergods
DS/EN 1057+A1:2010	Kobber og kobberlegeringer - Sømløse, runde kobberrør til vand og gas til sanitets- og opvarmningsinstallationer
DS/EN 1090-2 + A1:2011	Udførelse af stål- og aluminiumkonstruktioner - Del 2: Tekniske krav til stålkonstruktioner
DS/EN 1092-1 + A1:2013	Udførelse af stål- og aluminiumkonstruktioner - Del 1: Krav til overensstemmelsesvurdering af konstruktionskomponenter
DS/EN 1254-1:1998	Kobber og kobberlegeringer. Fittings. Del 1: Fittings til kapillarlodning og slaglodning til kobberrør
DS/EN 13133:2000	Hårdlodning
DS/EN 13941 + A1:2010	Design og installation af præisolerede fastrørsystemer til fjernvarme
DS/EN 14419:2009	Fjernvarmerør - Præisolerede fastrørsystemer til direkte nedgravede varmtvandsrøret - Overvågningssystemer
DS/EN 1514-1:1997	Flanger og deres samlinger - Pakninger til flanger med PN-betegnelse - Del 2: Spiralvundne pakninger til stålflanger
DS/EN 15698-1:2009	Fjernvarmerør - Præisolerede dobbelte fjernvarmerørsystemer til direkte nedgravning i jord - Del 1: Dobbelt rørsystem af stålmedierør, isolering af polyurethancelleplast og kapperør af polyethylen
DS/EN 1982:2017	Kobber og kobberlegeringer - Blokke og støbegods
DS/EN 1993 FU:2014	Forkortet udgave af Eurocode 3 - Stålkonstruktioner
DS/EN 23277:2015	Ikke-destruktiv prøvning af svejsninger - Penetrantprøvning - Acceptniveauer
DS/EN 23278:2015	Ikke-destruktiv prøvning af svejsninger - Magnetpulverprøvning - Acceptniveauer
DS/EN 253:2009+A2:2015	Fjernvarmerør - Præisolerede fastrørsystemer til direkte nedgravning i jord - Rørsystem af stålmedierør, isolering af polyurethancelleplast og kapperør af polyethylen
DS/EN 448:2015	Fjernvarmerør - Præisolerede fastrørsystemer til direkte nedgravede varmtvandsnet - Fittings til stålmedierør med varmeisolering af polyurethancelleplast og kapperør af polyethylen

KRAVSPECIFIKATION

Standardens betegnelse	Standardens danske titel
DS/EN 488:2015	Fjernvarmerør - Præisolerede fastrørsystemer til direkte nedgravede varmtvandsnet - Stålvventiler til stålmedierør med varmeisolering af polyurethancelleplast og kapperør af polyethylen
DS/EN 489:2009	Fjernvarmerør - Præisolerede fastrørsystemer til direkte nedgravede varmtvandsrørnet - Samlinger til stålrør, polyurethancelleplast og kapperør af polyethylen
DS/EN ISO 10675-1:2016	Ikke-destruktiv prøvning af svejsninger – Acceptniveauer for radiografisk prøvning – Del 1: Stål, nikkel, titanium og deres legeringer
DS/EN ISO 11666:2011	Ikke-destruktiv prøvning af svejsninger - Ultralydprøvning - Acceptniveauer
DS/EN ISO 12944-5:2007	Maling og lakker - Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner med maling - Del 5: Korrosionsbeskyttende malingsystemer
DS/EN ISO 13585:2012	Hårdlodning - Kvalificering af loddere og opstillere
DS/EN ISO 14175:2008	Tilsatsmaterialer til svejsning - Gasser og gasblandinger til smeltesvejsning og lignende processer
DS/EN ISO 14341:2011	Tilsatsmaterialer til svejsning - Trådelektroder og nedsmeltet svejsemetal til metallysbuesvejsning med beskyttelsesgas af ulegerede stål og finkornstål - Klassifikation
DS/EN ISO 15609-1:2005	Specifikation og kvalificering af svejseprocedurer for metalliske materialer - Svejseprocedurespecifikationer - Del 1: Lysbuesvejsning
DS/EN ISO 17635:2016	Ikke-destruktiv prøvning af svejsninger - Generelle regler for metalliske materialer
DS/EN ISO 17672:2016	Hårdlodning - Tilsatsmaterialer
DS/EN ISO 18276:2006	Tilsatsmaterialer til svejsning – Pulverfyldt rørtråd til metallysbuesvejsning med eller uden beskyttelsesgas af højstyrkestål - Klassifikation
DS/EN ISO 2560:2009	Tilsatsmaterialer til svejsning - Beklædte elektroder til manuel metallysbuesvejsning af ulegerede stål og finkornstål - Klassifikation
DS/EN ISO 4032:2013	Befæstelselementer - Sekskantmøtrikker (type 1) - Produktklasse A og B
DS/EN ISO 5817:2014	Svejsning - Smeltesvejste samlinger i stål, nikkel, titanium og legeringer heraf (undtagen strålesvejsning) - Kvalitetsniveauer for svejsefejl
DS/EN ISO 636:2015	Tilsatsmaterialer til svejsning - Stænger, tråde og svejsemetal til TIG-svejsning af ulegerede stål og finkornsstål - Klassifikation
DS/EN ISO 9606-1:2017	Kvalificering af svejsere - Smeltesvejsning - Del 1: Stål
DS/EN ISO 9692- 1:2013	Svejsning og tilsvarende processer - Typer af fugetildannelse - Del 1: Manuel metallysbuesvejsning, metallysbuesvejsning med beskyttelsesgas, gassvejsning, TIG-svejsning og strålesvejsning af stål
ISO 5208:2015	Industrial valves -- Pressure testing of metallic valves

KRAVSPECIFIKATION

7 Andre henvisninger

7.1 Links

[Kort over maksimale driftstryk i HOFORs forsyningsområde](#)

[Lavtemperaturområder i HOFORs forsyningsområde](#)

7.2 Regler

Lægningsregler HOFOR

7.3 Kravspecifikationer

OPM 101 Opmåling

FJV 101 Jordarbejde