



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

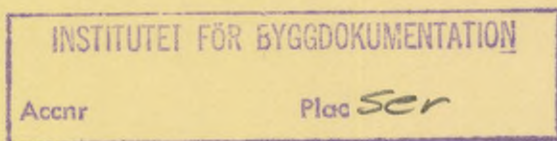
R38:1984

**Rörisolering vid ny- och
ombyggnader**

Projekteringsanvisningar

**Arne Jönsson
Sören Lindgren**

R
AM



Byggeforskningsrådet

R38:1984

RÖRISOLERING VID NY- OCH OMBYGGNADER
Projekteringsanvisningar

Arne Jönsson
Sören Lindgren

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820516-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Wahlings
Installationsutveckling AB, Danderyd

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R38:1984

ISBN 91-540-4100-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1 ANVÄNDNING AV KRAV	9
2 ISOLERING OCH YTBEKLÄDNAD	11
2.1 Isolering	11
2.1.1 Mineralull	11
2.1.1.1 Glasull	12
2.1.1.2 Stenull	12
2.1.2 Syntetisolering	12
2.1.2.1 Polystyrencellplast	13
2.1.2.2 Polyuretancellplast	13
2.1.2.3 Polyetencellplast	14
2.1.2.4 Övriga syntetmaterial	15
2.2 Ytbeklädnad	15
2.2.1 Plåt	16
2.2.2 Plastplåt	16
2.2.3 Plastlaminat	16
2.2.4 Papp	16
3 ANVISNINGAR FÖR VAL AV RÖRISOLERING	19
3.1 Lag, Byggnadsstadga	19
3.2 Svensk byggnorm	19
3.3 Standard	25
3.3.1 Byggstandardiseringen	25
3.3.2 Skogsindustriella Standardiserings- gruppen	25
3.4 AMA	25
3.5 VVS-Handboken	27
3.6 VVS-Handboken, Tabeller och diagram	27
3.7 VA-Handbok	27
3.8 Byggnadsstyrelsen	28
3.9 Energiverk	28
3.10 Företagsmallar	28
4 ISOLERTEORI	31
5 PRISSÄTTNING	35
6 OPTIMERING	39
7 ERFARENHETER	43
8 NYA ELLER FÖRBÄTTRADE PRODUKTER	45
9 PROJEKTERINGSANVISNINGAR	47
9.1 Värmerör	47
9.2 Köldbärarrör	54
9.3 Flänsar, kopplingar och ventiler	55
LITTERATURFÖRTECKNING	57

FÖRORD

Föreliggande rapport redovisar etapp 2 i ett projekt som syftar till att sammanställa erfarenheter från byggbranschen beträffande rörisolering i ny- och ombyggnader. På basis av detta material och tillgängliga mallar hos tillverkare, konsultföretag, förvaltare och byggherrar m fl har utarbetats anvisningar för projektering och installation av vanligen förekommande rörisoleringsutföranden.

Projektet har följts av en referensgrupp med följande medlemmar

Arne Carlö	Isolerfirmornas förening
Nina Dawidowicz, Adj.	Statens råd för byggnadsforskning
Jan Jansson	Rockwool
Göran Kölgren	Byggnadsstyrelsen
Bror Lundborg	AB Yrkesisolering
Björn Åslund	BST
Nils Redegren	Statens Planverk

Utredningsarbetet har bedrivits vid Wahlings Installationsutveckling AB med civilingenjör Sören Lindgren som projektledare och civilingenjör Arne Jönsson som utredningsman.

SAMMANFATTNING

Denna rapport redovisar etapp 2 i ett projekt som syftat till att sammanställa erfarenheter och anvisningar beträffande rör-isolering i byggnader vid ny- och ombyggnad. Med hjälp av dessa erfarenheter har projekteringsriktlinjer för rörisolering i byggnader utarbetats.

Därvid har hänsyn tagits till tekniska, ekonomiska och estetiska krav. Tekniska krav är t ex värmeledningsförmåga, beständighet, brandkrav och mekaniska egenskaper. Ekonomiska krav gäller val av material och av optimal isolertjocklek. Estetiska krav gäller att anpassa isoleringen till det utrymme där den skall installeras. Kraven gäller både för själva isolermaterialet och för ytbeklädnaden. Isoleringen kan förhindra både värmeavgivning och värmeupptagning, vilket ställer olika krav på utförandet.

De vanligaste isolermaterialen är mineralull i form av rörskålar och olika cellplaster i form av rörskål eller slang.

Till ytbeklädnad används aluminium, stålplåt, olika plastmaterial eller så kan isolermaterialets egen yta få utgöra ytskikt.

Med optimal isolertjocklek avses den tjocklek som ger den lägsta summan av kapitalkostnader för isoleringen och kostnader för värmeförluster genom isoleringe. Kostnaden för värmeförlusterna är beroende av om värmen som avges från röret kommer att ersätta annan uppvärmningsenergi, om den kommer att ge upphov till övertemperaturer eller avges till ett utrymme där uppvärmning är önskad.

Optimal isolertjocklek anges i form av optimal isolerserie enligt AMA. Med hjälp av serienumret kan man välja isolertjocklek på samtliga rör inom ett visst rörsystem där rören har olika rördiameter. Valet av isolermaterial och ytbeklädnad bestäms främst av kravet på brandsäkerhet i det utrymme där isoleringen är belägen. Byggnaderna kan klassas i brandsäker, brandhärdig eller ej brandsäker och brandhärdig byggnad. Isolermaterialet kan klassas i brännbart och obrännbart och ytbeklädnaden kan klassas i ytskiktssklasserna I, II och III.

För att kunna välja rätt tjocklek, material och ytbeklädnad med hänsyn till aktuella krav och isolermaterial har projekteringsriktlinjer sammanställts. Dessa presenteras i matrisform för att förenkla tillämpningarna.

1 ANVÄNDNING OCH KRAV

Denna rapport behandlar rörisolering i byggnader och tar hänsyn till tekniska, ekonomiska och estetiska krav.

Tekniska krav är t ex värmeledningsförmåga, temperaturgränser för beständighet, brandkrav och mekaniska egenskaper. Ekonomiska krav gäller främst att avpassa isolertjockleken och därmed kostnaden för isoleringen till de krav på förräntning som finns i de byggnader där isoleringen skall installeras. Estetiska krav gäller att avpassa utseende till det utrymme där den skall installeras. Man kan även ställa hygieniska krav på isolermaterialet, som att det inte får avge giftiga gaser, eller det inte får ge upphov till dålig arbetsmiljö vid installationen.

Isoleringens yta måste även anpassas till de krav som gäller för det utrymme där den placeras. Isolermaterialet kan ges en lämplig yta genom en ytbeklädnad som läggs på efter att isolermaterialet monterats, eller genom att isolermaterialet redan från början har ett lämpligt ytskikt. Ytbeklädnaden måste främst uppfylla tekniska- och estetiska krav. Det ekonomiska kravet på ytbeklädnaden är som alltid att materialet skall vara billigt i inköp och montage. Med tekniska krav på ytan menas brandkrav och olika egenskaper som att ytbeklädnaden skall vara tvättbar, motståndskraftig mot olika korrosiva ämnen o s v.

Valet av isolering bestäms också av om den skall skydda mot värmeavgivning, eller mot värmeupptagning. I de fall isoleringen skall skydda mot värmeupptagning behövs i de flesta fall även skydd mot kondensering av vattenånga som finns i luften. Vattenångan måste hindras från att tränga in till rörväggen genom att man använder en ångspärr. Ångspärren kan utgöras av själva isolermaterialet, eller läggas på separat.

2 ISOLERING OCH YTBEKLÄDNAD

Inom byggbranschen används för närvarande två typer av isolermaterial: mineralull och olika former av plast. Ytbeklädnaden kan vara av flera typer. Vanligast är någon form av plastskikt men även metalliska material som aluminium eller järnplåt förekommer. Vid krav på diffusionstät ytbeklädnad används asfaltpapp, aluminium- eller plastfolie som diffusionstätt skikt.

2.1 Isolering

Med isolering menas det material som står för huvuddelen av värmemotståndet. Beroende på isolermaterialets egenskaper kan det även användas som diffusionsspärr, eller utgöra ytskikt.

Värmemotståndet bestäms främst av värmeledningsförmågan och isolertjockleken. Värmeledningstalet för isolermaterial kan grovt delas in i två intervall. Ett för isolermaterial som innehåller luft som ligger mellan 0,04 - 0,03 W/m vid 20°C. Detta intervall gäller både för mineralull och olika cellplaster. Den andra typen av isolermaterial innehåller freongas i sitt porösa utrymme, vilket gör att detta material har ett värmeledningstal kring 0,02 W/m K vid 20°C. Som grundmaterial används polyuretancellplast. Material med detta låga värmeledningstal används främst i kylskåp och frysboxar.

För mer precisa uppgifter om värmeledningstalet hänvisas till katalogmaterial eller till typgodkännandebevis.

2.1.1 Mineralull

Mineralull är ett samlingsnamn för icke organiska isolermaterial som är uppbyggda av fibrer. Mineralullen kan indelas efter använt råmaterial i glasull och stenudd. Isolering av mineralull tillverkas både i form av skivor, mattor och rörskålar.

2.1.1.1 Glasull

Glasull tillverkas genom att smält glas sönderdelas till fibrer genom kontakt med en hastigt roterande spinnare. Efter fibreringen tillsätts en liten mängd fenolharts som bindemedel. Därefter förs fibrerna med ett band till en härdugn där cirkulerande varmluft med en temperatur av 250°C åstadkommer att hartsen härdar och att fibrerna därigenom binds samman. Vid denna process bestäms isoleringens tjocklek och volymvikt. Den härdade produkten sågas och kapas till avsett format. Mattor erhålls genom att ett ytskikt av t ex papper limmas mot glasullen.

Glasull har vanligen en volymvikt mellan 15 - 200 kg/m³. Glasull med låg volymvikt kännetecknas av spänst och komprimerbarhet vilket ger hanterbara förpackningar. Vid högre volymvikter ökar styvheten.

2.1.1.2 Stenull

Stenull tillverkas av den vulkaniska bergarten diabas, som efter krossning och blandning med övriga komponenter som masugnsslagg och kalk smälts. Smältan fibreras därefter genom att den får falla mot roterande valsar som påblåses med ånga. Därefter beläggs fibern med bindemedel som håller samman fibrerna till mattor, skivor eller rörskålar.

Stenull har volymvikter mellan 30 - 200 kg/m³. Vid låg volymvikt kännetecknas den av seghet och böjlighet, medan den vid högre volymvikt kännetecknas av förmågan att kunna tåla belastningar.

Stenullens högre volymvikt beror på att fibrerna är kortare än i glasull och på att den innehåller en viss mängd ofibrerat material såsom pärlor.

Både glasull och stenull är obräknbara material. Bindemedlet är dock inte beständigt över 250°C, men de kan användas för högre mediatemperaturer, genom att temperaturen inne i isolermaterialet faller i riktning mot den kalla sidan av isoleringen. För isolering av rör i byggnader är det sällsynt med mediatemperaturer som överstiger 120°C.

Montering

Mineralullsisolering för rör monteras vanligen i form av rörskålar eller mattor. Mattor förekommer i form av våg-, lamell- och nätmattor.

Vågmattorna består av mineralull som sytts fast på ett underlag av vågpapper. De används numera endast undantagsvis för isolering av rörledning och monteras då genom spirallindning med ståltråd. De används mest för isolering av större diametrar som varmvattenberedare och expansionskärl.

Lamellmattan består av kantställda lameller av mineralull som är fastklistrade på ett kräppat papper. Denna matta används ej heller för isolering av rör, utan mest för ventilationskanaler.

Nätmattorna har ett ståltrådsnät på ytterytan som stöd för isolermaterialet. De kapas i längder som motsvarar isoleringens ytterdiameter, läggs därefter runt röret och sys fast med ståltråd eller klammer som träns in i nätet. Mediatemperaturen i ledningar som isolerats med nätmatta kan uppgå till max 700°C. Nätmattor används vanligen för att isolera ventilationskanaler.

Den i särklass vanligaste isoleringen för att isolera rör i byggnader är rörskålen. Den är slitsad i sin längdriktning och läggs runt röret. Den fästs genom spirallindning med förzinkad ståltråd. Större rörskålar kan fästas med band av varmförzinkat stål.

2.1.2 Syntetisolering

Plaster eller olika syntetmaterial har börjat marknadsföras som isolermaterial. Tidigare har de vanligen använts för isolering av köldbärarrör, men förs nu fram även som värmeisolering.

2.1.2.1 Polystyrencellplast

Polystyrenplast kan tillverkas både genom jäsning och extrudering.

Vid jäsning är det första tillverkningssteget förjäsning genom upphettning med ånga. Vid förnyad uppvärmning i en form erhålles den färdiga produkten. Vid tillverkning av plattor består formen av ändlösa band vars avstånd bestämmer plattans tjocklek. Den färdiga längden cellplast sågas sedan upp i lämplig storlek.

Jäst₃styrencellplast tillverkas i volymvikter mellan 15 - 50 kg/m³. Den högsta användningstemperaturen är ca 75°C. Materialet kan tillverkas både i brännbar och svårantändlig kvalitet, beroende på vilka tillsatser som används i råvaran.

Cellplastens låga diffusionsmotstånd mot vattenånga tillåter inte att man kan använda den som isolering på t ex köldbärarledningar utan yttre diffusionsspärr. Den har däremot låg vattenabsorptionsförmåga vilket tillåter att den kan utsättas för väder och vind eller läggas i mark.

Den jästa styrencellplasten är vanligen vit till färgen och den numera vanligaste tillverkningsformen är plattor eftersom den främst används som byggnadsisolering eller för isolering mot tjäle i mark.

Den extruderade eller strängsprutade polystyrencellplasten är hårdare, har högre volymvikt och större motståndskraft mot deformationer. Den används som isolering i mark. Ett vanligt fabrikat av extruderad polystyrencellplast har en blå färgton.

Styrencellplast har tillverkats sedan början av 1950-talet men kom inte till användning i större skala förrän i början av 1970-talet.

2.1.2.2 Polyuretancellplast

Polyuretan tillverkas i huvudsak av råvarorna polyol och isocyanat som blandas och får reagera med varandra till ett plastmaterial. Vid tillverkningen av polyuretancellplast jäsas blandningen samtidigt med att den härddas så att ett poröst material erhålles. Plasten kan jäsas genom att vatten får reagera med isocyanatet under koldioxidutveckling eller genom tillsats av klorerade kolväten av köldmedietyper. Genom köldmediernas höga molekylvikt och därmed låga värmeledningstal kan man framställa isolermaterial med mycket låga värmeledningstal. Materialets mycket låga värmeledningstal kan komma att reduceras genom att köldmediet diffunderar ut ur cellerna i polyuretanen och ersätts med luft.

Uretancellplast tillverkas vanligen med volymvikter mellan 30 - 80 kg/m³ och kan användas inom ett temperaturområde mellan -30 och 100°C. Genom speciella åtgärder och tillsatser är materialet möjligt att använda ned till -200°C och under kortare tider upp till 250°C. Uretancellplasten kan beroende på tillsatser tillverkas i både brännbara och svårantändliga kvaliteter.

Då polyuretancellplast används för köldbärarisolering kommer

huvuddelen av diffusionsmotståndet från den plåt som vanligen används som gjutform och från den yttre gjuthuden på plasten. Skadas gjuthuden försämras diffusionsmotståndet väsentligt.

Polyuretancellplast tillverkas både i styva och mjuka kvaliteter. Den styva kan motstå belastning utan att deformeras.

Polyuretancellplast är vanligen gul till färgen och kan tillverkas i ett flertal kvaliteter och utföranden, bl a cellplast-isolering med öppna celler som endast är avsedda för värmeisolering av varma rör. Denna typ av cellplast kan tillverkas i ett flertal former och på flera olika sätt. Vid isolering av rör är det vanligast att cellplasten tillverkas i form av rörskålar. Det största användningsområdet är isolering av förtillverkade kulvertar för fjärrvärme, som består av ett inre stålrör för vattnet och ett yttre polyetenrör som skydd mot omgivande jord. Mellan stålröret och polyetenröret gjuts polyuretanskummet som både utgör isolering och fixering av stålröret. Vid skarvning av denna typ av kulvert kan man utnyttja en annan av uretanets egenskaper, nämligen att man kan gjuta och skumma det på arbetsplatsen. Vid skarvningen av kulvert svetsas stålrören samman och ett hölje med samma diameter som det yttre skyddsröret läggs runt skarven, därefter gjuts mellanrummet mellan stålröret och skyddsröret igen med polyuretanskum.

Skumning av uretan på montageplatsen används även för isolering av kalla ledningar. Då rörledningen monterats, kläds den med ett yttre skal av aluminiumplåt varefter uretanskum sprutas in mellan aluminiumskalet och röret, skummet jäser och härdar därefter och utgör både isolering och fixering av ytbeklädnaden som måste utföras diffusionstät.

Polyuretancellplast började användas som isolermaterial i mitten av 50-talet varför man har ca 25 år erfarenhet av materialet. Genom att materialet kan tillverkas med lågt värmelednings-tal och i fri form används det för att isolera kylskåp och frysexboxar. Materialet ger litet format och stor frihet att välja olika former.

2.1.2.3 Polyetencellplast

Polyetencellplast tillverkas genom att man skummar polyeten och erhåller därmed ett flexibelt isolermaterial med slutna celler.

Volymvikten varierar mellan 30 - 40 kg/m³. Diffusionsmotståndet varierar däremot avsevärt mellan olika kvaliteter.

Materialet tillverkas i form av hela rörskålar s k slang som träds på röret, eller som slitsas och läggs runt röret, fästs med klammer, limmas eller svetsas för att få bättre diffusions-täthet.

Materialet kan beroende på tillverkningen uppfylla fordringarna för svärantändligt material.

Användningstemperaturen ligger mellan -70°C och 95°C.

Genom tillverkningen får isoleringen en slät yta som är mot-

stånds kraftig mot både vatten och de flesta kemikalier. Den tillverkas för närvarande i dimensioner från 6 mm upp till 60 mm rördiameter och i tjocklekar från 10 mm upp till 25 mm. En särskild variant av denna isoleringstyp är försedd med egen låsning bestående av ett "blixtlås" i plast som försluts genom tryckning med fingret.

Polyetencellplast har en grå eller ljusgrå färg.

Skummad polyeten används även till rör med förtillverkad isolering som läggs på vid tillverkningen och installeras tillsammans med röret.

2.1.2.4 Övriga syntetmaterial

Då nomenklaturen för att beteckna syntetmaterial i dagligt tal inte är helt entydigt används denna rubrik som sammanfattning för en grupp isolermaterial som vanligen används för isolering av kalla ledningar och som uppges vara cellgummi, syntetiskt gummi, flexibel PVC-plast eller som endast kan beskrivas genom varumärke.

Isolering av syntetiskt gummi har i huvudsak använts för isolering av kalla ledningar som kalla köldbärare- och köldmedieledningar.

Isoleringen tillverkas av skummad syntetiskt gummi som får en struktur med slutna celler och ett slätt ytskikt. Genom att cellerna är slutna får materialet stort diffusionsmotstånd mot vattenånga och behöver inte förses med separat diffusionsspärr. Dessa egenskaper har medfört att det används för isolering av kalla rör.

Den högsta användningstemperaturen är 105°C och det kan utan vidare användas ned till -40°C. Efter särskilda åtgärder kan det användas ned till ännu lägre temperaturer.

Materialet är självslocknande och uppfyller kraven för ytskikt klass II. Det levereras i form av slutna rörsålar d v s slang eller i form av plattor.

Vid monteringen träds materialet på röret, eller slitsas och läggs kring röret varefter den längsgående skarven limmas. Plattorna av isolermaterial används för isolering av ventiler, formstycken eller för grova rör. Denna typ av isolering har tillverkats i ca 15 år.

Under senare tid har en tillverkare kompletterat sitt sortiment med en isolering särskilt avsedd för isolering av varma rör. Den är uppbyggd av i princip samma material som köldisoleringen men tillverkas i storlekar som är dimensionerade för värmeisoleringen enligt kraven i SBN 80. Den levereras i samma form som kylisoleringen och monteras på samma sätt.

2.2 Ytbeklädnad

Utån på isolermaterialet, som utgör huvuddelen av värmemotståndet, läggs ofta en ytbeklädnad. Ytbeklädnaden kan ha till uppgift

att ge det isolerade röret ett gott utseende, att göra det rengörbart eller att skydda isolermaterialet mot åverkan. En speciell form av ytbeklädnad har till uppgift att förhindra vattenångan från att diffundera in i isolermaterialet d v s att utgöra ångspärr. Ångspärr används då röret är så kallt att vatten kan kondensera på rörytan eller i isolermaterialet och därmed försämra isoleringen eller ge upphov till annan skada.

2.2.1 Plåt

Plåt för ytbeklädnad av rörisolering är antingen stålplåt med någon ytbehandling eller aluminiumplåt. Både stål och aluminiumplåten kan vara antingen plan eller vågprofilerad d v s korrugerad. Vågprofileringen ligger vinkelrät mot rörets längdriktning. Ytbehandlingen av stålplåten är vanligen förzinkning eller aluminium och zinkbeläggning.

Plåt uppfyller självfallet kravet på ytskikt enligt klass I och är även motståndskraftig mot åverkan samt går att rengöra genom tvättning.

2.2.2 Plastplåt

Plastplåt är benämningen på en ytbeklädnad av huvudsakligen plast, vanligen PVC eller polypropylen och som levereras i form av en rulle.

PVC-plasten finns i tjocklekarna 0,35 och 0,5 mm. PVC-plast är motståndskraftig mot både vatten och kemikalier. Eftersom plastplåten levereras i rullform med förrundning kan den monteraras genom att läggas runt isoleringen. Den hålls på plats genom att den klämmer sig fast. För att klä in böjarna används förtillverkade inklädnader av PVC-plast. Plastplåten och böjarna fixeras med antingen tejp eller med plaststift som trycks genom ytbeklädnaden.

Vid brand utvecklar PVC-plast giftiga gaser innehållande klorväte d v s saltsyra.

Plastplåten kan användas mellan -20 och 70°C temperatur på ytbeklädnaden.

Plastplåt finns även i kvaliteter som är mer motståndskraftiga mot solstrålning eller som är svårantändliga. För närvarande är endast vissa fabrikat av plastplåt i PVC klassade i ytskiktssklass enligt provningsanstaltens provningsmetoder.

En annan form av plastplåt består av aluminiumfolie belagd med polypropylenplast. Polypropylenplasten avger inga giftiga gaser vid brand och har högre motståndskraft vid höga temperaturer än de flesta andra plaster. Därigenom har denna typ av plastplåt blivit typgodkänd i ytskiktssklass I av Statens Provvningsanstalt. Liksom vid flera andra ytbeklädnader på isolering används böjar av polystyren.

2.2.3 Plastlaminat

Plastlaminat är ett flerskiktslaminat av polyeten och papper. Det levereras i rulle varför det är förrundat och monteras genom att läggas runt rörisoleringen, varefter det kläms fast av sin egen kraft. Till plastlaminatet hör förtillverkade böjar av polystyren som fixeras vid isoleringen och vid laminatet med antingen tejp eller med plaststift. Eftersom man använder polyeten i laminatet utvecklar det inte några giftiga gaser vid brand, som PVC-plasten gör. Genom att göra böjarna av styren har man bidragit till att denna typ av isolering inte utvecklar några giftiga gaser vid brand.

Den högsta användningstemperaturen är 60°C för ytbeklädnaden. Materialet har vanligen en ljusgrå yta. Denna typ av ytbeklädnad är inte klassad i någon ytskiktssklass enligt Statens Provninganstalts metoder. Ett fabrikat är dock godkänt av Civilförsvarsstyrelsen för användning i skyddsrum, enligt kraven i TB 78.

2.2.4 Papp

Med papp menas här asfaltpapp som finns i olika tjocklekar och kvaliteter. Den tjockare kvaliteterna används som ångspärr för kalla ledningar och de tunnare kvaliteterna användes tidigare för att förhindra dammavgivning från rörskålar av mineralull. Asfaltpapp bör användas med försiktighet eftersom den inte uppfyller några brandkrav, utan ger upphov till ökad brandspridning.

3 ANVISNINGAR FÖR VAL AV RÖRISOLERING

För att välja rörisolering och ytbeklädnad har projektören, förutom erfarenhet, litteratur och broschyrer att tillgå. Litteraturen består av lagar, föreskrifter, normer, anvisningar, standard och beskrivningar. Dessutom har tillverkarna gett ut mer eller mindre omfattande handledningar för val av isolering och ytbeklädnad av respektive fabrikat.

3.1 Lag, Byggnadsstadga

Kravet på att rör i byggnader skall isoleras kan härledas till Byggnadsstadgans §44a, där man kräver att en byggnad skall uppföras så att den möjliggör god energihushållning. Detta gäller både för rör som avger värme och för rör som är kallare än omgivningen och som därmed upptar värme.

Brandkraven på rörisolering kan även de härledas till Byggnadsstadgans §44. Där uttalas grundkraven på en byggnad beträffande brandsäkerhet och byggnaderna delas in i grupper med olika stora krav på säkerhet. För att förtydliga Byggnadsstadgans krav och ge mer detaljerade anvisningar ger Statens planverk ut Svensk Byggnorm.

3.2 Svensk byggnorm

Svensk byggnorm eller nu gällande Statens planverks författningssamling, 1980:1, anger föreskrifter för hur byggnadsstadgan skall tillämpas. Byggnormen är uppdelad i föreskrifter, allmänna råd och exempel på godtagna lösningar och metoder. Byggnormen används som underlag vid all projektering, eftersom det är ett krav att man skall uppfylla föreskrifterna. För att underlätta för projektören att uppfylla föreskrifterna anges exempel på lösningar som uppfyller föreskrifterna, men det är fritt att välja andra lösningar så länge som de uppfyller föreskriften. Detta skall framgå av handlingarna vid ansökan om byggnadslov. Föreskrifter och lösningar för val av rörisolering anges i kap 39. Energihushållning, och för ytbeklädnad på rörisoleringen i kap 37, Brandskydd.

I föreskriften om energihushållning vid installationsutformning anger man att: "Installationer för uppvärmning, kylning och luftbehandling skall anordnas så att värme och kyla produceras, distribueras och nyttiggörs med hänsyn till kravet på god energihushållning".

Dessutom skall det finnas utrymme för att installera och byta ut så att erforderlig tillsyn och skötsel kan utföras. Dessa krav specificeras ytterligare i föreskriften begränsning av värmeavgivning från installationer: "Rörledningar, kanaler och apparater skall anordnas och isoleras så att värmeavgivningen från installationen till byggnadens utrymme huvudsakligen sker från härför avsedda värmare, radiatorer, tilluftsdon o d. Värmeavgivningen från rörledningar, kanaler och apparater skall beaktas vid dimensioneringen av uppvärmningsinstallationerna.

Dessa föreskrifter anger huvudsakligen hur systemen skall fungera och hur de skall beräknas, men ger ingen direkt ledning vid val av rörisolering. Därför har man utarbetat lösningar som uppfyller föreskriften.

Lösningarna för rörledningar är uppdelade i dels rörledningar för uppvärmningsinstallationer och dels rörledningar för tappvarmvatteninstallationer.

Rör i uppvärmningsinstallationer förlagda i uppvärmda utrymmen förutsätts isolerade så att värmeavgivningen från rören inte överstiger ett visst värde per m rör eller totalt inom ett rum.

Den maximalt tillåtna värmeavgivningen per meter rör anges i ett diagram (figur 39:22) som funktion av rörets temperatur och diameter. För inbyggda rör tillåts en isolering av röret som fritt förlagd skulle ge en fördubbling av den i diagrammet angivna värmeavgivningen, eftersom inbyggnaden förutsätts ge ett visst värmemotstånd.

Denna metod att välja rörisolering ger inte säkert den ekonomiskt optimala isoleringen. Metoden är dock enkel att använda och kräver få ingångsdata. Den enda beräkning som krävs är att utifrån tillåten värmeavgivning bestämma isolertjockleken. Detta kan göras med hjälp av nomogram eller med hjälp av en tabell i Kommentarer till Svensk byggnorm. Denna metod bör inte användas generellt då man dimensionerar isolering i byggnader som innehåller stora rörlängder eftersom värdet av en avvikelse från ekonomiskt optimal isolering ökar med ökad rörlängd och detta värde skall vägas mot den ökade kostnaden att genomföra en noggrannare dimensionering av isoleringen som tar hänsyn till ekonomiska faktorer i det enskilda dimensioneringsfallet.

Rörisoleringen kan även dimensioneras så att den okontrollerade värmeavgivningen i ett rum inte överstiger en viss andel av rummets uppvärmningsbehov, dock tillåts alltid högst 75 W okontrollerad värmeavgivning. Vid beräkningen av värmeavgivningen från rören används ett nomogram i Kommentarer till Svensk byggnorm.

Denna metod ger ingen ledning då det gäller att välja en ekonomiskt optimal isolering, men anger när man måste isolera uppvärmningsrör i ett rum, för att inte den okontrollerade värmeavgivningen skall bli så stor i förhållande till den kontrollerade att onödiga övertemperaturer kommer att uppstå. Temperaturer utöver den önskade innebär direkt slöseri med energi.

Metoden är dock mer arbetskrävande än den första eftersom man dessutom måste känna rummets värmebehov och längden på rören i rummet för att kunna avgöra den okontrollerade värmeavgivningens storlek. Därefter måste man dimensionera isoleringen med hänsyn till erforderlig reduktion av värmeavgivningen. Man definierar dessutom inte vad som menas med okontrollerad värmeavgivning, vilket kan vara svårt att avgöra i vissa fall.

Att göra en ekonomiskt riktig dimensionering av rörisoleringen med hänsyn till intern värmeutveckling och ev solinstrålning då rörens temperatur styrs av utetemperaturen, som nästan alltid är fallet i uppvärmningssystem, är en mycket avancerad beräkning där man bl a måste ta hänsyn till rummets läge och till ekonomiska tröskeleffekter när man står inför valet mellan att

isolera eller att inte isolera rören. Det är svårt att fastställa hur mycket av värmeavgivningen som leder till övertemperatur och som därmed är onödig.

Det godtagna utförandet med dimensionering av rörisoleringen så att den okontrollerade värmeavgivningen understiger en viss andel av rummets uppvärmningsbehov ger konstruktören ledning för hur rören kan isoleras då man t ex har övriga okontrollerade värmekällor i rummet. Värmeavgivningen från rören skall beaktas vid dimensioneringen av uppvärmningsinstallationerna varför värmeavgivningen från stammarna kan kompenseras genom att välja mindre radiatorer. Värmeavgivningen från kopplingsledningarna tas även med i denna beräkning.

Förutom kravet på värmeavgivning innehåller byggnormen krav på brandsäkerhet. De material som används i en byggnad måste uppfylla vissa krav på antändlighet eller brännbarhet. Enligt kap 37 i Svensk byggnorm kan byggnadsmaterial vara obrännbara, brännbara samt svårantändliga. För att vara svårantändligt krävs att materialet vid provning enligt fastställd metod inte av sig själv förmår brinna vidare i luft sedan upphettningen avslutats.

Provningsmetoder och kriterier anges i SBN Godkännanderegler, Brandskydd (PFS 1980:4)

Beklädnader och ytskikt på invändiga tak- och väggytor skall utföras så att risken för snabb övertändning och kraftig rökutveckling vid brand begränsas på ett för byggnadens ändamål och antal våningar anpassat sätt. För att kunna ange hur olika ytskikt uppfyller dessa krav indelas de i klass I, II och III. Klass I uppfyller de högsta kraven.

De olika ytskikten provas av t ex Statens provningsanstalt enligt fastställd metod, den s k lådmetoden. Lådmetoden innebär att ytskiktet fästs i taket på ett rum med öppen låga vid ena väggen, varefter man undersöker hur ytskiktet reagerar. Ytskiktet typgodkänns (klassificeras) därefter av Statens planverk.

Exempel på ytskikt av klass I: Kachel, puts, plåt, pappklädd gipsplatta, tapet på obrännbart underlag eller på gipsplatta.

Ytskikt av klass II är brännbara beklädnader som t ex hårdplastlaminat, viss plastplåt och vissa cellplast eller cellgummi-material.

Ytskikt av klass III har flertalet brännbara beklädnader som trä, träfiberplattor och de flesta plastmaterial.

För att kunna välja material efter rätt brandteknisk klass måste man känna till dels hur hela byggnaden klassificeras i brandhänseende och dels vad det är för typ av utrymme som rörisoleringen är förlagd i. De strängaste kraven ur brandhänseende ställs på material i utrymningsvägar.

Enligt kap 37:121 i SBN 80 delas byggnaderna in i brandhändig, brandsäker och övriga byggnader. Denna indelning kommer ursprungligen från Byggnadsstadgan § 44 2 och 3 momentet som säger:

"2 mom. Byggnad i två våningar skall, om den upptager större planyta än 200 kvadratmeter och icke genom brandsäker mur uppde-

las i enheter av högst denna storlek, utföras så, att den kan betecknas som brandhårdig. Detsamma gäller byggnad i två våningar med flera än två bostadslägenheter, därest bostads- eller arbetsrum inredes på vinden.

3 mom. Byggnad i tre eller flera våningar skall utföras så, att den kan betecknas såsom bransäker. Vad nu sagts gäller ock byggnad i två våningar, om i byggnaden skall inrymmas:

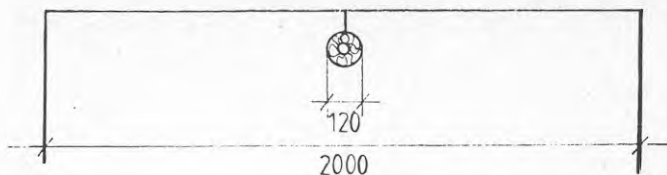
- a) samlingslokal för mer än 150 personer;
- b) undervisningsanstalt för mer än 150 elever;
- c) hotell eller pensionat för mer än 50 gäster;
- d) vårdanstalt, elevhem eller därmed jämförlig inrättning med mer än 50 platser; eller
- e) industriell rörelse som i regel sysselsätter mer än 50 personer eller som med hänsyn till verksamhetens art innebär särskild fara för brand."

För material i rörisolering gäller det allmänna kravet i byggnormen kap 37:411: Material i byggnadsdelar eller fast inredning får inte ha sådana egenskaper eller ingå i byggnadsdelarna på ett sådant sätt att materialen vid brand ger upphov till en mycket snabb brandspridning eller inomhus snabbt utvecklar en stor mängd rök. Material i tak och väggar får inte ha sådana egenskaper att de vid ringa brandpåverkan deformerar eller eljest förändras så att särskild risk för personskador uppkommer.

Beträffande kravet på brandskydd sägs inget direkt om rörisolering i SBN, mer än att den skall uppfylla de allmänna kraven. I samband med utarbetande av krav på tygodkännande för rörisolering har Statens planverk gett ut "Interimistiska godkännanderegler för värmeisolering till rörledningar i uppvärmda utrymmen". I dessa säger man att beroende på rörledningens placering skall denna uppfylla de krav som gäller för ytskikt på väggar respektive tak. En isolering för friliggande rörledningar skall därför minst uppfylla fordringarna för ytskikt av klass III. Ytskikt av klass III kan godtas på enstaka rörledningar förlagda där ytskiktskrav av klass II eller I föreligger, om rörledningarnas omslutningsarea ej överstiger 20% av aktuell tak- eller väggyta.

Rörledningarna anses takförlagda om de ligger närmare taket än 0,5 m. Detta avstånd baserar sig på uppskattningar av temperaturen vid taket under en brand. Rörledningar som ligger vid vägg och lägre än 0,5 m från taket anses som väggförlagda.

Till den omslutande ytan räknas även ytan på ventilationskanaler som är förlagda i samma utrymme. Om man avviker från ytskiktskravet på ventilationskanalen och den har en omslutande yta som är 20% av tak eller väggytan så medges inget avsteg från ytskiktskravet för rörisoleringen. För att kunna göra ett avsteg från ytskiktskravet på rörisolering så krävs att man undersöker vilket ytskikt som kommer att användas på ventilationskanalerna.



Figur 3.1 Om isoleringens omslutande area är mindre än 20% av takytan får isoleringens ytterdiameter vara maximalt 12 cm om taket är 2 m brett.

I utrymningsvägar bör man vara mer restriktiv med avsteg från kraven på ytskikt, särskilt beträffande rörledning som går längs t ex en korridor. Enstaka rör tvärs över en korridor kan dock godtas utförda med ytskikt av klass II eller III. För inbyggda isolerade rör ställs inga brandskydds krav.

Beträffande rörisolering kan bestämmelserna kring brandkraven sammanfattas så att i utrymningsvägar skall ytskiktet uppfylla kravet för klass I och materialet skall vara obrännbart, om utrymningsvägen ligger i en brandsäker, brandhärdig eller i en icke brandsäker eller brandhärdig byggnad som innehåller hotell, vårdanläggning, skola, samlingslokal e dyl. Dock får undantag göras för enstaka rör som korsar utrymningsvägen. De kan utföras med ett ytskikt i klass II eller III.

I en utrymningsväg som ligger i en byggnad som icke är brandsäker eller brandhärdig och som är gemensam för två eller flerbostads- eller kontorslägenheter kan man ha ytskikt av lägst klass III på rörisolering belägen i taket.

I byggnormen anges krav på ytskikt i olika typer av utrymnen där det ställs olika stora krav på brandsäkerhet. För utrymningsvägar anges kraven i SBN kap 37:241 och för övriga utrymnen i SBN kap 37:412. Ytskiktskraven och kravet på isolermaterialet har sammanfattats i tabell 3.1.

Tabell 3.1 Brandkrav på isolermaterial och ytbeklädnad för rörisolering. A och B är brandkrav för isolermaterial, A obrännbart och B brännbart. I, II, III är ytskiktssklass för ytbeklädnaden, I högsta klass.

	Brandsäker byggnad	Brandhärdig byggnad	Ej brandsäker eller brandhärdig byggnad som är:	
			hotell, vårdskola, samlingslokal	gemensam för flera bostads- eller kontorslägenheter
Utrymningsväg				
Tak	AI	AI	AI	AII,BII
Vägg	AI	AII	AII	AII,BII
Enstaka korsande rör i lägst BIII				

Övriga utrymmen

Tak	AI	AII	lägst BIII ¹⁾	lägst BIII
Vägg	lägst BII	lägst BIII	lägst BIII	lägst BIII

1) Tak i ej brandsäker eller brandhärdig vårdbyggnad lägst BII

Om isoleringens omslutande yta är mindre än 20% av aktuell tak- eller väggyta tillåts lägst BIII i övriga utrymmen.

Små avskilda rum, mindre väggytor

Tak	AI	lägst BIII
Vägg	lägst BIII	lägst BIII

Den lägsta ytskiktssklassen som får användas i byggnader är III. För rörisolering innebär detta att man får använda ett brännbart isolermaterial klätt med en ytbeklädnad som uppfyller klass III.

Väggförlagd rörledning ligger vid vägg och lägre än 0,5 m från tak.

Är ett brännbart isoleringsmaterial klätt med ett ytskikt som uppfyller ytskiktsskravet för det utrymme där rörledningen är förlagd kan hela isoleringen anses uppfylla kravet om ytbeklädnaden hindrar lufttillträde till det brännbara isolermaterialet vid brand. Om lufttillträdet hindras kan ej isolermaterialet brinna. Detta villkor kan anses vara uppfyllt för plåtklädd platskummad cellplast. Ett rör med sådan isolering skulle kunna förläggas i ett utrymme där det enligt ovanstående tabell 3.1 finns krav på isolermaterial och ytbeklädnad enligt AI.

För tillfället är underlaget för val av ytbeklädnad otillfredsställande eftersom flera av de vanligast använda materialen inte är typpodkända i ytskiktssklasser. Vissa cellplastisoleringar klassas i ytskiktssklass II och II och eftersom de anbringas på ett obrännbart material d v s på en rörledning kan de användas där det finns krav på ytskiktssklass II och III. Dessa isolermaterial är däremot inte obrännbara.

3.3 Standard

3.3.1 Byggstandardiseringen

Det finns för närvarande ett förslag till beräkningsmetod för optimal isolertjocklek som ev kommer att ges ut som standard. I detta förslag undersöks nuvärdet av värmeförlusten, underhållskostnaden och investeringskostnaden för att finna det isolerutförande som ger det lägsta nuvärdet. Detta utförande är det optimala. Denna metod är tyvärr arbetskrävande varför den lämpar sig bäst för datorberäkningar.

Byggstandardiseringen har även ett förslag till svensk standard för rörskålsmått.

3.3.2 Skogsindustriella Standardiseringsgruppen SSG

Denna grupp ger ut standarder för rörledningar i företrädesvis pappersindustrin.

För isolering har man givit ut en standard som heter: Isolering av rörledningar, ventilationskanaler, vissa röckanaler o d samt cisterner, SSG 1591. Den fjärde utgåvan gäller från 1979-07-01. Denna standard är uppbyggd på ungefär samma sätt som VVS AMA, med rubriker och koder som kan användas för att beskriva ett isolerutförande eller en viss typ av ytbeklädnad. Standarden avslutas med rekommendationer för ekonomisk isolertjocklek, där driftstider och ekonomiska förhållanden anpassats till användning i industrin. Isolertjocklekarna är även anpassade till att man ofta har högre medietemperaturer i rörledningarna.

3.4 AMA

AMA eller Allmän material och arbetsbeskrivning är avsedd att utgöra underlag för upprättande av beskrivningar. I en beskrivning skall även ingå gällande föreskrifter från myndigheter. AMA ges ut för olika områden inom byggverksamheten, som Mark och hus, VVS, Kyl och El. AMA innehåller rubriker som är numrerade enligt ett särskilt system, så att man skall kunna bygga upp systematiskt ordnade beskrivningar.

Den senaste och för tillfället gällande versionen av AMA gavs ut 1972. För närvarande är en ny version under arbete, som väntas komma ut 1984.

Isolering av rör i AMA 72 behandlas i VVS AMA och i Kyl AMA. I VVS AMA ger man rubriker som skall användas för att på ett entydigt sätt kunna beskriva en viss typ av isolering. Isoleringarna behandlas i kapitel K8 Totalisolering av vvs-anläggningar. Avsnittet inleds med en allmän genomgång av utförandekrav. Där anges vilka materialegenskaper hos isolermaterialet som är viktiga för att kunna specificera rätt material, som tätet, värmeledning o s v. Motsvarande genomgång av materialegenskaper görs för ytbeklädnader.

Därefter beskrivs olika monteringsmetoder, som lindning, najning etc och man visar hur avslut bör utföras vid olika typer av isoleringar.

Därefter anges hur man beskriver olika typer och utföranden av isoleringar, med angivande av respektive kod. Vill man t ex ha en rörledning som isoleras med rörskål av mineralull fastsatt genom spirallindning eller bandning skall man skriva: K8.1141 Isolering av rörledning med rörskål av mineralull. På motsvarande sätt anges rubrikerna för beskrivning av ytbeklädnader. Vill man t ex ha en diffusionstät ytbeklädnad av asfaltimpregnerad cellulosapapp typ YAC 400/150 som monteras genom spirallindning med koppartråd och som är diffusionstätad skall man skriva: K8.1233 Ytbeklädnad av rörisolering med asfaltpapp, YAC 400/150, diffusionstätning. Därefter anges hur man utför överisolering av ventiler.

För att kunna bestämma lämplig isolertjocklek avslutar man isolerkapitlet med en tabell: K8/1 Serietabell för val av ekonomisk isolertjocklek vid mineralullsisolering av rörledningar. I denna tabell anges isolertjockleken för rör med ytterdiameter i intervallen 15-50 mm, 51-100 mm, o s v vid isolerserie upptill serie 25. Det är dessa isolerserier som sedan används för att ange isolertjockleken för rör av en viss typ i en byggnad.

Isolerserien kan bestämmas med hjälp av tabellens övre del, där man har ingångsdata som bränslepris och temperaturskillnad mellan värmemedium och omgivande luft. Dyrare bränsle och större temperaturskillnad mellan omgivande luft och värmemediet ger större ekonomiskt optimal isolertjocklek. Tabellen gäller för drifttiden 6 000 h/år, 10 års amorteringstid och 7% ränta.

Energipriser, räntor och driftstider kan givetvis variera mellan olika tidpunkter och mellan olika organisationer. Vid uppställandet av tabellen användes priset för isolering och isolerarbete vid en viss tidpunkt, vilket givetvis även varierar med allmän prisökning och med arbetskostnadsökningar.

Till VVS AMA 72 hör Råd och anvisningar, som senast gavs ut 1978.

I avsnittet som behandlar rörisolering i RA 78 VVS anges lämpliga kombinationer av isolering och ytbeklädnad och utförandekraven och materialbeskrivningen kompletteras.

Beträffande dimensionerna för rörisolering anges dessa i en likadana tabell som i VVA AMA 72 men som räknats om för gällande priser och som utvidgats med ytterligare 4 serier från serie 21 till serie 29. Liksom tidigare går man in i tabellen med energipris och temperaturskillnad mellan värmemedium och omgivning. Tabellen gäller för mineralullsisolering med enklare ytbeklädnad t ex plastbelagd papp eller plastplåt. Även här används drifttiden 6000 h/år, räntan 7% men amorteringstiden 15 år vilket ger en annuitetsfaktor på 0,11. Det energipris som man i medeltal anser gälla under installationens brukstid skall användas vid beräkningen.

Fördelen med att använda isolertjocklek enligt serie är att man endast behöver ange ett tal för att kunna bestämma isolertjockleken för samtliga rördimensioner i ett visst rörsystem. Nackdelen med tabellerna är att priserna blir inaktuella, och att man inte kan variera kalkylräntan efter typ av organisation som bedömer isoleringens optimala tjocklek. Man kan inte heller bedöma hur en varierande medeltemperatur eller annan drifttid kommer att inverka på värmeförlusten och därmed på den optimala

isolertjockleken.

Det förefaller därför lämpligt att kunna beräkna lämplig serie genom en formel där man kan ta hänsyn till variationerna, och sedan endast använda tabellerna för att kunna bestämma optimal isolertjocklek vid olika rördiametrar.

3.5 VVS-Handboken

I VVS-Handboken från 1963 finns en genomgång av olika isolermaterial och ytbeklädnader samt dimensionering. Optimal isolertjocklek kan väljas ur ett nomogram där man använder amorteringstiden, drifttiden per år, temperaturdifferensen, rördiametern och bränslepriset som ingångsvärde. Den optimala isolertjockleken som här kallas den ekonomiska isolertjockleken kan även beräknas med hjälp av en formel som anges i nomogrammet. Formeln och nomogrammet tar ingen hänsyn till kalkylränta utan endast till vad som kallas amorteringstid.

Nomogrammet tillåter att man väljer ekonomisk isolertjocklek inom så stora områden som mellan 4-20 års amorteringstid, drifttid mellan 1000 och 8760 h/år, temperaturdifferens mellan 30 och 600 °C och rördiametrar mellan 15 och 300 mm. Den ekonomiska isolertjockleken varierar mellan 15 och 200 mm.

3.6 VVS-Handboken, Tabeller och diagram

I VVS-Handboken, tabeller och diagram som gavs ut 1974 återger man samma nomogram som i VVS-Handboken från 1963, som där anges gälla för rördiametrar under 300 mm. Detta nomogram har man kompletterat med ett annat nomogram för optimal isolertjocklek på plana ytor och rör grövre än 300 mm. Ingångsvärdena är liksom för tidigare nomogram bränslepriserna, vilket gör nomogrammen inaktuella efterhand som relationen mellan en bränslepriser och isolerkostnader ändras. Dessa nomogram tillåter annars att man kan ta hänsyn till att temperaturen på ett rör varierar genom att man i förväg beräknar medeldriftstid.

I VVS-Handboken, Tabeller och diagram återger man även tabellen över isolerserier ur VVS AMA 72. Gentemot nomogrammet har tabellen fördelen att den direkt ger en befintlig isolerdimension som finns att köpa, medan man med nomogrammet måste approximera och med hjälp av isolertillverkarens katalog finna en lämplig dimension.

3.7 VA-Handbok

VA-Handbok, Projektering innehåller anvisningar för val av isolering på inomhusförlagda ledningar. Den återger värmeledningstalen för olika isolermaterial och anger hur man väljer lämplig isolertjocklek med hänsyn till frysning av vattenledningar förlagda i ouppvärmda utrymmen och vilken isolertjocklek som skall användas för att kondens på isoleringens yta skall förhindras vid isolering av kalla ledningar.

Dessutom återger figur 39:22 ur SBN 80 och tabellen över isolertjocklekar enligt serie ur Råd och anvisningar 78 till VVS AMA

72. Dessutom citerar man SBN 80 beträffande isolering av tappkallvattenledningar för att förhindra oönskad uppvärmning.

3.8 Byggnadsstyrelsen

Byggnadsstyrelsens tekniska byrå har gett ut en information om Värme från ventiler. Den innehåller anvisningar för i vilken utsträckning ventiler skall isoleras. Genom ekonomiska optimeringsberäkningar har man kommit fram till att isolering bör utföras för ventiler med en storlek fr o m anslutningsnummer 25.

3.9 Energiverk

Energiverken i varje kommun ger ut egna instruktioner eller ger ut instruktioner tillsammans med angränsande kommuner för anslutning av fjärrvärme. I dessa instruktioner anges hur primärledningarna skall isoleras både vad gäller tjocklek, isolermaterial och ytbeklädnad. Val av isoleringen för sekundärsidan överläts dock åt byggherren.

3.10 Företagsmallar

Företag som arbetar med rörisolering är tillverkare, konsulter och entreprenörer. Tillverkarna ger ut material för val av rörisolering, vanligtvis av reklamkaraktär, men det finns även tillverkare som ger ut material av handbokskaraktär, med anvisningar för val av både material och val av optimal isolertjocklek.

De som tillverkar mineral- och glasullsisolering har formler och nomogram samlade i sina broschyrer så att man kan beräkna värmeförluster och välja ekonomisk optimal isolertjocklek i olika installationsfall. Man anger även isolertjocklek med hänsyn till kondens hos kalla rör och för att förhindra frysning av rör i ouppvärmda utrymmen.

De som tillverkar isolering för köldbärarledningar ger ut nomogram för bestämning av isolertjockleken hos deras isolermaterial för att förhindra att kondens faller ut på isoleringens yta.

De flesta tillverkare av mjuka cellplastisoleringar behöver inte ge ut något material om hur man skall dimensionera isoleringen, eftersom den vid tillverkningen givits de dimensioner som motsvarar värmeavgivningen enligt SBN 80, figur 39:22. Typgodkända cellplastisoleringarna tillverkas vanligen i två dimensionsserier, en avsedd för inbyggnad och en avsedd för friliggande rör.

Tillverkarna av förisolerade rör uppfyller endast kravet på värmeavgivning i SBN 80, eftersom man inte kan ändra dimensioner sedan man en gång valt ett förisolerat rör.

Konsulterna har ofta egna mallar för val av både material och isolertjocklek. De ansluter i de flesta fall till AMA. Dessutom kan man ha färdiga beskrivningsmallar där man återger lämplig

AMA-text tillsammans med kommentarer till ledning för konstruktörerna. Kommentarererna bygger på företagets erfarenheter av olika isolermaterial och utföranden.

Vid val av isolertjocklek använder man ofta tabellen enligt Råd och anvisningar, egna beräkningar eller enligt jämförelse med liknande projekt.

Materialvalet görs enligt mallarnas kommentarer och enligt krav på brandklass. Det vanligaste materialet är mineralull som kläs med plastplåt eller plastklädd papp (EPS) för isolering av varma rör och mjuk cellplast utan ytbeklädnad för isolering av kalla rör.

Entreprenörerna avgör oftast varken material eller tjocklek, men vissa större isolerentreprenörer har utvecklat egna dataprogram för beräkning av optimal isolertjocklek.

4 ISOLERTEORI

För att kunna dimensionera en värmeisolering måste man kunna beräkna värmeförlusten från isoleringen vid olika tjocklekar. Därigenom får man fram vad värmeförlusten kostar under isoleringens drifttid. Denna kostnad jämförs med kapitalkostnaden för isoleringen vid olika tjocklekar. I de flesta fall finns en isolertjocklek som ger ett minimum av summan mellan kostnaden för värmeförlusterna och kostnaden för installationen. Denna tjocklek kallas den optimala isolertjockleken.

Den värmeeffekt som går från ett rör genom isoleringen och ut i omgivningen per meter rör kan schematiskt skrivas:

$$P = \frac{2\pi}{\frac{1}{r_1 \alpha_1} + \frac{1}{r_2 \alpha_2} + \frac{1}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} (t_r - t_0)$$

I formeln används följande beteckningar:

P_g , effektförlust per meter rör (W/m)

r_1 , rörets ytterdiameter (m)

α_1 , värmeövergångstal mellan rör och isolering (W/Km²)

r_2 , isoleringens ytterdiameter (m)

α_2 , värmeövergångstal mellan isolering och omgivning (W/Km²)

λ , värmeledningstal för isoleringen (W/Km)

t_r , temperatur på rörets ytteryta (K)

t_0 , omgivningens temperatur (K)

Den värmemängd som röret förlorat (Q) under en viss tidsperiod (τ) kan skrivas:

$$Q = \int_0^{\tau} P dt \quad (\text{J, Wh})$$

Eller vid konstant temperaturskillnad mellan rör och omgivning:

$$Q = P \tau \quad (\text{J, Wh})$$

Drifttiden är den tid som det isolerade systemet är i drift per år eller under annan tidsperiod som man vill beräkna värmeförlusten under. Vid den ekonomiska optimeringen är det lämpligt att beräkna värmeförlusten per år, eftersom man genom en annuitetsfaktor kan beräkna den årliga kapitalkostnaden och på så sätt jämföra kapital och värmeförlustkostnader under samma tidsperiod.

Vid dimensioneringen av isolering av rör i byggnader måste man skilja på om röret ligger i ett utrymme som skall värmas till en kontrollerad rumstemperatur eller det ligger i ett utrymme där uppvärmning är onödig. Man måste dessutom ta hänsyn till om mediatemperaturens variationer under uppvärmningssäsongen.

Att rörledningarnas temperatur varierar kan man ta hänsyn till vid beräkningen av optimal isolertjocklek om man känner hur temperaturen varierar med tiden. Det som är svårare att ta hänsyn till är hur mycket av den värme som avges från ett rör som kommer att användas för nyttiga ändamål, d v s om den kommer att ersätta värme som man annars skulle få betala för.

Om värmen från ett rör avges i ett utrymme där all uppvärmning är önskad som t ex i en kulvert har den avgivna värmen inget värde. Likaså har den avgivna värmen inget värde om den avges i ett utrymme som redan har värmeöverskott. Det är vanligt att man har värmeöverskott i pannrum och undercentraler, varför all värmeavgivning från ett rör där saknar värde. Värmeavgivning från rör kan t o m ha ett negativt värde, d v s kräva en ekonomisk uppoffring för att ta hand om den. Detta är fallet i utrymmen med så stort värmeöverskott att det krävs klimatkyla för att föra bort värmen. Exempel på sådana utrymmen är datacentraler och vissa apparatrum.

I utrymmen där man önskar hålla en kontrollerad temperatur, som i en lägenhet eller ett kontorsrum, går oftast ledningar med vatten vars temperatur styrs av en shuntgrupp med en reglercentral som kompenserar framledningstemperaturen efter utetemperaturen. Tar man vid dimensioneringen av uppvärmningssystemet hänsyn till värmeavgivningen från rörledningarna behöver man inte isolera dessa, eftersom de ingår i uppvärmningssystemet och avger värme till rummet på ungefär samma sätt som radiatorerna. Det kan dock finnas vissa motiv för isolering även av dessa ledningar, beroende på att de t ex är förlagda på sådana ställen där värmeavgivning inte är önskvärd.

Förses radiatorerna med radiatortermostatventiler kommer radiatorernas temperatur att styras både av reglercentralen och av radiatortermostatventilen. Då kan rörledningarna i uppvärmningssystemet ge upphov till önskad uppvärmning av rummet då temperaturen där är så hög att termostatventilen har stängt av vattenflödet genom radiatorn och därmed även genom kopplingsledningarna. I detta fall bör man således isolera rörledningarna så att den önskade värmeavgivningen minskas.

Man måste dock notera att om rumstemperaturen inte är så hög att radiatortermostatventilen har stängt helt, så kommer termostatventilen att hjälpa till att minska radiatorns värmeavgivning så att radiatorns och rörledningens värmeavgivning tillsammans ger den önskade rumstemperaturen. Då kommer införandet av radiatortermostatventiler att minska kravet på isolering och på att man skall ta hänsyn till värmeavgivningen från rören vid dimensioneringen.

Det är således endast i de fall då man har så stor intern värmeutveckling och solinstrålning i rummet att radiatortermostatventilen stänger av radiatorn, som man har behov av att isolera rörledningarna, utom radiatorns kopplingsledning. Värmeavgivningen från kopplingsledningen styrs av termostatsventilen på samma sätt som för radiatorn.

Rörledningar i uppvärmningssystem vars framledningstemperatur styrs av utetemperaturen isoleras således endast då de kan ge upphov till önskad värmeavgivning. Detta kan inträffa då de ligger förlagda till utrymmen som ej behöver värmas eller där

värmen endast delvis kommer byggnaden tillgodo.

Utrymmen som ej behöver värmas kan vara källare, vindar, schakt o s v. Utrymmen där värmen endast delvis kommer byggnaden tillgodo är t ex schakt i ytterkant av byggnaden, i golvbjälklag vid yttervägg, rörslits i yttervägg o s v.

I de utrymmen som ej behöver värmas kan man göra en ekonomisk optimering av isolertjockleken utgående från temperaturskillnad mellan röret och utrymmet och den tid under vilken temperaturskillnanden finns.

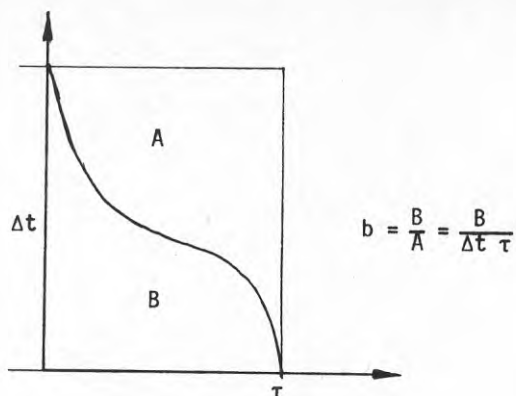
I utrymmen där man önskar hålla en kontrollerad temperatur kan även gå rörledningar som har konstant temperatur t ex tappvarmvattenledningar med vvc. Värmen från dessa ledningar kommer visserligen att avges till utrymmen som kräver uppvärmning, men den går inte att kontrollera. Under sommar, vår och höst kommer denna värme att ge upphov till övertemperaturer i byggnaden, medan den under vintern bidrar till uppvärmningen. Värmeavgivningen är svår att ange generellt när det gäller hur stor del som är oönskad. I SBN anvisas maximal värmeavgivning enligt kap 39:222. Förläggs däremot en tappvarmvattenledning med vvc till ett utrymme där uppvärmning inte är önskvärd skall isoleringen dimensioneras enligt en ekonomisk optimering som leder till större isolertjocklekar än de som uppfyller SBN 39:22.

Värmeförlust från värmerör

Vanligen varierar framledningstemperaturen i värmesystemen efter utetemperaturen. Detta innebär att systemet endast har sin dimensionerande framlednings- och returtemperatur under de perioder på året då det råder extrem utetemperatur.

Vid den extrema utetemperaturen avger uppvärmningssystemet sin maximala effekt. För att beräkna rörets medeltemperatur kan man använda en varaktighetskurva för utetemperaturen eftersom framledningstemperaturen är en linjär funktion av skillnaden mellan utetemperaturen på hösten då värmesystemet tas i drift och den rådande utetemperaturen. Den utetemperatur då värmesystemet tas i drift varierar mellan olika byggnader beroende på intern värmeutveckling och isolering i väggar samt förekomsten av värmeåtervinning. I ett bostadshus som har liten intern värmeutveckling och om det är byggt tidigare än 1975 brukar man räkna med att uppvärmningen startar då utetemperaturen sjunker under ca 17°C. I ett nyare kontorshus med värmeåtervinning behövs ingen yttre värmeförlust för uppvärmning för än kanske vid 0°C.

För att man enkelt skall kunna beräkna rörets medeltemperatur under året beräknas en medeltemperaturfaktor (b) som anger förhållandet mellan medeltemperaturskillnaden och produkten av drifttiden och den dimensionerande temperaturskillnaden enligt figur 4.1.



Figur 4.1 Varaktighetskurva för temperaturskillnaden mellan innetemperatur och uttemperaturen vid vilken uppvärmningsbehovet startar

Genom att jämföra den totala arean A och arean under varaktighetskurvan B vid varaktighetskurvor för olika delar av Sverige får man förhållandet b till ca 0,33. Vilket innebär att värmeförlusten från ett värmerör där framledningstemperaturen styrs av uttemperaturen kan beräknas som:

$$Q = 0,33 P \times \tau \text{ (Wh/år)}$$

P , värmeförlusten vid dimensionerande utetemperatur (W)

τ , drifttiden för uppvärmningssystemet, h/år

b , medeltemperaturfaktor

5 PRISSÄTTNING

Isoleringsarbete utförs oftast av en särskild isolerentreprenör, sedan rörentreprenören installerat rören och utfört eventuella kontroller. Isolerentreprenören beräknar priset för att utföra en viss mängd isolerarbete.

Vid mindre isoleringsarbeten kan även rörentreprenören utföra isoleringen.

Till sin hjälp vid prissättningen av arbetet har entreprenören s k prisblad. Dessa blad har utarbetats av Rörfirmornas riksförbund i samråd med Isoleringsfirmornas förening. De innehåller materialpriser och grundackordslöner. För att erhålla ett färdigt pris för rörisoleringen multipliceras grundackordet med en multiplikator och produkten adderas till materialpriset.

Multiplikatorerna varierar beroende på var arbetet utförs. Multiplikator I gäller för isoleringar i panncentraler, undercentraler, apparatrum och i punkthus.

Multiplikator II gäller för isoleringar i bostadshus med rak källargång, kontorshus, varuhus och större industri- och lagerlokaler.

Multiplikator III gäller för isoleringar i gångbara kulvertgångar, kulvertar i mark och större distributionsledningar.

Det är dyrast att isolera i panncentraler och liknande utrymmen där multiplikator I gäller och billigast där multiplikator III gäller.

Till multiplikatorn läggs särskilda tillägg för dagtraktamente beroende på arbetsortens placering men även tillägg beroende på var i byggnaden som arbetet skall utföras. Det är dyrare i trånga utrymmen och på högre våningshöjder.

Prislistan förutsätter att beställaren tillhandahåller så gott som nästan all utrustning för isolerarbetet utom rena handverktyg. Dessutom krävs att avståndet mellan färdig isolering och angränsande byggnadsdel ej understiger 5 cm.

Prislistan publiceras i Rörfirmornas Riksförbunds nettoprislista och förnyas efterhand som materialpriser och arbetslöner ändras.

I nettoprislistan publiceras även priser på övrig isolermaterial som kan användas vid beräkning av anbud.

Liksom för övriga entreprenadpriser tillkommer byggmoms och ev byggherrekostnader som beroende på entreprenadform tillsammans kan ge ett påslag på mellan 30-40% på entreprenadkostnaden.

Den beskrivna beräkningsmetoden innebär således att isoleringsarbete utförs på rent ackord, till skillnad från rörarbete som utförs på ett blandackord. Ett rent ackord har ingen fast del, d v s arbetaren har ingen fast grundtimpning.

De framräknade priserna enligt Kalkyleringsnormerna kan i praktiken givetvis modifieras beroende på entreprenörens erfarenheter och bedömning av det prissatta arbetet.

För vissa utföranden av isolering görs tillägg för böjar.

En annan lista med priser för isolering är den s k LAT-DATA. Här anges priset per meter rör direkt för olika dimensioner av mineralullsisolering med olika ytbeklädnad enligt AMA. Priserna anges också för olika typer av lokaler och för olika höjd över marken eller höjd på det utrymme där isoleringen skall installeras. Listan finns i två upplagor, en som gäller vid nybyggnad och en som gäller i befintliga byggnader.

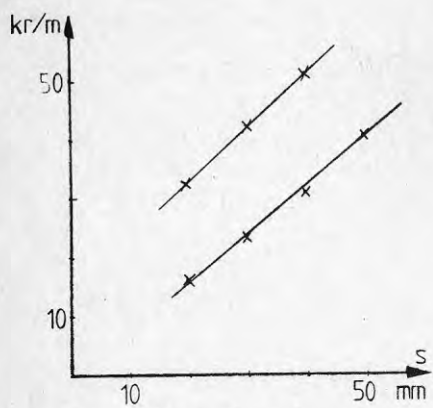
För att ta reda på de ungefärliga priserna för isolermaterialet kan man använda tillverkarnas prislister, men då måste man lägga märke till leveransvillkor och rabatter.

Då man söker den ekonomiskt optimala isolertjockleken är det lämpligt att ange kostnaden för isoleringen som funktion av isolertjockleken. För att göra beräkningarna enkla kan man använda en linjär funktion. Men en linjär funktion blir isolerkostnaden även linjär mot isoleringens ytterdiameter eller ytterradie.

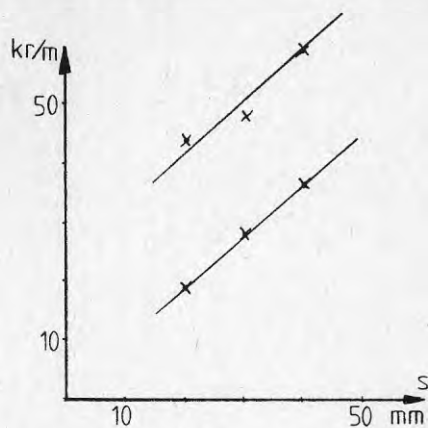
För att kunna genomföra optimeringsberäkningar för mineralullsisolering med och utan ytbeklädnad har kostnaden för isolering av rör i utrymmen där multiplikator II gäller, beräknats och redovisas i figur 5.1 - 5.3 för rördiametrar 18, 48 och 89 mm vid olika isolertjocklekar. Priserna avser 1982 och innehåller 40% pålägg för moms och byggherrekostnader. Den övre linjen anger priset för isolering med rörskål av mineralull som klätts med plastplåt. Den undre linjen i figurerna anger priset för enbart rörskål av mineralull.

Priset för isoleringen består av priser för material och arbete. Materialpriset är den del av priset som varierar kraftigt mellan olika rördiametrar och isolertjocklekar. Kostnaden för isolering är i stort sett linjär mot tjockleken även för större tjocklekar än de som visas i figurerna. De större tjocklekarna kräver isolering i två lager, d v s man lägger en rörskål innerst mot röret och ytterligare en utanpå den första.

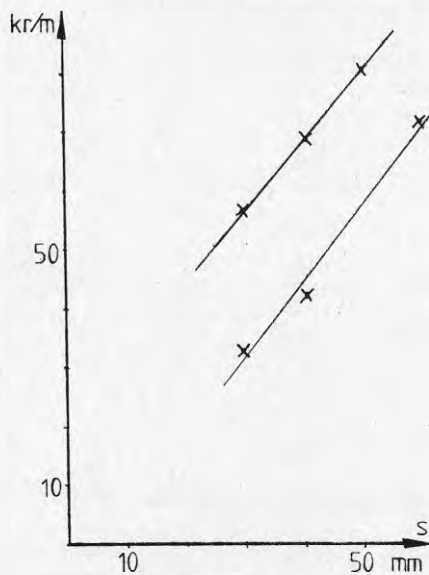
För de tre rördiametrarna kan man konstatera att priserna för isoleringen är så gott som en linjär funktion av isolertjockleken för både klädd och oklädd isolering. Prisets ökning med ökade isolertjocklek är tämligen lika för de olika rördiametrarna och beklädnadsalternativen. Detta kommer ytterligare att förenkla optimeringen genom att man kan skriva priset för isoleringen som en särskild faktor, isolerprisfaktorn p , gånger isoleringens ytterradie r_2 plus en konstant k . Isolerprisfaktorn är med andra ord lika med lutningen på linjerna i figur 5.1 - 5.3.



Figur 5.1 Isolerpris, rördiameter 18 mm



Figur 5.2 Isolerpris, rördiameter 48 mm



Figur 5.3 Isolerpris, rördiameter 89 mm

6 OPTIMERING

I detta avsnitt visas hur man finner en optimal isolertjocklek utgående från formeln för värmeavgivningen och resonemangen i avsnitt 4 och utgående från priserna i avsnitt 5. Vid härledningen av formeln för optimal isolertjocklek nedan förutsätts att den värme som avges från isoleringens ytteryta saknar ekonomiskt värde, eller om optimeringen avser en kall ledning, förutsätts att värmeupptagningen inte har något ekonomiskt värde. Att inte värmeupptagningen har något ekonomiskt värde innebär att ledningen är förlagd till ett utrymme som inte behöver eller skall kylas.

För att kunna finna en optimal isolertjocklek, vid vilken summan av kapital och driftskostnader har ett minimum beräknas de årliga kapitalkostnaderna och de årliga kostnaderna för värmeförlusten från en meter rör som funktion av isoleringens ytterradie r_2 .

Kapitalkostnaden kan då skrivas:

$$(p_i r_2 + k) a$$

p_i , isolerpridfaktor, priset för ökad isolertjocklek, kr/m isolertjocklek och m rör

a , annuitetsfaktor, bestäms av kalkylräntan och av isoleringens brukstid

k , konstant, kr

Att priset för isoleringen kan anges på detta förenklade sätt har visats i kap 5.

För att enkelt kunna beräkna kostnaderna för värmeförlusterna från röret försummas värmemotstånden mellan röryta och isolermateriel och mellan isolering och luft vilket medför att kostnaden för värmeförlusten kan skrivas:

$$\frac{2\pi \lambda \Delta t p_e b \tau}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

Beteckningar enligt avsnitt 4.1, utom

Δt , dimensionerande temperaturskillnad (K)

p_e , energipris (kr/Wh)

De båda kostnaderna läggs samman, summan deriveras och derivatan sätts lika med noll. Därefter skrivs formeln om på nedanstående sätt.

$$r_2 \ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{\pi \lambda \Delta t b p_e \tau}{a p_i}$$

Det går således inte att lösa ut r_2 för en explicit beräkning av isolertjockleken ($r_2 - r_1$) utan denna formel måste lösas

iterativt, vilket ger omfattande numeriska beräkningar.

I ovanstående formel är alla faktorer för isoleringens dimensioner samlade i vänstra ledet, vilket bestäms av faktorerna i högra ledet. En lämplig förenkling skulle enligt avsnitt 3.4 vara att utgående från faktorerna i högra ledet beräkna lämplig isolerserie enligt AMA. Tabellen över isolertjocklekar i AMA tar hänsyn till hur tjockleken varierar med rördimensionen inom en viss serie.

För att kunna finna den optimala isolerserien vid ett visst värde på högra ledet beräknas vänstra ledet för de värden på isolertjocklek och rördiameter som använts vid uppställningen av tabell RA K8/8 i RA 78 VVS inom varje serie. Serienumren sätts av på y-axeln i figur 6.1 mot de beräknade värdena på x-axeln.

Med hjälp av figur 6.1 kan man sedan finna optimal isolerserie endast genom att beräkna värdet av högra ledet, gå in på x-axeln med detta värde gå upp till kurvan och läsa av isolerserien på y-axeln.

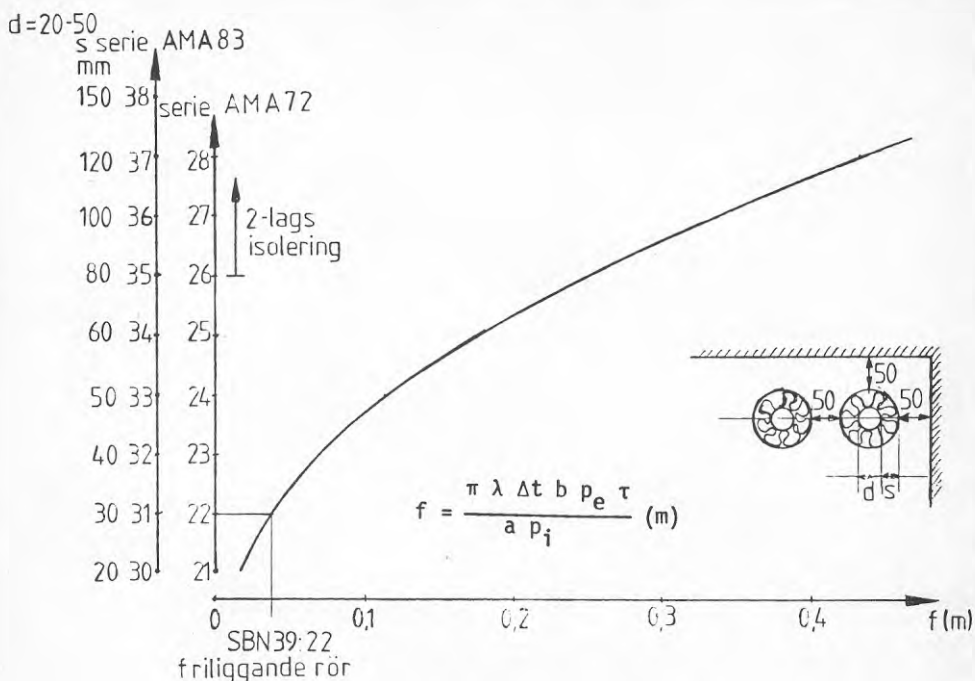
För mineralullsisoleringar både med och utan ytbeklädnad kan man använda ett p_i enligt avsnitt 5 på 1 000 kr/m² d v s att öka isolertjockleken med 1 cm kostar 10 kr/m rörledning.

För andra typer av isoleringar där det är möjligt att fritt välja isolertjocklek, kan man på samma sätt som i avsnitt 5 rita upp hur priset för isoleringen varierar med tjockleken och därefter bestämma p_i för denna isolertyp.

Enligt förhandsuppgifter kommer den nya utgåvan av VVS AMA 1983 att innehålla en tabell över isolerserier, som är uppbyggd på samma sätt som i VVS AMA 72. Med hjälp av värden på isolertjocklek och rördiameter ur VVS AMA 83 har optimal isolerserie kunna läggas in i figur 6.1. Serienummer som avser AMA 83 börjar med siffran 3.

Vid fastställandet av priset för isoleringen tas ingen hänsyn till att den byggnadsvolym som upptas av isoleringen har ett värde. Detta är ett riktigt antagande så länge som inte isoleringen inkräktar på utrymme som skulle kunna användas för andra ändamål eller isoleringen kräver att man vidtar byggnadstekniska åtgärder för att få plats.

En vanlig förläggingsplats för rör i byggnader är ovan undertak i korridorer. Utrymmet för rör och isolering ges av kravet på takhöjd i de utrymmen som används för nyttiga ändamål som t ex kontorsrum där takhöjden skall vara minst 2,40 m enligt Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar. Detta mått tillsammans med en lämplig takhöjd i korridoren ger utrymmet för rör och rörisolering. Vill man utvidga detta utrymme krävs att takhöjden ökas d v s att avståndet mellan bjälklagen ökas vilket medför att byggnaden blir högre. En sådan ändring medför att en ökning av isolertjockleken kommer att bli mycket dyr. Därför bör man vid dimensionering av isolertjockleken göra en avvägning mellan vad det kostar att ändra byggnadsdelar och att använda en tunnare isolering.



Figur 6.1 Diagram för val av optimal isolerserie. Beteckningar enligt avsnitt 4.1 och 6

Vid dimensionering av isolering i schakt med lodräta rör, kommer en ökning av isolertjockleken att minska den uthyringsbara ytan genom att schaktet kommer att ta större utrymme i anspråk. Vid dimensioneringen av den optimala isolertjockleken måste man även ta hänsyn till det utrymme som krävs för att komma åt och montera isoleringen.

Vid uppställningen av prislistan för isolerarbeten har man förutsatt att avståndet mellan färdig isolering och angränsande byggnadsdel ej understiger 5 cm.

Utrymmebehovet för rörledningar kan beräknas enligt Svensk Standard SIS 91 03 04, VVS Installationer. Beräkning av utrymmen för rörledningar.

Vid dimensionering av isoleringen efter ekonomiskt optimal isolertjocklek bör man inte överskrida det utrymmebehov isoleringen inklusive utrymme för montering, som ges av de byggnadstekniska utrymmena. Det är oftast ekonomiskt optimalt att inte göra några kostsamma ändringar i själva byggnaden för att få plats med en ekonomiskt optimal isolertjocklek. Det blir i regel billigare att anpassa isolertjockleken efter utrymmet och i stället låta röret arbeta med högre värmeförluster på denna sträcka.

Vid val av isolermaterial kommer ett billigt isolermaterial att ge en större optimal isolertjocklek, och därmed lägre värmeförluster och lägre totalkostnad under isoleringens livslängd. Dyrare material, är inte endast dyrare i sig själv utan medför även

att värmeförlusterna vid optimal isolertjocklek ökar.

Isolering av köldbärarrör

Isolering av köldbärarrör ger upphov till större tekniska problem än isolering av varma rör, genom att fukt från luften kondenserar på kalla ytor.

För att hindra kondensering av vatten från luften måste man se till att de ytor som kommer i kontakt med luften har en temperatur som överstiger luftens daggpunkt. Dels måste man isolera så att isoleringens yta får tillräckligt hög temperatur och så att inte vattenånga från luften kan tränga in till rörytan. Isolering och rörupphängning måste även utformas så att inte upphängningens temperatur blir lägre än daggpunkten. Upphängningen bör därför placeras utanpå både isolering och ångspärr.

För att isoleringens yttemperatur skall bli tillräckligt hög måste isoleringen ges tillräcklig tjocklek. För att hindra vattenånga från luften att komma i kontakt med rörytan används en ångspärr, det vill säga ett skikt som är svärgenomträngligt för vattenånga. I de numera vanligt förekommande isoleringarna har man kombinerat isolermaterial och ångspärr genom att använda skummade syntetmaterial med slutna celler som dels utgör isolering dels är ogenomträngliga för ånga.

Dimensionering med hänsyn till kondensutfall på isoleringens yta kan göras med hjälp av nomogram som isolermaterialtillverkaren tillhandahåller, eller med hjälp av nomogram i VA-Handboken eller VVS-handboken.

Dimensioneras isoleringen med hänsyn till kondensering på ytan kommer den i de flesta fall att uppfylla även kravet på ekonomisk isolering. Används köldbärarledningen för klimatkyla under sommartid kommer driftstiden att vara relativt kort och temperaturskillnaden mellan omgivning och rörledning är lägre än mellan en rörledning i ett värmesystem och omgivning. Priset för kylan räknat per energienhet är även lägre än värmepriset då köldfaktorn ligger strax över 2. Köldpriset är elpriset dividerat med köldfaktorn. Dessa faktorer medför att den ekonomiskt optimala isolertjockleken för en köldbärarledning är avsevärt mindre än den som krävs för att förhindra kondensation på isoleringens yta.

De köldbärarledningar där man ev måste kontrollera om den ekonomiskt optimala tjockleken är större än den som behövs för att hindra kondensation är köldbärarledningar till datacenter med lång driftstid. För att kontrollera detta kan man använda samma formel som används för att finna ekonomiskt optimal isolering av varma rör och figur 6.1. Faktorn p_i måste beräknas för den typ av isolering man tänker använda, genom att man tar reda på isoleringens pris för olika tjocklekar. Det är lämpligt att fråga den entreprenör som installerar den tilltänkta isoleringstypen. Formlen vid figur 6.1 tar ej hänsyn till förändringar i kylmaskinstorlek då man kan ha mindre installerad effekt om värmeupptagningen från köldbärarrören minskar.

7 ERFARENHETER

Från konstruktörer

Vid val av rörisolering används främst tidigare gjorda beskrivningar som utgångspunkt.

Vid isolering av varma ledningar används mineralull som isoler-material och plastplåt som ytbeklädnad. Vissa brandchefer godkänner inte plastplåt eftersom den ger ifrån sig giftiga gaser vid brand (HCl). Plastlaminat typ EPS kan ej användas utanpå nätmatta, eller som tvättbar ytbeklädnad. Plastlaminatet får ej användas där man har brandkrav.

Vid isolering av kalla rör används mest Armaflex. Vid mycket stora entreprenader har mineralull med diffspärr använts. Det är problem att välja rätt ytbehandling för rörmaterial och rätt rörmaterial.

Från entreprenörer

Svårigheterna uppträder vid korsningar mellan rör och mellan rör och ventilationskanaler och elledningar. Svårigheter vid inkopplingar till apparater och vid upphängningar, avgreningar och böjar. Vid dessa ställen är det dåligt med utrymme särskilt vid stora isolertjocklekar. Dessa problem måste lösas redan vid ritbordet.

8 NYA ELLER FÖRBÄTTRADE PRODUKTER

Under arbetet med denna rapport har följande önskemål om nya eller förbättrade produkter framkommit:

Inom området isolering av kalla rör finns störst möjligheter till förbättringar. För att kunna reglera in köldbärarsystem måste strypventilerna isoleras så att de går att komma åt utan att diffusionsspärren fördärvas. Detta kan åstadkommas antingen genom att isolering och diffusionsspärr går att ta av vid inregleringen och sedan går att sätta på så att fullgod isolering och diffspärr erhålles, eller genom att strypventilen utformas så att ratt och manometeruttag är åtkomliga utanför isolering och diffspärr.

Köldbärarledningar skulle kunna levereras med förtillverkad isolering av ungefär samma typ som används för värmekulvert. För denna typ av isolering finns redan täta skarvmetoder utvecklade som t ex krympbara skarvband och skumning med polyuretanskumm. Även övriga komponenter i köldbärarsystem som t ex pumpar skulle kunna levereras förisolerade.

Inom området isolering av kalla rör är det även angeläget att genomföra ett forskningsprojekt för att ta reda på funktionen hos olika typer av ångspärrar i befintliga anläggningar. En sådan undersökning skulle omfatta både installations- och funktionsegenskaper som t ex åldringsegenskaper och praktiskt diffusionsmotstånd hos ångspärren i monterat skick.

Inom området isolering av varma rör finns önskemål om förtillverkad tilläggsisolering för rör i ombyggnadshus. Isoleringen skall vara flexibel och kunna anbringas på varierande ytterdiametrar. Den skall även kunna användas då rören ligger nära tak eller vägg. Ett enkelt sätt att fästa isoleringen är att utforma den så att den går att klämma fast kring det befintliga röret.

9 PROJEKTERINGSANVISNINGAR

Projekteringsanvisningarna är avsedda att användas för att snabbt kunna välja dimension, isolermaterial och ytbeklädnad så att isoleringen uppfyller både tekniska, ekonomiska och estetiska krav.

9.1 Värmerör

Isoleringens dimension bestäms främst av vilket system som röret tillhör och av var röret är beläget. Dessa faktorer ger rörtemperatur, drifttider och ger även möjlighet att bedöma om den från röret avgivna värmen kommer att användas för uppvärmningsändamål, eller om den saknar ekonomiskt värde. Med hjälp av tabell 9.1 kan man avgöra ekonomiskt optimal dimension och ekonomiskt optimal isolerserie om man väljer rörskålar av mineralull eller tyggodkänd isolering av mjuk cellplast i bostäder. Isolering i mjuk cellplast används vid isolertjocklekar enligt SBN 39:22 och där brandkraven tillåter.

Förläggningen kan även begränsa isolertjockleken i sådana utrymmen där man inte kan få plats med beräknad optimal isolertjocklek, utan att tillgripa byggnadstekniska åtgärder. Det är normalt bättre att minska isolertjockleken än att ändra byggnadsdelarna.

Skall isoleringen användas i byggnader med andra ekonomiska förutsättningar än bostäder, t ex högre kalkylräntor, eller om drifttider och temperaturer avviker, så används formel och diagrammet i figur 9.1 för dimensioneringen.

När dimensionen eller isolerserien är känd, kan man välja isolermaterial och ytbeklädnad. Vilket till stor del bestäms av brandkraven på byggnaden eller på den del av byggnaden där rören är förlagda. Brandkraven kan fastställas med hjälp av SBN eller genom kontakt med arkitekten. Brandkraven gäller egentligen väggarnas och takets ytskikt men de kan utvidgas till att gälla även rörisoleringen enligt tabell 9.2.

Sedan kravet på brännbarhet och dimension fastställts, används tabell 9.3 för att bestämma isolermaterialet.

Utgående från förläggning, isolermaterial och ytskiktskrav bestäms så ytbeklädnaden med hänsyn till förläggningen av röret enligt tabell 9.4. I vissa alternativ kommer valet mellan MU (mineralull) och MCP (mjuk cellplast) att avgöras av förläggningen.

Skall isoleringen uppfylla särskilda egenskapskrav bestäms ytbeklädnaden slutligt med hjälp av tabell 9.5. I tabell 9.3, 9.4 och 9.5 anges vilka tillägg som måste göras till AMA-koderna för att få ytbeklädnad och isolermaterial av rätt typ. Olika typer av material som sorterar under samma AMA-kod uppfyller olika krav. Plastplåt t ex finns både i ytskiktsklass I, II och III.

Förläggningssätt

I schakt: Med schakt menas ett vertikalt utrymme i byggnaden som är avskilt från omgivande utrymmen med minst flamskyddande vägg. Schaktet kan vara både stängt och öppet. Ett stängt schakt är avskilt mellan våningarna vid bjälklagen. Schaktet rymmer grövre rör och ev ventilationskanaler. Isolerematerialet bör vara obrännbart för rörisoleringen liksom för isoleringen av ventilationskanalerna enligt SBN 52:31 a). Rörisoleringarna i schaktet ligger ofta med fritt utrymme mellan de olika rören.

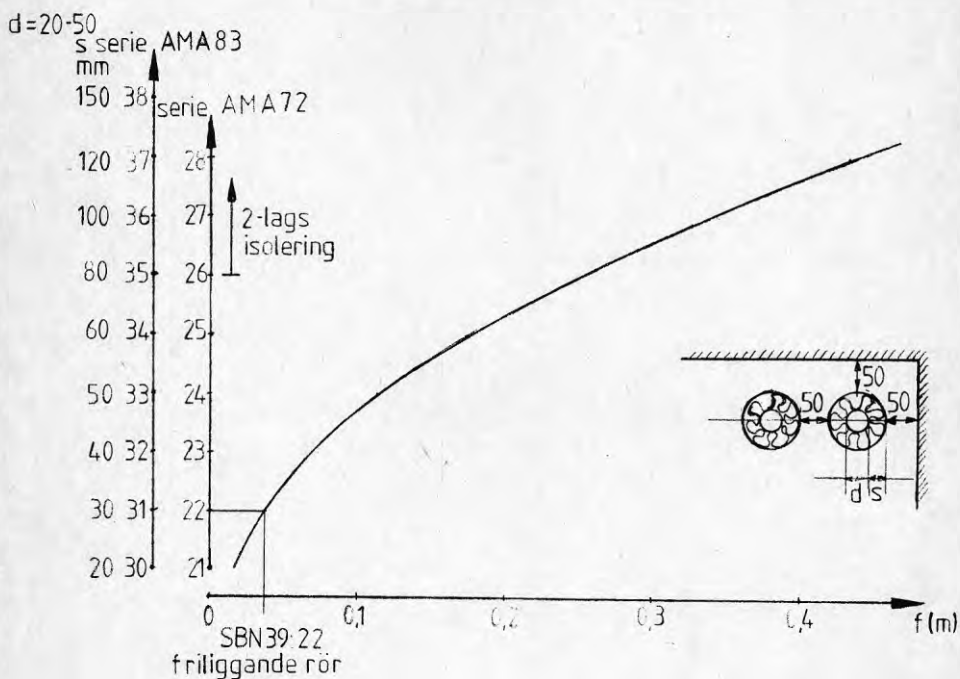
I slits: Med slits menas mindre ränna eller inklädnad på vägg eller golv där ett fåtal rör ligger förlagda. Rören är täckta med byggnadsmaterial som utgör tändskyddande beklädnad. Rören ligger oftast i kontakt med varandra och slitsens väggar. Slitsen är förlagd inom en brandcell.

Ovan undertak: Då röret med isolering förläggs ovan undertak som är typgodkänt som tändskyddande beklädnad krävs ingen ytterligare tändskyddande beklädnad runt rören.

Tabell 9.1 Dimensionering av rörisolering i bostäder,
30 år brukstid, 4% real kalkylränta

tapp- varm- vatten- system	med vvc	fördel- nings- ledning	önskad uppv.	optimal dim. dag: serie 24 dygn: serie 25	
			uppvärmda utrymmen	SBN 39:22	
		kopp- lings- ledning		isolerar ej	
	utan vvc (beakta frys- risk)	fördel- nings- ledning		$d_i \geq 20$ mm SBN 39:22 $d_i < 20$ mm isolerar ej	
kopp- lings- ledning			isolerar ej		
värme- system	före shunt		önskad uppv.	optimal dim. (80°C: serie 26) 55°C: serie 25	
	efter shunt		önskad uppv.	optimal dim. (80 - 60°C: serie 23) 55 - 40°C: serie 22	
		uppvärmda utrymmen	fördel- nings- ledning		ett-rörsslingor och två-rör- system med termostatventiler: SBN 39:22 isolerar ej om värmeavgivningen tas med vid radiatordimensioneringen, annars: SBN 39:22
			kopp- lings- ledning		isolerar ej, värmeavgivningen tas med vid radiatordimensioneringen
fjärr- värme (primär- sida)	120 - 60°C 100 - 50°C			enligt värme- leverantör minst: serie 23 optimal dim. vid önskad uppv.: serie 26	

Figur 9.1 Val av optimal isolerserie



$$f = \frac{\pi \lambda \Delta t b p_e \tau}{a p_i} \text{ (m)}$$

λ , värmeledningstal (W/mK)

Δt , dimensionerande temperaturskillnad
mellan rör och omgivning (K)

τ , drifttid (h/år)

b , medeltemperaturfaktor

p_e , energipris (kr/Wh)

a , annuitetsfaktor (1/år)

p_i , isolerprisfaktor (kr/m²)

Exempel: Mineralull, rörska $\lambda = 0.04$ W/mK, $p_i = 1000$ kr/m², 1982

Tabell 9.2 Brandkrav på isolermaterial och ytbeklädnad för rörisolering. A och B är brandkrav för isolermaterial, A obrännbart och B brännbart. I, II, III är ytskiktssklass för ytbeklädnaden, I högsta klass.

	Brandsäker byggnad	Brandhärdig byggnad	Ej brandsäker eller brandhärdig byggnad som är: hotell, vårdskola, samlingslokal	gemensam för flera bostads- eller kontorslägenheter
Utrymningsväg	Tak AI Vägg AI	AI AII	AI AII	AII,BII AII,BII
Enstaka korsande rör i lägst BIII				
Övriga utrymmen	Tak AI Vägg lägst BII	AII lägst BIII	lägst BIII ¹⁾ lägst BIII	lägst BIII lägst BIII

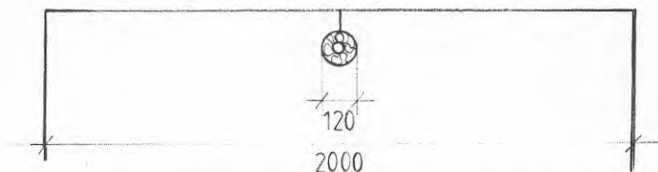
1) Tak i ej brandsäker eller brandhärdig vårdbyggnad lägst BII

Om isoleringens omslutande yta är mindre än 20% av aktuell tak- eller väggyta tillåts lägst BIII i övriga utrymmen. Se figur 9.2.

Små avskilda rum,
mindre väggytor

Tak	AI	lägst BIII
Vägg	lägst BIII	lägst BIII

Väggförlagd rörledning ligger vid vägg och lägre än 0,5 m från tak.



Figur 9.2 Om isoleringens omslutande area är mindre än 20% av takytan får isoleringens ytterdiameter vara t ex högst 12 cm om taket är 2 m brett

Tabell 9.3 Val av isolermaterial för isolering mot värmeförlust

		Medietemperatur <90°C		90 - 120°C	
		Brännbarhet			
Förläggning	Isolertjocklek	A	B	A	
Friliggande	SBN 39:22 ≤serie 22	MU	MU MCP	MU	
	>serie 22	MU	MU	MU	
I schakt och kul- vert (fri- liggande)	SBN 39:22 ≤serie 22	MU	ej av brand- skål	MU	
	>serie 22	MU		MU	
I slits (inbyggd)	SBN 39:22 ≤serie 22	MCP		välj fri- liggande rör	
	>serie 22	MU			
Ingjuten (inbyggd)	SBN 39:22 ≤serie 22	MCP(ING)		välj fri- liggande rör	
	>serie 22	korrosions- risk			

Beteckning	Isolermaterial	AMA 72	AMA 83
MU	Mineralull, rörskål	K8.1141	K4.121
MCP	Mjuk cellplast, rörskål, slang eller färdigisolerad	K8.1123	K4.113
MCP(ING)	Mjuk cellplast med ytskikt för ingjutning	K8.1123 ingjutn.	K4.113 ingjutn.

Tabell 9.4 Val av ytbeklädnad med hänsyn till förläggning

Förläggning		Isolering		Klass I	Klass II	Klass III
F r i l l i g g a n d e	Synlig	MU		Al, PPI	PP	PP, PLP
		MU MCP	MCP		OII	OIII
	Ovan under- tak och i teknik- grund	MU		0	0	0
		MU MCP	MU	0	0	0
	I schakt och kul- vert	MU		0, PPI	0,PP	0,PP
	I slits	MU		0	0	0
MCP		0	0	0		
Ingjuten		MCP(ING)		avsedd för ingjutning		

Beteckning	Ytbeklädnad	AMA 72	AMA 83
Al	Plan aluminiumplåt	K8.1211	K8.121
PLP	Plastlaminerad papp	K8.1237	K8.142
PPI	Plastplåt som uppfyller klass I	K8.1245 Klass I	K8.131 Klass I
PP	Plastplåt som uppfyller klass II	K8.1245 Klass II	K8.131 Klass II
OII	Isolermaterial som uppfyller klass II	mat.kod Klass II	mat.kod Klass II
OIII	Isolermaterial som uppfyller klass III	mat.kod Klass III	mat.kod Klass III
0	Ingen ytbeklädnad		

Tabell 9.5 Val av ytbeklädnad med hänsyn till egenskapskrav

Egenskap	Isolering	Klass I	Klass II	Klass III
Tvättbar Spolbar	MU	A1	A1	A1
	MCP		OII	OIII
Dropptät Korrosions- beständig	MU	PPI	PP	PP
	MCP		OII	OIII
Slagtälig	MU	Fe, Alväg	Fe, Alväg	Fe, Alväg
	MCP		OII	OIII
Valfri färg	MU	Fe, målad	Fe, målad	Fe, målad
	MCP		målad	målad

Beteckning	Ytbeklädnad	AMA 72	AMA 83
A1	Plan aluminiumplåt	K8.1211	K8.121
Alväg	Vågprofilerad aluminiumplåt	K8.1212	K8.122
Fe	Plan metalliserad stålplåt	K8.1213	K8.111
Fe,målad	Målad eller färdiglackerad stålplåt	K8.1213 målad	K8.111 målad
målad	Måla på isolermaterialet med färg enligt tillverkarens anvisningar	mat.kod målad	mat.kod målad
PPI	Plastplåt som uppfyller klass I	K8.1245 Klass I	K8.131 Klass I
PP	Plastplåt som uppfyller klass II	K8.1245 Klass II	K8.131 Klass II
OII	Isolermaterial som uppfyller klass II	mat.kod Klass II	mat.kod Klass II
OIII	Isolermaterial som uppfyller klass III	mat.kod Klass III	mat.kod Klass II
0	Ingen ytbeklädnad		

9.2 Köldbärrör

Liksom för varma rör måste man ta hänsyn till var röret är beläget för att kunna bestämma brandkraven enligt tabell 9.2.

Isolerdimensionen bestäms främst av kravet på att förhindra kondens på rörytan. Om man med hänsyn till brandkravet bestämmer sig för ett visst isolermaterial är det enklast att använda tillverkarens anvisningar eller nomogram för att dimensionera isoleringen. Nomogram för dimensionering av mineralullsisolering mot kondensation finns dessutom i VA-Handboken.

Eftersom isoleringen på ett köldbärrör även måste innehålla en ångspärr har isolermaterial av cellplast eller syntetgummi fördelar eftersom de i sig själv är diffusionstäta.

Tabell 9.6 Val av isolermaterial på köldbärarledningar

Brandkrav	Isolermaterial	AMA 72	AMA 83	Ångspärr	AMA 83
AI	Platsskummad cellplast		K4.115	Plat aluminiumplåt	L5.519
BII	Mjuk cellplast klass II Diffusionsmotstånd	K8.1123 klassII	K4.114 klassII		
BIII	Mjuk cellplast klassIII Diffusionsmotstånd	K8.1123 klassIII	K4.114 klassIII		

9.3 Flänsar, kopplingar och ventiler

Tabell 9.7 Val av isolering för flänsar, kopplingar och ventiler

	Rördim.	Flänsar, kopplingar ventiler	Förinställnings- gruppventiler
önskad uppv.	≤DN25	fast isolering	oisolerad
	>DN25	fast överisolering	avtagbar och återanvändbar
uppvärmda utrymmen	samtliga	fast isolering	oisolerad

Fast isolering

Fläns, koppling och ventil isoleras med samma isolervara som angränsande rörledning så att ytterdiameter på isolervaran bibehålls. Detta innebär att flänsen eller ventilen kan bli helt oisolerad om dess ytterdiameter är större än isoleringens ytterdiameter.

Fast överisolering

Fläns, koppling och ventil isoleras med isolervara med samma isolertjocklek och utförande som angränsande rörledning, samt med överlapp på angränsande rörledning där överlappen är större än isoleringens tjocklek. Detta innebär att ventilen eller flänsen isoleras med samma isolertjocklek som rörledningen.

Förinställnings- och gruppventiler måste särbehandlas då man måste kunna komma åt att reglera in dem genom att se på en skala. Man skall även kunna komma åt att ansluta en manometer till mätuttagen.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Ahlqvist D, Sandin L, Sundin R, 1970, Termisk isolering (Gullfiber AB) ca 400 sid. Malmö 1970
- Byggnadsstyrelsen, 1979, Värme från ventiler, Byggnadsstyrelsen, Tekniska byråns information, 001, 1979-04, Stockholm 7 sid.
- Dimensionering af rörisolering (Statens byggerorskningsinstitut) SBI-medelelse 7, 1981, Köpenhamn, 70 sid.
- Instruktion för anslutning av fjärrvärme, 1983, Stockholms energiverk, gäller fr o m juli 83, Stockholm, 31 sid.
- Kalkyleringsnormer för rörisolering (Rörfirmornas riksförbund) 1982, Stockholm
- Kalkylerings- och debiteringsnormer för isoleringsarbeten (Isolerentreprenörernas Förening) 1982, Stockholm
- Kommentarer till Svensk Byggnorm (Statens Planverk) Kommentarsamling 1981, 304 sid. Stockholm 1981
- Lat-data, 1982, Nybyggnad (VVS-Kalkyler, H Olofsson AB) Skärblacka
- Nettoprislista (Rörfirmornas riksförbund) 1982, Stockholm
- RA 78 VVS, Nya råd och anvisningar till VVS AMA 72 (AB Svensk Byggtjänst, Stockholm) 306 sid. Katrineholm 1979
- Remiss AMA 83, VVS AMA 83, Kap K (Svensk Byggtjänst) Stockholm, 1983
- Remiss AMA 83, VVS AMA 83, avsnitt L5 (Svensk Byggtjänst) Stockholm, 1983
- SBN 1980, Svensk Byggnorm (Statens Planverk) Statens Planverks författningsamling 1980:1, 608 sid. Stockholm 1980
- VVS AMA 72, Allmän material- och arbetsbeskrivning för VVS-tekniska arbeten (AB Svensk Byggtjänst Stockholm) 230 sid. Katrineholm 1979
- VVS Handboken, 1963, (FörlagsAB VVS) 1030 sid, Stockholm 1963
- VVS, Tabeller och diagram, 1974, (FörlagsAB VVS)), Södertälje 1974

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
820516-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till Wahlings Installationsutveckling AB,
Danderyd.**

Art.nr: 6704038

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

R38: 1984

ISBN 91-540-4100-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Cirkapris: 30 kr exkl moms