



# **Teknisk jämförelse av isolerade kulvertrör**

Victor Friman

Examensarbete  
Energi- och miljöteknik  
2021

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi och miljöteknik
Identifikationsnummer:	21837
Författare:	Victor Friman
Arbetets namn:	Teknisk jämförelse av isolerade kulvertrör
Handledare (Arcada):	Mirja Andersson, TkD
Experthandledare	Markus Sjöholm, DI
Uppdragsgivare:	Ramboll Finland Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>I detta examensarbete undersöks skillnader mellan de tre marknadsledande leverantörerna av för isolerade kulvertrör. Meltex, Rauheat och Uponor, deras produkter jämförs sinsemellan gällande isolerings egenskaper, vikt, pris, installation samt böjningsradie. Alla de relevanta egenskaperna man bör ha i åtanke då man som planerare väljer leverantör av dessa rör till ett projekt.</p> <p>Arbetets syfte är att underlätta val av kulvertrör från en planerares synvinkel. I detta arbete strävar man också att sammanställa information om kulvertrörs leverantörerna så att man kan göra ett utbildat val av leverantör så lätt som möjligt</p> <p>Metoden som använts är främst informationssökning på leverantörernas hemsidor och produkternas produktblad, men även tekniska uträkningar.</p> <p>I arbetet framkommer basinformation om leverantörernas historia, deras produktsortiment, information om böjningsradie och hur det kan påverka vid installation, teknisk information om produkterna och installation av dem. Produkterna jämförs i ett tabellformat där man lätt kan på basis av parameter välja ut lämplig produkt samt leverantör för ett projekt.</p> <p>Undersökningsfrågorna är följande: Hur skiljer sig de olika kulvertrörs produkterna med tanke på tekniska egenskaper, lämplighet i olika tillämpningsområden, service och utbytbart, pris och kvalité.</p> <p>Som svar till dessa undersökningsfrågor har det konstaterats att om man söker de bästa egenskaperna, är Rauheats produkter ett utmärkt val. Om man vill ha en produkt lämplig för olika tillämpningsområden kan Uponor vara rätt beslut då de har ett stort utbud med olika typer kulvertrör.</p> <p>Leverantören med det konkurrenskraftigaste priset är Meltex.</p>	
Nyckelord:	Ramboll Oy, Bostadshus, VVS-teknik, Kulvertrör, PEX
Sidantal:	33
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	11.5.2021

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energy and environmental engineering
Identification number:	21837
Author:	Victor Friman
Title:	Technical comparison of pre-insulated pipe systems
Supervisor:	Mirja Andersson, Dr. Tech
Expert supervisor:	Markus Sjöholm, DI
Commissioned by:	Ramboll Finland Oy
<p>Abstract:</p> <p>In this thesis differences between the three leading suppliers of pre insulated pipes are examined and compared. Meltex, Rauheat and Uponor's products are compared to each other in regards of weight, price, installation and bending properties. All the relevant properties you should consider when choosing the right pipes for at project as a HVAC designer.</p> <p>The purpose of this thesis is to educate the reader to be able to decide when choosing pre insulated pipe products for a project. Another purpose is for this thesis to be a tool when choosing supplier of these pipes using some parameters of choice.</p> <p>The Method of this thesis is information gathering from the suppliers' websites and the product datasheets and some technical calculations.</p> <p>In the thesis base information about the supplier's history, their product lines and the bending properties of the pipes and what impact it has regarding installation. Also, technical information and instructions of installation is presented. The products are compared in a table format to easily make a choice of supplier and product based on the parameters the designer is looking for.</p> <p>This thesis research questions are the following: What pipe suppliers' products are the best in regards of technical specifications, suitability in different application areas, service and interchangeability and price and quality.</p> <p>As an answer to these research questions, it has been found that if one is looking for the best technical properties, Rauheat products are the superior supplier. If you want a product suitable for different application areas, Uponor can be the right decision as they have a large selection of different types of pipes.</p> <p>The supplier with the most competitive price is Meltex.</p>	
Keywords:	Ramboll Oy, piping, residential, buildings
Number of pages:	33
Language:	Swedish
Date of acceptance:	11.5.2021

## FÖRORD

På begäran av min arbetsgivare har jag valt att skriva om detta ämne. Tanken med detta arbete är att sammanställa information om leverantörerna av kulvertrör så att planerare kan gör ett välinformerat beslut om vilken leverantör man kan välja till ett projekt.

Dessa kulvertrör är produkter som används ofta inom planeringen av bostadshus och som planerare har man inte nödvändigtvis en så bra uppfattning om vad skillnaden är på alla de produkter som finns på marknaden. Vid vissa projekt kan beställaren ha en bestämd syn på vilken leverantör av kulvertrör de vill använda sig av. Men vid sådana projekt där detta inte är fallet har planeraren fria händer att välja leverantör. Detta är ett tillfälle där man som planerare kan göra ett val som gynnar projektet ekonomiskt. Detta examensarbete är ett utmärkt tillfälle att utbilda mig inom dessa leverantörer och deras produkter så att vi inom teamet kan hitta den bästa produkten för kommande projekt.

Jag vill tacka min arbetsgivare för att ha gett mig chansen att skriva detta arbete samt min handledare DI Markus Sjöholm för att ha stött mig under arbetets gång samt bidragit med goda idéer.

Raseborg 11.05.2021



Victor Friman

# INNEHÅLL

## Sammandrag

## Förord

<b>1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>7</b>
1.1	Syfte och mål.....	8
1.2	Metod .....	8
1.3	Avgränsningar .....	8
<b>2</b>	<b>Rör i bostadshus .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Kulvertrör .....</b>	<b>9</b>
3.1	Kulvertsystemets användningsområden .....	10
3.2	Alternativa lösningar .....	10
<b>4</b>	<b>Leverantörer av kulvertrör .....</b>	<b>11</b>
4.1	Leverantörerna och deras produktlinjer.....	11
4.1.1	<i>MELTEX</i> .....	12
4.1.2	<i>RAUHEAT</i> .....	13
4.1.3	<i>UPONOR</i> .....	15
	<i>Uponor Ecoflex VIP</i> .....	16
<b>5</b>	<b>Teknisk Jämförelse av de olika Leverantörernas Produkter .....</b>	<b>17</b>
5.1	Isolerings egenskaper.....	17
5.2	Böjningsradie.....	21
5.3	Installationstekniska skillnader.....	23
5.4	Produktjämförelse.....	24
<b>6</b>	<b>Resultat .....</b>	<b>28</b>

## Källor

## Bilagor

## Figurer

Figur 1. Meltex MX-Arciflex serie. /3/ .....	12
Figur 2. Meltex MX-Radiflex serie. /3/ .....	12
Figur 3. Meltex serie för jordvärme. /3/ .....	13
Figur 4 Meltex MX-Saniflex duo serie. /3/ .....	13
Figur 5. Pexflex Blue serien från Rauheat. /4/ .....	13
Figur 6. Rauheat Pexflex plus serie använder sig av PUR isolering. /4/ .....	14
Figur 7. Uponor Ecoflex Aqua. /2/ .....	15
Figur 8. Uponor Ecoflex Thermo Pro. /2/ .....	15
Figur 9. Uponor Ecoflex Thermo. /2/ .....	15
Figur 10. Uponor Ecoflex Quattro. /2/ .....	16
Figur 11. Uponor Ecoflex Supra. /2/ .....	16
Figur 12. Parametrar för att räkna värmeförluster i ett isolerat rör. /8/ .....	18
Figur 13. Redovisning av böjningsradiens betydelse vid installation. ....	21
Figur 14. Redovisning av böjningsradiens betydelse vid installation. ....	22
Figur 15. beskrivning på mätandet av röret. /3/ .....	24

## Tabeller

Tabell 1. Jämförelse av leverantörernas singelrör för tappvatten.....	25
Tabell 2. Jämförelse av leverantörernas dubbelrör för tappvatten. ....	25
Tabell 3. Jämförelse av leverantörernas singelrör för fjärrvärme samt fjärrkyla. ....	26
Tabell 4. Jämförelse av leverantörernas dubbelrör för fjärrvärme samt fjärrkyla.....	26
Tabell 5. Jämförelse av leverantörernas Quattro serie. ....	27
Tabell 6. Jämförelse av leverantörernas frost skyddade kulvertsystem. ....	27

## Ordlista

Kulvert – trumma för avlopp eller ledningar; underjordisk gång mellan byggnader

PEX – en förkortning för plastmaterialet tvärbunden polyeten

Värmekonduktivitet – värmeisoleringsförmåga i ett material

PUR – polyuretan

# 1 INLEDNING

Entreprenörer och planerare utsätts för allt hårdare krav vad det gäller budget, energieffektivitet och tidsplan. Konkurrensen är stor och man måste hitta på lösningar att göra projekten snabbare och förmånligare. I så väl nybyggen samt saneringsprojekt så använder man rör för att sammankoppla olika byggnaders vatten och värmesystem med varandra och på så sätt spara pengar. Vid dessa lösningar använder man nu för tiden kulvertrör.

Kulvertrören är en exceptionellt bra lösning till ett ändamål som dessa och det självklara valet vad det gäller pris, installation och tillgänglighet. Dessa moderna kulvertrör är energisnåla, förmånliga och lättillgängliga. Men som VVS-planerare så är man inte alltid så insatt i de produkter man planerar med. Då det kommer till att välja producenten av dessa kulvertrör i planeringsskedet så kan det vara svårt att hitta den rätta leverantören. Därför kommer man i detta arbete undersöka skillnader mellan de olika marknadsledande tillverkarna och leverantörerna av kulvertrör i Finland och jämföra dessa. Så att man med hjälp av detta arbete kan göra ett utbildat val av kulvertrörs producent till sitt projekt.

I detta arbete har jag med hjälp av min uppdragsgivare kommit på en undersökningsfrågeställning som vi tillsammans vill hitta ett svar på och ha som en röd tråd genom detta arbete.

Undersökningsfrågeställningen är följande:

Hur skiljer sig de olika kulvertrörs produkterna med tanke på

1. Tekniska egenskaper
2. Lämplighet i olika tillämpningsområden
3. Service och utbytbarhet
4. Pris och kvalité

## **1.1 Syfte och mål**

Målet med detta examensarbete är att utbilda läsaren i fakta som kan vara relevant då man i planeringsskedet väljer leverantörer av projektets arbetsmaterial. Arbetet är tänkt att fungera som ett verktyg för att snabbt och enkelt kunna jämföra fakta mellan de olika leverantörernas produkter och att man utan dröjsmål och komplikationer hitta den rätta produkten och leverantören till sitt projekt. Läsaren bör kunna fastställa vilken typ av rör passar just i sitt projekt baserat på uppgifter om böjningsradie, isoleringsförmåga eller pris. Förutom de leverantörer som jämförs i arbetet så är syftet att man skall kunna jämföra även andra leverantörer och deras produkter, genom att jämföra information från produkten i frågas produktblad och tabellerna i denna rapport.

## **1.2 Metod**

Detta examensarbete bygger på informationssökning från leverantörernas hemsidor och andra material som finns att hämta från respektive hemsidor samt tekniska uträkningar. För att bygga upp ett tillförlitligt arbete som man kan använda för att välja en passande leverantör av kulvertrörs-system måste grundinformationen vara pålitlig. Därför har man studerat leverantörernas produktblad och anvisningar för installationer noggrant för att få fram den relevanta informationen för att sammanställa sådana resultat. Där informationen i produktbladen eller hemsidorna varit bristfälliga så har man tagit kontakt med leverantören i fråga och begärt mera information om ämnet. Informationen man samlat har sedan sammanställts och jämförts för att få ett användbart verktyg för att kunna hjälpa vid valet av kulvertrörs leverantör i planeringsskedet av bostadshus.

## **1.3 Avgränsningar**

Detta arbete kommer att begränsas till endast 3 stora leverantörer i Finland. Det är då tänkt att man skall kunna använda resultatet från detta arbete för att lätt kunna jämföra andra leverantörer och deras produkter och avgöra vilken leverantör man vill använda sig av i sitt projekt.



## 2 RÖR I BOSTADSHUS

I ett bostadshus har vi några olika typer av VVS-system som använder sig av rör. Tappvatten systemet i ett bostadshus menar de vattensystem man brukar som dricks- eller, hygienvatten. Tappvatten system kan använda många olika typer av rör. Till de vanligaste typerna av rör för tappvatten hör: Kopparrör, förkromade kopparrör, PEX-rör och Alu-PEX rör. Kopparrör är vanligt i äldre hus, och förkromade kopparrör ser man ofta i badrum där rören är synliga. PEX rör är den vanligaste lösningen när man har dolda rör, alltså att vattenrören är inbyggda i väggar eller tak. Som varmvatten rör används det kopparrör, PEX-rör eller stålrör. Stålrören kan fås i olika utförande för att klara olika tryck. PEX rören lämpar sig till golvvärme och till andra värmesystem. Isolering används ofta för att undvika värmeförluster. Oisolerade rör avger värme, detta kan leda till en ojämn värmefördelning i fastigheten och på så sätt orsaka problem. Isolering används också för att förhindra kondensbildning. Där man använder vatten behöver man även ett avlopp, i en fastighet kallas det vattnet som kommer från duschar, kranar och toaletter för spillvatten. De vanligaste rörtyperna för avloppsrör är gjutjärn och plaströr. Nuförtiden används nästan enbart Polypropen plaströr (PP). Gjutjärn används ofta i större fastigheter då de har bättre ljudisolerande egenskaper och är ett brandsäkrare alternativ. /1/

## 3 KULVERTRÖR

Kulvertsystem är ett plaströrs system som har många användningsområden, de isolerade rören är böjliga och korrosionsfria. Rören består av ett inre PEX rör, ett isolerande skikt och ett yttre korrugerat skyddsror i plast. Rören kan läggas direkt från rulle i det grävda schaktet och med sin böjningsförmåga kan det undvika hinder i diket, detta ger en flexibilitet när det gäller att bevara miljön. De isolerade kulvertroren bockas lätt för hand för att få dem att passa in till kopplingspunkten. /2/ Samtliga leverantörer som undersöks i detta arbete utlovar en livslängd på minst 50 år för rören.

### **3.1 Kulvertsystemets användningsområden**

Användningsområdena är många, då det finns ett flertal tillverkare med varierande produkter. Till de vanligaste användningsområdena hör tapp- och uppvärmningsvatten. Kulvertrör kan även användas som tryckavlopp och till jordvärmesystem. De kan även lämpa sig bra till fabriker då rören tål kemikalier /3/. De kulvertsystem som är utrustade med värmekabel lämpar sig bra även vid användning ovanför mark då den elektriska motståndskabeln skyddar vattnet från att frysa vid låga temperaturer.

### **3.2 Alternativa lösningar**

Då man använder ordet kulvertrör så menar man rör som grävs ner och ansluter punkter mellan en byggnad med en värmekälla och en annan byggnad dit man behöver varmt vatten. I detta fall är dessa kulvertsystem den logiska lösningen, då man kan gräva ner långa sträckor utan att behöva använda kopplingar. Använder man någon form av rör som måste kopplas ihop, till exempel stålrör eller motsvarande så kräver det också att man har någon form av granskningsbrunn vid de ställen där rören är skarvade. Detta för att man skall kunna granska efter eventuella läckage vid dessa skarvar. Därför är det inte direkt en bra lösning vid sådana situationer. Däremot om man vill använda rör i någon situation där rören inte grävs ner utan där rören förblir åtkomliga så finns det andra alternativa lösningar. Sådana fall kan vara till exempel under byggnader om de har någon form av krypgrund, man kan tänka sig att använda metallrör som är väl isolerade efter installations skedet. Men om inte omständigheterna kräver att det måste vara något annat material än plast så är kulvertsystemet en väldigt simpel och ekonomisk lösning i alla sådana fall där rören måste isoleras för att undvika att mediet tappar värme eller fryser.

Vid fall där man är rädda för att mediet i röret fryser så har samtliga leverantörer som undersöks i detta arbete även en serie med rör med värmekabel. Alltså ett motstånd som är monterat ihop med PEX röret innanför isoleringen för att undvika att mediet i röret kan frysa vid låga temperaturer.

## **4 LEVERANTÖRER AV KULVERTRÖR**

Till dom stora återförsäljarna och tillverkarna i Finland och Norden hör, Meltex, Rauheat och Uponor. Det är dessa leverantörer vars produkter kommer undersökas och jämföras i detta arbete. De tre marknadsledande producenterna har alla motsvarande produktlinjer för tappvatten, uppvärmningsvatten och en produktlinje för kallare förhållanden där den isolerade kulvertröret har en motståndskabel som hindrar vattnet från att frysa. Produkterna är väldigt lika vad det gäller grundprincipen men med skillnader i typen av isolering, isolerings tjocklek och rörtjocklek. Rör- och isolerings tjockleken kan ha en stor påverkan på hur bra böjningsförmåga röret har. En bra böjningsförmåga underlättar installationen av röret.

### **4.1 Leverantörerna och deras produktlinjer**

De leverantörer som har valts att jämföras i detta arbete listas här nedan och beskrivs kort i historia, företagsform samt deras produktlinjer. Mera detaljerad information om samtliga produkter finns under rubriken teknisk jämförelse av de olika leverantörernas produkter. Där framgår detaljer om storlekar, pris, isoleringsförmåga och böjningsradie.

#### 4.1.1 MELTEX

Meltex är ett finskt företag som tillverkar, importerar och säljer plastprodukter inom byggbranschen. Meltex grundades 1993. Vid sidan av deras egen produktion i de inhemska fabrikerna så tillverkar Meltex också produkter via underleverantörer. /3/

Meltex produktlinje av kulvertrör består av deras MX-Arctiflex serie, Mx-Radiflex serie, samt Mx-Saniflex serien. MX-Arctiflex serien (se figur 1) lämpar sig till vattenledning eller tryckavlopp där det löper risk för att vattnet fryser. Då Arctiflex serien är utrustad med en värmekabel som förhindrar vattnet från att frysa. Mx-Radiflex serien (se Figur 2) är Meltex kulvertsystem för fjärrvärme och fjärrkyla. Meltex Mx-Saniflex kulvertsystemet (se figur 3) lämpar sig för tappvatten och kommer likt dom andra kulvertsystemen i två olika utföranden; med singel eller dubbelt medierör. Meltex erbjuder även en serie kulvertrör som lämpar sig för jordvärme (se figur 4).



*Figur 1. Meltex MX-Arctiflex serie. /3/*



*Figur 2. Meltex MX-Radiflex serie. /3/*



*Figur 4 Meltex MX-Saniflex duo serie. /3/*



*Figur 3. Meltex serie för jordvärme. /3/*

#### **4.1.2 RAUHEAT**

Rauheat Oy är ett finsk grundat företag som har importerat och sålt VVS produkter sedan 1999, deras största produkt är deras kulvertrör. Rauheat Oy är sedan 2017 en del av OEM koncernen. /4/ Rauheats produktlinje består av 3 produktklasser som lämpar sig till olika ändamål. Deras serie Pexflex Blue (se figur 5) är motsvarande Arctiflex serien från Meltex. Pexflex Blue är alltså utrustad med en värmekabel som hindrar vattnet från att frysa, serien lämpar sig till bland annat: kallvatten, jordvärmerörssystem och på lantgårdar samt fritidsbostäder /4/.



*Figur 5. Pexflex Blue serien från Rauheat. /4/*

Rauheats serie Pexflex plus (se figur 6) är deras tappvatten och värmekulvertrörs serie. Pexflex plus serien använder Polyuretan isolering (PUR) och har därför något sämre böjningskapacitet. Tappvatten och värmerören säljs under samma benämning, Pexflex plus. Men det skiljer mellan produkterna då värmerören har PN värde 6 och tappvattenrören PN10.



*Figur 6. Rauheat Pexflex plus serie använder sig av PUR isolering. /4/*

### 4.1.3 UPONOR

Uponor är ett finskt företag grundat år 1918 som en snickarverkstad. År 1949 började de tillverka avloppsrör i gjutjärn och år 1965 började de tillverka rör av plast /5/. Uponor är numera en internationellt ledande leverantör inom fastigheter och infrastruktur /6/. Kullervsystemet som Uponor erbjuder kallas för Ecoflex och det kommer i tre olika serier för värme, tappvatten och frost skyddat kallvatten. Uponors Ecoflex Thermo serie lämpar sig för värmeöverföring mellan enskilda byggnader och som fjärrvärme- och fjärrkyla- rör.



*Figur 9. Uponor Ecoflex Thermo. /2/*



*Figur 8. Uponor Ecoflex Thermo Pro. /2/*



*Figur 7. Uponor Ecoflex Aqua. /2/*

Uponor erbjuder även en Ecoflex Thermo pro serie som har en annan typs isolering (PUR) vilket har en bättre värmekonduktivitet och på så vis bättre isoleringsförmåga än Uponors vanliga Thermo och Aqua serie som är isolerade med skumplast. Ecoflex Supra är Uponors frost skyddade system, d.v.s. deras isolerade kulvertsystem med värmekabel för att förhindra median att frysa vid kalla temperaturer. Uponors tappvattenserie heter Ecoflex Aqua och kommer likt dom andra kulvertsystemet i två olika utföranden, som singelrör eller dubbelrör.



*Figur 11. Uponor Ecoflex Supra.  
/2/*



*Figur 10. Uponor Ecoflex Quattro.  
/2/*

### **Uponor Ecoflex VIP**

I april 2021 Lanserar Uponor en ny banbrytande kulvertserie med namnet Uponor Ecoflex VIP. Denna serie använder sig av ny teknik som gör att kulvertroret har en värmeledningsförmåga på endast 0,004 W/mK. Detta är det lägsta på marknaden. VIP-namnet står för "Vacuum Incapsulated Panel", detta är en ny teknik som möjliggör att röret kan ha en väldigt låg värmekonduktivitet men behålla en väldigt bra böjningskapacitet.  
/7/

Denna serie lanseras i Slutet av denna undersökning och kommer därför inte jämföras i detta arbete med konkurrenternas produkter. Om ett projekt kräver exceptionellt bra isolerings egenskaper är detta den enda produkten på marknaden för tillfället som kan leverera så goda isolerings egenskaper.



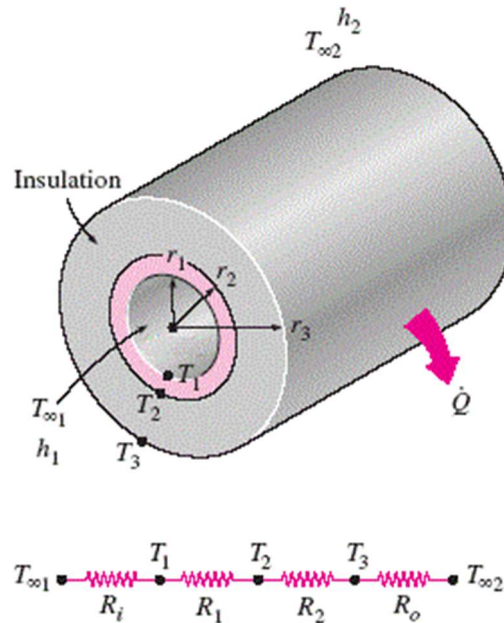
## 5 TEKNISK JÄMFÖRELSE AV DE OLIKA LEVERANTÖRERNAS PRODUKTER

De tre leverantörerna har tillsammans ett stort utbud av produkter. Produkterna skiljer sig ifrån varandra tekniskt. Dessa tekniska skillnader har en stor inverkan på slutprodukten och kan på så sätt även ha en inverkan på hur produkten lämpar sig för ett projekt. Kulvertrör består av tre byggnadsdelar, ett inre rör av rörtypen PEX, ett isolerande skikt samt ett yttre korrugerat skyddsrör. De inre PEX röret eller rören har ofta samma storlek av leverantörerna. Den stora skillnaden i böjningskapacitet och isoleringsförmåga beror på de övriga två parametrarna. Isoleringens typen påverkar självklart på isoleringsförmågan och U-värdet men även storleken på skyddsröret. Skyddsrörets storlek påverkar på hur tjockt med isolering man kan omringa röret med. Detta påverkar direkt på isoleringsförmågan. Skyddsrörets storlek samt isoleringens typ och tjocklek inverkar också på böjningsradien.

### 5.1 Isoleringens egenskaper

Kulvertrör är en smart lösning för att transportera kall och varmvatten mellan byggnader. De är lätta att installera i schakt under marken eller under krypgrunder. De korrugerade yttre röret skyddar isoleringen och PEX röret från skador och isoleringen skyddar mot köld. I de tre leverantörernas produkter som granskas i detta arbete förekommer två olika typer av isolering. En typ av skumplast som rullas runt PEX röret. Detta används av Meltex Radi- samt Saniflex serie och Uponors Ecoflex Aqua samt Thermo serie. Detta är det mera förmånliga alternativet av isolering. Den andra typen av isolering som används är polyuretanisolering som är en styvare isolering med bättre isoleringsförmåga men den är inte lika böjlig som skumplasten. Denna typ av isolering används i Rauheats Singel och Twin kulvert produkter, Uponors Ecoflex Aqua PRO samt Ecoflex Thermo PRO serie.

Man kan beräkna värmeförluster genom ett isolerat rör på följande sätt; i figuren nedan syns de olika parametrarna man använder sig av för att räkna ut värmeförlusterna i ett isolerat rör. /8/



Figur 12. Parametrar för att räkna värmeförluster i ett isolerat rör. /8/

Följande arean är utsatt för konvektion:

$$A_1 = 2\pi r_1 L$$

$$A_2 = 2\pi r_2 L$$

De individuella termiska resistanserna:

$$R_i = R_{conv.1} = \frac{1}{h_1 A_1}$$

$$R_1 = R_{pipe} = \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_1 L}$$

$$R_2 = R_{insulation} = \frac{\ln(r_3/r_2)}{2\pi k_2 L}$$

$$R_o = R_{conv.2} = \frac{1}{h_2 A_3}$$

Alla resistanser i serie ger den totala resistansen:

$$R_{total} = R_i + R_1 + R_2 + R_0$$

Värmeförlusten blir enligt följande:

$$Q = \frac{T_{\infty 1} - T_{\infty 2}}{R_{total}}$$

U-värdet räknas ut enligt följande:

$$U = \frac{1}{R_{total}}$$

Här nedan följer ett exempel hur U-värdet på Rauheats Pexflex PLUS Uno räknats ut:

Först räknas isoleringens värmekonduktivitet ut enligt följande formel:

$$\frac{L}{\lambda} = R$$

Isoleringens tjocklek  $L = 0,0385$  m

Isoleringens lambda-värde  $\lambda = 0,0219$  W/mK

$$\frac{0.0385}{0.0219} = 1,75799 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Värmekonduktivitet för isoleringen  $R_1 = 1,75799$  m<sup>2</sup>K/W

$$\frac{1}{R_1} = U$$

$$\frac{1}{1,75799} = 0,56883 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U-värdet för isoleringen  $U = 0,56883$  W/m<sup>2</sup>K

Sedan kan man räkna ut värmekonduktiviteten för PEX röret samt det korrugerade skyddsroret för att få den totala värmekonduktiviteten och U-värdet för hela röret:

PEX rörets väggjocklek  $L = 0,004 \text{ m}$

PEX rörets lambda-värde  $\lambda = 0,35 \text{ W/mK}$

PEX rörets värmekonduktivitet  $R_2 = 0,01143 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$\frac{0,004}{0,35} = 0,01143 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Skyddsrorets väggjocklek  $L = 0,005 \text{ m}$

Skyddsrorets lambda-värde  $\lambda = 0,4 \text{ W/mK}$

Skyddsrorets värmekonduktivitet  $R_3 = 0,0125 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$\frac{0,005}{0,4} = 0,0125$$

Det totala U-värdet på röret blir då enligt följande:

$$R_1 + R_2 + R_3 = R_{tot}$$

$$\frac{1}{R_{tot}} = U$$

$$1,75799 + 0,01143 + 0,0125 = 1,78192 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$\frac{1}{1,78192} = 0,56119 \text{ W/m}^2\text{K}$$

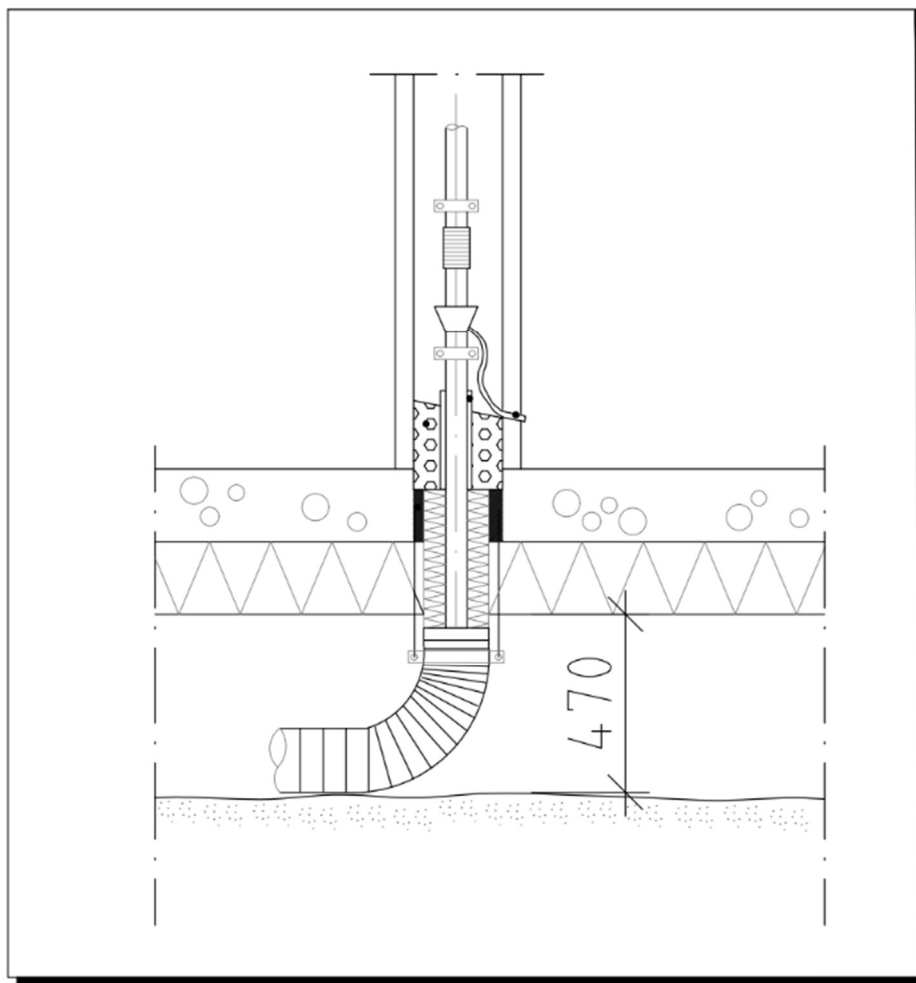
Som man kan se så är det totala U-värdet för hela röret ganska nära U-värdet för endast isoleringen. Detta betyder att PEX röret och det korrugerade yttre skyddsrorets värmekonduktivitet är försumbart.

I avsnittet Produktjämförelse, tabell 1 till tabell 6 har det redovisats rörens U-värde räknat på detta sätt, endast isoleringens tjocklek och isoleringens värmekonduktivitet har tagits med i beräkningen, detta även p.g.a. samtliga leverantörer använder PEX rör och yttre skyddsror av samma material.

## 5.2 Böjningsradie

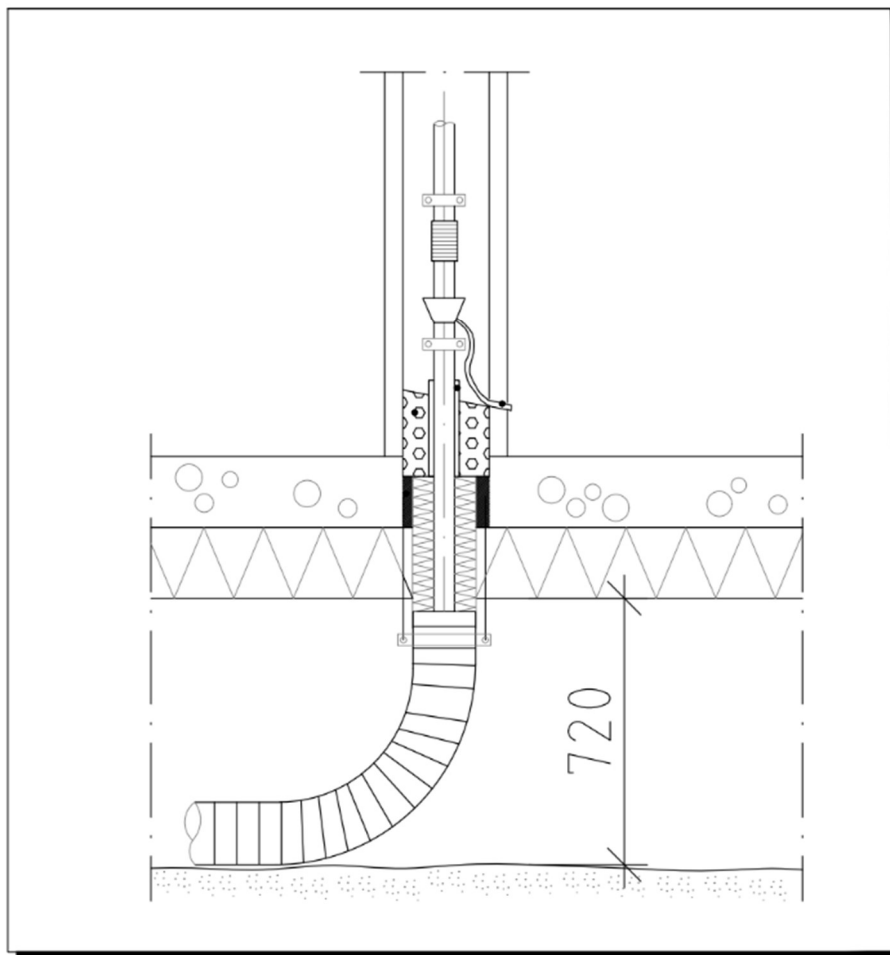
Då man vill välja leverantör av kulvertrör till ett projekt är en viktig faktor att tänka på produktens böjningsradie. Böjningsradien varierar mellan leverantörerna och deras produkter. Materialen i de olika delarna av kulvertrören bestämmer hurudan böjningskapacitet röret har. Till exempel kan kulvertrör med PUR isolering ha en sämre böjningsförmåga än ett kulvertrör med någon form av skumplastisolering.

I figur 13 nedan visar hur mycket utrymme det krävs för att koppla in ett kulvertrör med en böjningsradie på 350 mm. Från figur 14 kan man tydligt se på vilket sätt en bra böjningsförmåga kan underlätta installationen av röret. Om man använder kulvertrör vid distribuering av medier under mark kan en bra böjningskapacitet underlätta nergrävningen av röret om marktypen är besvärlig /2/.



Figur 13. Redovisning av böjningsradiens betydelse vid installation.

I figur 14 nedan kan man avgöra hur mycket mera utrymme ett kuvertrör som har sämre böjningskapacitet kräver. Figuren visar en inkoppling av ett kulvertrör med 600 mm böjningsradie.



Figur 14. Redovisning av böjningsradiens betydelse vid installation.

Som en jämförelse så har ett 25 mm PEX rör i skydds rör från Uponor en maximal böjningsradie på 125 mm. /9/

### 5.3 Installationstekniska skillnader

Mellan de tre leverantörer som jämförs i denna undersökning uppkommer det inga större skillnader inom installationsanvisningarna. Samtliga tillverkare anvisar att kulvertrören i schakt under mark bör ha ett avstånd på 50 mm mellan rören då flera kulvertrör installeras i samma schakt. Rören bör omges av grus eller krossgrus med en maximikornstorlek på 16 mm och ha 100 mm grus under sig samt 100–200 mm grus eller krossgrus ovanom /4/. Sedan uppmanas det användas tjälskydd om nödvändigt, samt 400–500 mm fyllnads jord på de grustäckta rören, alltså krävs det ett täckningsdjup på minst 600 mm på samtliga leverantörers produkter om de installeras i schakt under marken.

Alltså är det ingen skillnad på hur djupt rören bör installeras även om de förekommer skillnader i rörens värmekonduktivitet. Se bilaga 1, 2 och 3 för leverantörernas egna anvisningar på hur rören bör installeras i mark och hängande.

## 5.4 Produktjämförelse

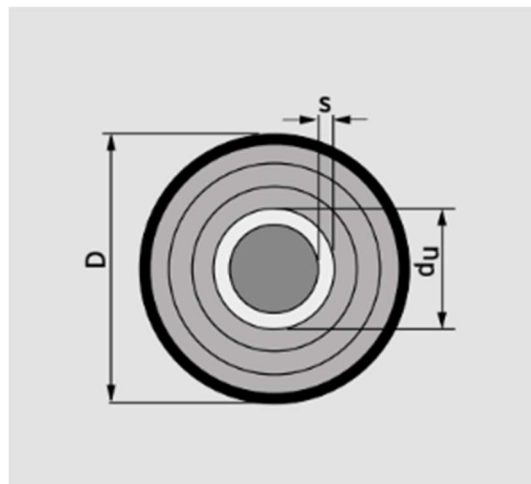
Här jämförs de tre leverantörernas olika produkter med varandra, i tabellerna ser man information om storlek, vikt, pris, böjningsradie och Värmeledningsförmåga.

Se figur 15 för en beskrivning på hur man mäter rörets olika delar.

$d_u$  = Mediarörets yttre diameter

$s$  = Mediarörets väggjocklek

$D$  = Skyddsrörets yttre diameter



*Figur 15. beskrivning på mätandet av röret. /3/*



I tabell 1 nedan har det sammanställts en jämförelse av de tre leverantörernas produkter. Produkterna som jämförs i denna tabell är kulvertsystem med singelrör som lämpar sig för tappvatten. Samtliga produkter har samma storlek på medieröret.

Tabell 1. Jämförelse av leverantörernas singelrör för tappvatten.

	MELTEX Saniflex single	RAUHEAT Pexflex Plus Uno	UPONOR Ecoflex Aqua single
STORLEK (du x s /D (mm))	28 x 4,0 / 110	28 x 4,0 / 125	28 x 4,0 / 140
LÄNGD (m)	200	320	200
VIKT (kg/m)	1,1	1	1,3
PRIS (€/m) moms 0%	25.30	32.50	29.50
BÖJNINSRADIE (mm)	350	600	350
VÄRMEKONDUKTI- VITET (W/mK)	0,037	0,0219	0,037
BERÄKNAT U-VÄRDE (W/m <sup>2</sup> K)	1,193	0,568	0,804

I tabell 2 nedan har det sammanställts en jämförelse av de tre leverantörernas produkter. Produkterna som jämförs i denna tabell är kulvertsystem med dubbelrör som lämpar sig för tappvatten. Samtliga produkter har samma storlek på medierören.

Tabell 2. Jämförelse av leverantörernas dubbelrör för tappvatten.

	MELTEX Saniflex Twin	RAUHEAT Pexflex Plus Duo	UPONOR Ecoflex Aqua Twin
STORLEK (du x s /D (mm))	32x4,4-22x3,0 / 160	32x4,4-22x3,0 / 125	32x4,4-22x3,0 / 175
LÄNGD (m)	100	340	200
VIKT (kg/m)	2,1	2,3	2,4
PRIS (€/m) alv 0%	47.12	62.50	53.50
BÖJNINSRADIE (mm)	600	600	700
VÄRMEKONDUKTI- VITET (W/mK)	0,037	0,0219	0,037
BERÄKNAT U-VÄRDE (W/m <sup>2</sup> K)	0,685	0,600	0,602

I tabell 3 nedan har det sammanställts en jämförelse av de tre leverantörernas produkter. Produkterna som jämförs i denna tabell är kulvertsystem med singelrör som lämpar sig för fjärrvärme och fjärrkyla. Samtliga produkter har samma storlek på medierören.

Tabell 3. Jämförelse av leverantörernas singelrör för fjärrvärme samt fjärrkyla.

	MELTEX Radiflex single	RAUHEAT Pexflex Plus Uno	UPONOR Ecoflex Thermo Single
STORLEK (du x s /D (mm))	40x3,7 / 110	40x3,7 / 125	40x3,7 / 175
LÄNGD (m)	200	340	200
VIKT (kg/m)	1,4	1,6	2,2
PRIS (€/m) alv 0%	33.30	44.00	38.00
BÖJNINSRADIE (mm)	400	500	350
VÄRMEKON- DUKTIVITET (W/m K)	0,037	0,0219	0,037
BERÄKNAT U-VÄRDE (W/m <sup>2</sup> K)	1,48	0,674	0,643

I tabell 4 nedan har det sammanställts en jämförelse av de tre leverantörernas produkter. Produkterna som jämförs i denna tabell är kulvertsystem med dubbelrör som lämpar sig för fjärrvärme samt fjärrkyla. Samtliga produkter har samma storlek på medierören.

Tabell 4. Jämförelse av leverantörernas dubbelrör för fjärrvärme samt fjärrkyla.

	MELTEX Radiflex Twin	RAUHEAT Pexflex Plus Duo	UPONOR Ecoflex Thermo Twin
STORLEK (du x s /D (mm))	2 x 32x2,9 / 160	2 x 32x3 / 125	2 x 32x2,9 / 175
LÄNGD (m)	100	340	200
VIKT (kg/m)	2,2	1,8	2,4
PRIS (€/m) alv 0%	47.02	62.00	57.50
BÖJNINSRADIE (mm)	600	600	600
VÄRMEKONDUKTI- VITET (W/m K)	0,037	0,0219	0,037
BERÄKNAT U-VÄRDE (W/m <sup>2</sup> K)	0.685	0,600	0,601

I tabell 5 nedan har det sammanställts en jämförelse av de tre leverantörernas produkter. Produkterna som jämförs i denna tabell är kulvertsystem med fyra medierör detta lämpar sig tex. för att förflytta varmvatten samt retur och fjärrvärme och retur.

Tabell 5. Jämförelse av leverantörernas Quattro serie.

	MELTEX MX-4-Flex	RAUHEAT Pexflex Plus quattro	UPONOR Ecoflex quattro
STORLEK (du x s /D (mm))	2x 25x2,3 28x4 + 22x3/160	2x 25x2,5 28x4 + 22x3/145	2x 25x2,3 25x3,5+20x2,8/175
LÄNGD (m)	100	100	200
VIKT (kg/m)	2,5	1,8	2,3
PRIS (€/m) alv 0%	73.54	90.00	91.00
BÖJNINSRADIE (mm)	500	800	800
VÄRMEKONDUKTIVITET (W/m K)	0,037	0,04	0,037
BERÄKNAT U-VÄRDE (W/m <sup>2</sup> K)	0,822	0,584	0,705

I tabell 6 nedan har det sammanställts en jämförelse av de tre leverantörernas produkter. Produkterna som jämförs i denna tabell är kulvertsystem med singelrör som lämpar sig för tappvatten eller annan media, utrustade med el motståndskabel för att skydda mot frost. Samtliga produkter har samma storlek på medierören.

Tabell 6. Jämförelse av leverantörernas frost skyddade kulvertsystem.

	MELTEX Arctiflex	RAUHEAT Pexflex Blue	UPONOR Ecoflex Supra
STORLEK (du x s /D (mm))	32x3 /75	32x2,9 /125	32/2,9 /68
LÄNGD (m)	200	340	300
VIKT (kg/m)	0,8	1	0,7
PRIS (€/m) alv 0%	31.42	57.50	50.50
BÖJNINSRADIE (mm)	500	500	500
VÄRMEKONDUKTIVITET (W/m K)	0,037	0,0219	0,037
BERÄKNAT U-VÄRDE (W/m <sup>2</sup> K)	3,217	0,600	4,625

## 6 RESULTAT

I dagens projekt är det hård press på tidsramarna och budgeterna vid varje skede. I projektets alla byggnadsskeden och samtliga involverade företag försöker spara pengar och göra största möjliga vinst. Detta gör att man även som planerar gör ett bra jobb åt kunden om man lyckas spara kundens pengar, detta betyder absolut inte att man alltid bör välja den billigaste produkten till projektet. Då billigare produkter kan tillföra övriga kostnader vid installationsskedet eller i framtiden vid service av produkten.

I detta arbete har de tre marknadsledande leverantörerna av kulvertrör i Finland undersökts ur ett tekniks perspektiv. Deras produkter skiljer sig från varandra och det finns ett enormt utbud av olika storlekar, olika typers isoleringar och varianter för alla möjliga ändamål. Detta betyder att det som planerare kan vara svårt att välja den rätta produkten för projektet i fråga. Med informationen som sammanställts i detta arbete har man goda grunder till att hitta en lämplig leverantör av kulvertrör.

Vid nybyggen då man tar i beaktande understödandet av finsk industri samt prisklass vore Meltex det naturliga alternativet. Detta grundas på att Meltex produkter är tillverkade i Finland och är därför ett val som stöder finsk industri. Meltex är även avsevärt billigare än konkurrenterna. Även om Meltex inte har de bästa isolerings egenskaperna av konkurrenterna är de goda och vid nybyggen har man ofta möjlighet att gräva ner rören ordentligt och använda sig av tjälskydd om man anser det nödvändigt.

Om man utför någon form av saneringsprojekt där rören grävs ner på en besvärlig mark typ med mycket berg och eventuellt andra hinder, samt att man måste koppla in rören i ett trångt utrymme så är en produkt med goda böjningsegenskaper viktigt. Då är även Meltex produkter lämpliga och även Uponors standardserie med skumplastisolering då dessa har bättre böjningsförmåga än Rauheats produkter med PUR-isolering och Uponors Pro serier med PUR-isolering. Då dessa har något sämre böjningsradie.

Vid projekt där en god isoleringsförmåga är viktigt är Rauheats produkter och Uponors Pro serier det bättre valet. Då dessa använder sig av PUR-isolering som har goda isolerande egenskaper. Denna isolering är styvare än skumplast och därför har rören en sämre böjningsförmåga. Det kan därför vara besvärliga att installera dessa produkter om utrymmet är knapp eller marktypen besvärlig. Kräver projektet en produkt med marknadens bästa isolerings egenskaper kan Uponors helt nya serie Ecoflex VIP vara ett bra val. Uponors nya produkt använder sig av en ny teknik med ett skikt med vakuum vilket har marknadens bästa värmeledningsförmåga.

## KÄLLOR

1. Lundagrossisten.se. 2021. Utbildningskompendium VVS-kunskap steg 1 | Lundagrossisten. [online] tillgänglig: <https://lundagrossisten.se/animated-vvssteg1/files/assets/common/downloads/publication.pdf> (Hämtad: 10 maj 2021).
2. Uponor.se. 2020. VVS Handboken | Uponor. [online] Tillgänglig: <https://www.uponor.se/vvs/produkter/kulvert-ecoflex> (hämtad: 8 februari 2021).
3. Meltex.fi. 2016. Flexibla isolerade rörsystem | Meltex. [online]. Tillgänglig: [https://www.meltex.fi/files/documents/meltex\\_flexibla\\_isolerade\\_ror\\_swe.pdf](https://www.meltex.fi/files/documents/meltex_flexibla_isolerade_ror_swe.pdf) (hämtad: 8 februari 2021)
4. Rauheat.com. 2021. Om RauHeat | RauHeat. [online] Tillgänglig: <https://www.rauheat.com/sv-se/om-oss/om-rauheat> (hämtad: 9 februari 2021).
5. Uponor.se. 2021. Uponors historia | Uponor. [online] Tillgänglig: <https://www.uponor.se/vvs/foretaget/historia> (hämtad: 9 februari 2021).
6. Uponor.se. 2021. Uponor I Sverige | Uponor. [online] Tillgänglig: <https://www.uponor.se/vvs/foretaget/uponor-i-sverige> (hämtad: 24 februari 2021).
7. Uponor.fi. 2021. Uponor Ecoflex VIP – uuden sukupolven eristetty putkielelementti | Uponor. [online] Tillgänglig: <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/eristetyt-ecoflex-putkistot/ecoflex-vip> (hämtad: 7 april 2021).
8. Engineersedge.com. 2021. Heat Loss Insulated Pipe Equation and Calculator | Engineers Edge | www.engineersedge.com. [online] Tillgänglig: [https://www.engineersedge.com/heat\\_transfer/heat\\_loss\\_insulated\\_pipe\\_13865.htm](https://www.engineersedge.com/heat_transfer/heat_loss_insulated_pipe_13865.htm) (Hämtad: 24 Mars 2021).
9. Uponor.fi. 2021. Uponor PEX-putket ja niiden ominaisuudet | Uponor. [online] tillgänglig: <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/kaytovesiputkistot/pex-putkistot> (hämtad: 22 Mars 2021)



## Putkien käsittely ja asennus

### Asennus

Kestävän rakenteen ja hyvän eristyskyvyn ansiosta putket eivät vaadi suuria maansiirtotöitä. Kaivantoja tehdessä tulee huomioida putkien vaatimat taipuvussäteet. Taipuisien putkien asentaminen ja käsittely on helppoa; putki voidaan asentaa pitkinä linjoina ja esteet on helppo kiertää ilman turhia liitoskohtia.

Putki pysyy purkamisen jälkeen suorana ja rakenne kestää asennukset hyvin myös pakkasella. Asennusta helpottaa, jos putkikela voidaan varastoida lämpimässä ennen asennusta. Asennusta ei kuitenkaan suositella tehtäväksi alle -15°C lämpötilassa.

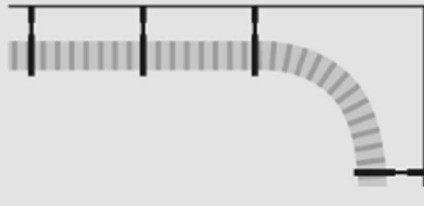
### Varastointi, nostaminen ja käsittely

- » Varastoi kiepit mieluiten vaaka-asennossa.
- » Varmista, ettei putki pääse litistymään tai taittumaan varastoinnin ja kuljetuksen aikana.
- » Suojaa putkea teräviltä esineiltä.
- » Älä raahaa putkikiieppiä karheilla alustoilla.
- » Kieppiä voidaan pyörittää lyhyitä matkoja, muutoin nostamalla.
- » Kuormaa purettaessa putkikiieppiä ei saa pudottaa eikä kaataa.
- » Käytä putken nostamiseen 50 mm nostolinjoja tai nostopliikeissä suojuksia.

### Kannakointi sisätiloissa

Asennettaessa eristettyjä putkia seinälle tai kattoon, voidaan käyttää putkikannakkeita tai hyödyntää kaapelihyllyjä. Kannakoinnissa tulee huomioida kannakkeiden maksimiasennusväli pysty- ja vaaka-asennuksissa, jotta vältetään putken taipumiselta ja haitalliselta roikkumiselta.

Suojakuoren halkaisija (mm)	Maksimi kannatusväli (mm)
75	600
110	900
160	1200
200	2200



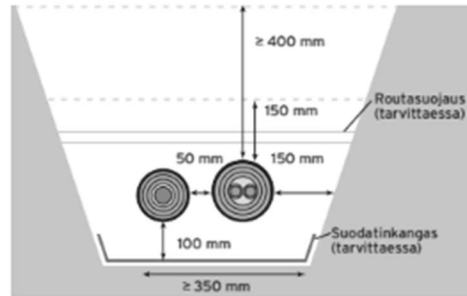
### Kaivanto

Kaivannon alkutäyttö tehdään hienojakoisella maa-aineksella. Aseta putket kaivantoon, tee tarvittavat haarolukset ja liitokset. Ennen kaivannon täyttöä, suorita putkien koeponnistus. Jatka tämän jälkeen kaivannon täyttöä kerroksittain.

Mikäli kaivantoon tulee useita lämpöputkia, vierekkäisten putkien ulkopintojen asennusväli on oltava vähintään 50 mm. Putkien ympärille (150 mm) tulevan täytömaan tulee olla hienojakoista, raekoko 0-20 mm.

Tiivistä putken alle ja ympärille tuleva maa huolellisesti. Huom! Aloita koneellinen tiivistys vasta, kun putken päällä on 30 cm tiivis maakerros. Lopputäyttömateriaali valitaan rakennuskohdetta ympäröivän maa-aineksen mukaisesti.

Viheralueilla peittosyvyydeksi riittää 400 mm, liikennealueilla alueilla minimissään 1 m. Kulkuväylien tai teiden allituksissa voidaan tarvittaessa käyttää SNB-luokan rumpuputkia asennusputkina.



### Kattava asennusohje kotisivuilla [www.meltex.fi/eristetyt\\_putket](http://www.meltex.fi/eristetyt_putket)

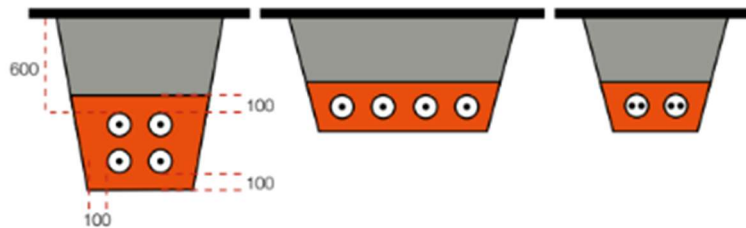
Meltex eristettyjen putkien asennuksessa voidaan myös soveltaa RIL 77-2013: "Maahan ja veteen asennettavat kesto- ja muoviputket"-ohjetta putkiluokan SN4 mukaisesti.



## MONTERINGSANVISNINGAR

### Schaktning

Kringfyllning av kulvertrör utförs med stenfritt grusmaterial med kornstorlek 0-16mm. Resterande fyllning med stenfri grävingsmassa.



### Montering av rör på vägg eller innertak

PexFlex PLUS rören förläggs med ett avstånd på 1,50-2,00 meter mellan fästpunkterna.

Installation av hängande rör



Installation av rör på konsol



### Instruktioner för installation vintertid

Fövärmning av produkter med HDPE-polyeten rekommenderas före installation (mantel)

#### Anvisningarna berör produktgrupperna

PexFlex  
PexFlex PLUS  
PexFlex Blue

0 °C eller kallare förhållanden, förvara rullarna över natten på varmare ställen. Vid brist på plats kan rullarna värmas under presenning med varmluft eller värmas direkt mot mantel med mjuk gasolvärmare eller varmluftspistol.

Montören ansvarar själv för uppvärmningsmetod. Tillverkaren ansvarar inte för skador som uppkommit vid installationer där värmeförhållanden har varit under 0 °C.



Rör får inte installeras om plastmantelets yta är isig. Isig plastmantel måste förvärmas innan installation.



### Installation i schakt

Schakt utförs enligt Anläggnings AMA 13 kapitel CB punkt CBB, CBB.3 och CBB.31. Se bilderna för rekommenderade schaktbredder.

Dränerande ledningsbädd, enligt CEC.213, utförs med material med största kornstorlek 16 mm. Krossmaterial med kornstorlek överstigande 8 mm får inte användas.

Packning utförs enligt tabell CE/4. Se till att dräneringsledning inte skadas.

Dränering ska alltid utföras för att uppnå högsta möjliga energieffektivitet.

På grönytor räcker ett täckdjup på minst 40 centimeter. Vid trafikerade områden bör täckdjupet vara minst 50 centimeter. Vid behov kan lasten delas med exempelvis betongplattor eller körplåt. Vid behov läggs det tjälskjutande fyllmaterialet omedelbart ovanpå rören.



Bild: Trafiklast SLW60

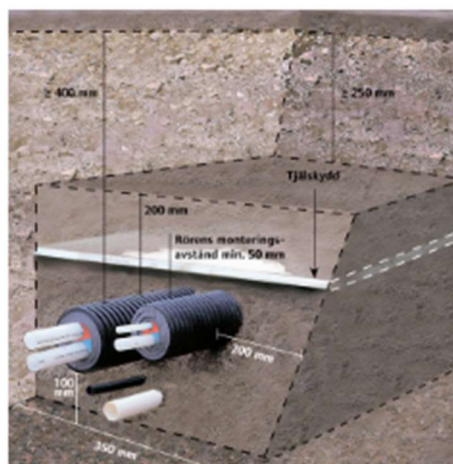


Bild: Fyllning av schakt

Parkmark minst 400 mm, trafikytor minst 500 mm. Kulverten klarar en trafiklast enligt SLW60.

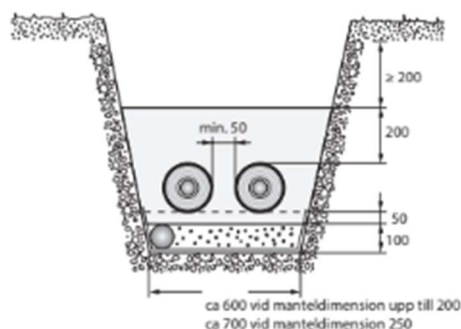


Bild: Fyllnadshöjd över rören, två rör