

# KULVERTKOSTNADSKATALOG



Rapport | 2007:1



# KULVERTKOSTNADSKATALOG

**Rapport | Januari 2007:1**

ISSN 1401-9264  
© 2007 Svensk Fjärrvärme AB  
Art nr 07-01



## Sammanfattning

Några allmänna slutsatser:

- Kulvertlängden har stor betydelse för kostnaden per meter. Mängden fördyrande faktorer enligt 4.5. höjer kostnaderna över katalogvärdena.
- 1997 konstaterades att det inte gick att få fram några regionala skillnader beträffande kostnadsnivån. Däremot kan en viss skillnad mellan olika energiföretag ses även inom samma region.
- Alla kulverttyper och medierör som förekommer i de klenare dimensionerna har behandlats lika.
- Någon skillnad i kostnad för enkelkulvert jämfört med tvillingkulvert, kulvert med olika isoleringsstandard eller olika förläggningssätt kunde inte tolkas av 1997 års inlämnade uppgifter.

Materialkostnad för fjärrvärmerör i serie 1 är i dag 2006 mellan 4-14 % mindre än serie 2, och serie 3 kostar 15-25 % mer än serie 2.

- Kulvertkostnaden för tvillingrör av PEH är följande i förhållande till enkelrör:
  - DN 25- DN 50 är cirka 15% billigare
  - DN 65- DN 100 är 5 % billigare
  - DN 125- DN 150 är 5 % dyrare

Katalogen redovisar kostnader för enkelrör serie 2 och skall justeras enligt ovan då noggrannare kalkyl önskas för annan isoleringsserie eller för tvillingrör.

- Resultatet av 1997 års sammanställning innehöll en del osäkerheter. Enkätsvaren justerades i vissa fall genom antaganden, men slutresultatet blev så bra att det använts i 10 år. Uppdatering med smärre justeringar för materialkostnader och indexreglering ger därför en bra uppfattning om dagens kulvertkostnadsläge år 2006 med maj månad som basmånad.
- Tvillingrör har en betydligt bättre isolerande förmåga än enkelrör, dessutom reducerar tvillingrören teoretiskt schakten med ca 25 % på dimensioner upp till DN 65 och ca 10 % på dimensioner fr o m DN 80 och uppåt, även materialåtgång, dvs. vikt av polyuretan och polyeten är mindre. Viktigt att komma ihåg är också att rördelar alltid skall monteras vågrätt för bibehållet vertikalt rörläge i kulverten.
- Värmeförlusterna kan öka med ända upp till 35% för mindre dimensioner med PUR-isolering under livstiden 50 år.
- Mantelskarvning med svetsförband ger bäst resultat.
- Förtätning av servisledning i villaområde kostar ca 66 000 kr och merkostnad för anslutning av en villa i efterhand, kan kosta upp till 25 000 kr.

Rapporten, som tagits fram genom Jan Lindeberg och Svensk Fjärrvärmes Distributionsgrupp, skall kunna användas i det praktiska arbetet vid planering, kalkylering och för kontroll av det egna kostnadsläget.

Ture Nordenswan



## Innehållsförteckning

1.	Inledning .....	7
2.	Kostnadsredovisning .....	8
2.1.	Kulvertdata .....	8
2.2.	Områdeskategori .....	8
2.3.	Delkostnader .....	9
3.	Kommentarer till kulvertkostnaderna.....	10
3.1.	Kategori A - Innerstad .....	10
3.2.	Kategori B - Ytterområde .....	10
3.3.	Kategori C - Parkmark .....	10
3.4.	Kategori D - Exploatering.....	10
3.5.	Övriga jämförelser .....	10
4.	Faktorer som påverkar kulvertkostnaderna .....	11
4.1.	Planering och projektering .....	11
4.2.	Upphandling .....	12
4.3.	Nyexploatering .....	12
4.4.	Gatumark .....	13
4.5.	Fördyrande faktorer.....	13
5.	Ersättning för framtida ökat underhåll .....	14
5.1.	Kostnad för deponi .....	14
6.	Förtätning av serviser i villaområde.....	15
6.1.	Merkostnad för anslutning av en villa i efterhand .....	16
7.	Revision av nedstigningsbara kammare.....	17
8.	Mantelskarvning.....	18
9.	Värmeförluster .....	20
10.	Linjetäthet.....	21
11.	Anslutningsgrad .....	22
12.	Bilagor.....	24





## 1. Inledning

Denna rapport är den fjärde i serien Kulvertkostnadskatalog. Tidigare rapporter är från 1993, 1995 och 1997. Föreliggande rapport har utarbetats med 1997 års rapport som bas och där varje arbetsmoment har granskats mot inbördes dimensioner och åsatts ett index enligt respektive grupp i Entreprenadindex E84 med december 1996 som bas.

Rapporten för 1997 byggde på efterkalkyler på projekt som utförts under 1995 och 1996. Uppgifter hade lämnats av 60 medlemsföretag för sammanlagt 282 projekt.

Följande indexökning i % har framräknats för tiden 1996-12-15 – 2006-05-15:

Projektering och kontroll	1,52 justerat till 1,60 för tjänstemannalön
Markarbeten	1,43
Rörlarbeten	1,35
Rörmaterial	1,57
Rörskarvning	1,57 justerat till 1,70 för svetsmuff

Grupp	Index E84/kod	06-05	06-11		
Proj o kontroll	4011	301	301		
Markarbete	311	267,5	265,6		
Rörlarbete	30 % 131	339,1	358,1		
	70 % 3021-23	182	182		
Rörmaterial	1175	391	448		
Rörskarvning	1175	391	448		

Exempel. Indexhöjning i procent ifrån maj – oktober för index E84 1175  
 $(448-391)/391 = 14,6 \%$

Redovisade kostnader gäller för enkelrör isolering serie 2, (plusrör) och för olika områdeskategorier. Alla kostnader redovisas exklusive moms.

Nytt i årets rapport är följande:

- Förtätning av serviser i villaområden
- Revision av nedstigningsbara kammare
- Rörskarvning/Mantelskarvning
- Värmeförluster
- Linjetäthet
- Anslutningsgrad
- Flödesdimensionering
- Index E84

## 2. Kostnadsredovisning

### 2.1. Kulvertdata

Katalogen gäller för markförlagda fjärrvärmeledningar utförda enligt Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser. Inom dimensionsområdet  $\leq$  DN 50 ingår förutom fasta system även flexibla. Enskilda serviser ingår inte.

### 2.2. Områdeskategori

Anläggningskostnaderna har indelats i följande kategorier:

<b>Kategori A</b>	<b>Innerstad</b> Innerstadsbebyggelse	<b>Bilaga 1</b>
<b>Kategori B</b>	<b>Ytterområde</b> Ytterstadsområden eller annan tätortsbebyggelse med ytbeläggning	<b>Bilaga 2</b>
<b>Kategori C</b>	<b>Parkmark</b> Park- och grönområden	<b>Bilaga 3</b>
<b>Kategori D</b>	<b>Exploatering</b> Utbyggnad i samband med nyexploatering	<b>Bilaga 4</b>

## 2.3. Delkostnader

Delkostnader inom de olika kategorierna redovisas enligt nedan:

### 1. Projektering

- Projektering omfattar alla entreprenadhandlingar, kontroll och relationsdokumentation.

### 2. Byggnadstekniska arbeten

- Dessa omfattar schakt, dräneringar, omläggningar av främmande ledningar, trafikanordningar, återfyllning, återställning av markytan, betongarbeten (kammare) och byggnadstekniskt material som t ex betäckningar. I kostnaden ingår ej ersättning för ökat framtida underhåll och deponiavgifter för förorenade massor eller asfalt.

### 3. Rörarbeten

- I rörarbete ingår transport och läggning av fjärrvärmerör, svetsarbete, provtryckning, förvärmning, rörrensning och isoleringsarbete inklusive komponenter och material för rör i kammare.

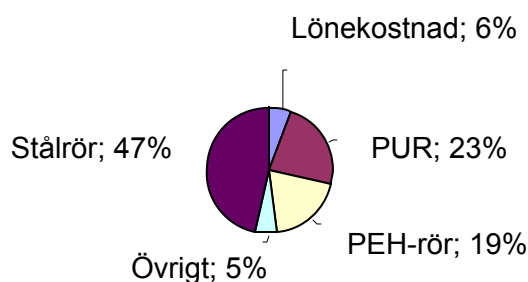
### 4. Rörmaterial

- Fjärrvärmerör, ventiler och rördelar inklusive förrådsomkostnader.

### 5. Rörskarvning/mantelskarvning med svetsmuff

- Allt material och arbete för larmkoppling, muffning och isolering.

#### Ex. på kostnadsfördelning för tillverkning av std fjärrvärmerör DN 125/250



## 3. Kommentarer till kulvertkostnaderna

### 3.1. Kategori A - Innerstad

Denna kategori har naturligtvis de högsta kostnaderna beroende på mycket höga byggkostnader, i första hand för återställningsarbete, hinder av ledningar och trafikordningar. Markarbetets andel av totalkostnaden är ca 50 % för de minsta och de största dimensionerna med en successiv ökning till en topp på 61 % för DN 150. Kostnaderna för rörmaterial och rörmontage är en relativt liten del av totalkostnaderna på de mindre dimensionerna men kan skilja mellan olika projekt beroende på kulverttyp, skarvmetod, isolertjocklek och antal avgreningar.

### 3.2. Kategori B - Ytterområde

I denna kategori är totalkostnaden ca 20 % lägre än för kategori A, framför allt beroende på en lägre byggkostnad för återställningsarbete och mindre hinder av främmande ledningar.

### 3.3. Kategori C - Parkmark

Totalkostnaderna i park och naturmark är ca 23 % lägre än för kategori B. Byggkostnadens andel av totalkostnaden är ca 41 % för de mindre dimensionerna och ökar till 48 % för DN 150 för att sedan minska till ca 32 % för de största dimensionerna. Från DN 400 är materialkostnaden den högsta kostnaden. Rörarbeten är ca 8-16 % av totalkostnaden för alla dimensioner.

### 3.4. Kategori D - Exploatering

Man kan få de lägsta kostnaderna om man utnyttjar samförläggning med övriga ledningar innan gatorna är färdigbyggda.

Redovisade projekt i kategori D är cirka 54-72 % billigare än kategori B, vilket beror på att massorna kan läggas upp vid sidan om schakten och delvis återanvändas. Överskottsmassor kan i allmänhet utnyttjas till terrassering inom området. Materialkostnaderna är högre än byggkostnaderna för alla dimensionerna.

### 3.5. Övriga jämförelser

En jämförelse av totalkostnaden mellan kategori A, B, C och D redovisas i **Bilaga 5 a** och **b**.

Procentuell kostnadsfördelning för kategori A och B visas i **Bilaga 6 och 7**, för C och D i **Bilaga 8 och 9**.

## 4. Faktorer som påverkar kulvertkostnaderna

Här följer ett försök att belysa vad som påverkar totalkostnaden i olika skeden.

Det finns ett klart samband mellan projektstorlek, kulvertlängd och kostnaden per meter. Vid mycket korta sträckor och etappvis utbyggnad blir priset per meter i regel väsentligt högre än vid en samlad utbyggnad. För klenta dimensioner t o m DN 80 har längderna, normalt i redovisade projekt, varit 30-100 meter. Fr o m DN 100 har längden däremot varit över eller mycket över 100 meter per projekt och i regel längre ju grövre dimensionen är.

Kostnadsskillnaden mellan billigaste förläggning i naturmark och den dyraste i utpräglad innerstadsmiljö kan vara 1:10. Slutsatsen blir att man bör söka sig från gatemark, utnyttja parker och inomhusdragningar. En del kostnader kan man påverka i planeringsstadiet och under kulvertprojekteringen, andra under upphandling av entreprenaden och under arbetets gång. En stor del av kostnaderna kommer från befintlig markbeskaffenhet, väggroppens utformning, annan ledningsdragning och övrig infrastruktur.

En del faktorer har man svårt att påverka såsom lokala prisvariationer, konkurrenssituationer, konjunkturen och entreprenadens storlek. Hur väl man utnyttjar förutsättningarna påverkar starkt slutkostnaden.

### 4.1. Planering och projektering

- Välj förmånlig ledningssträckning.
- Vid anläggning i park och naturmark måste kanske transportvägar anläggas, träd fällas och mark röjas. Om schaktmassor kan läggas upp inom arbetsområdet och kan återanvändas eller om de måste forslas till tipp och ersättas påverkar kostnaden väsentligt.
- Var noga vid val av kulverttyp, dimension, isoleringsstandard och kulvertskarv.
- Välj dragning i profil så att full täckning erhålls för avgreningar och serviser vid minsta möjliga läggningsdjup och så att antalet hög- och lågpunkter minimeras.
- Minimera antalet svetsar - en skarv är ofta en framtida svaghet och felkälla.

Var återhållsam med servisventiler samt luftnings- och tömningsanordningar även dessa kan vara en framtida felkälla i nätet.

- Planera utförandet så att entreprenaden kan drivas med så få avbrott som möjligt.
- Bygg om möjligt kulverten vid rätt årstid med hänsyn till vinterkostnader, länshållning, markens bärighet, avstängningar och provisorier.
- Kan man i förväg fastställa markbeskaffenhet och bergförekomst samt läget på befintliga el-, tele- och VA-ledningar är dessa hinder mycket billigare att åtgärda än om de dyker upp som överraskningar under byggnadstiden. Provgropar och markundersökning kan vara lönsamma åtgärder.

## 4.2. Upphandling

- Välj entreprenadform efter entreprenadens storlek och bygghandlingarnas kvalitet men också efter hur mycket tid och kompetens som finns inom beställarorganisationen. Exempelvis så kräver totalentreprenaden minst tid av beställaren men samtidigt mycket bred kunskap om entreprenadens kvalitet, enklast är den att använda för projekt, som är lätta att definiera eller där detaljlösningar spelar mindre roll för beställaren. Den delade entreprenaden kräver större insats av beställaren när det gäller kompetens och tid för framtagande av ritningsunderlag, samt kunnig projektorganisation som klarar samordningen av de olika delentreprenaderna, utförandet medför i många fall bättre och billigare lösningar för entreprenaden i sin helhet. Om löpande räkningsavtal väljs måste man fastställa vad kostnadstaket innehåller i fråga om kvalitet och kvantitet för att undvika höjningar av taket under entreprenadtiden.
- Vid många små utbyggnadsprojekt kan det vara bäst att träffa årsavtal medan det vid större utbyggnader kan vara en fördel med särskilt anbuds förfarande.
- Om man har möjlighet att hinna med att färdigställa ett komplett förfrågningsunderlag så bör fast pris eller fasta a-priser användas.
- Använd Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser.

## 4.3. Nyexploatering

För att projektet ska bli lönsamt måste beställaren vara med i planeringsarbetet och påverka sin del i exploateringsområdet. Den första biten är att se till att fjärrvärmecentralerna i största utsträckning kan anslutas ifrån den sidan som distributionsledningen planeras på för att därmed minska servisledningarnas längd och värmeförluster, därefter måste även beställaren försöka påverka tidplanen för anslutning av värme till de olika fastigheterna inom utbyggnadsområdet så att man får minsta möjliga antal inkopplingar och kortast möjliga utbyggnadstider.

Exempelvis, idag är det inte ovanligt att byggherren bygger ett flertal visningshus inom området och att utbyggnaden därefter drar ut på tiden, här bör beställaren bevaka så att visningshusen kommer rätt i förhållande till planerade nät, annars får man kanske bygga ett helt distributionsnät inom området i förtid för att värnehålla tre visningshus under ett år innan utbyggnaden startar för resterande etthundra hus i området.

Det är också viktigt att följa upp utbyggnaden så att eventuella planändringar inom området fångas upp så tidigt som möjligt annars finns risken att förtida servisavstick i gatumark inte överensstämmer med ändrade hus placeringar under utbyggnadstiden.

Anm. Planändringar från byggherren innan byggstart som påverkar FV-utförandet bör kostnadsregleras för att täcka exempelvis tidigare projekteringskostnader.

På nyexploateringsområden kan skydd av ledningarna under byggnadstiden behöva utföras, vilket utgör en kostnad.

#### 4.4. Gatumark

Vid arbeten i gatumark förekommer alltid:

- brytning och återställande av beläggning
- borttransport av uppschaktade massor samt återställning av sorterat material som packas
- gång- och körbroar, provisoriska trafikordningar
- avstängningsanordningar, extra avstängningsmaterial vid trafikerade gator
- spontning av ledningsgraven vid rasrisk och vid överfarter
- ersättning till gatuägare för framtida underhåll
- omläggning av främmande ledningar. Vid sprängning erfordras särskilda åtgärder

#### 4.5. Fördyrande faktorer

- korsning av järnvägar, vattendrag, vattentäkter, motorvägar och trafikleder
- val av korsningsmetod, hammarborrning, rammning eller styrd borring
- arkeologiska och geotekniska undersökningar
- åtgärder vid grundförstärkningar och grundvattenändringar
- återställandet av kantsten- och beläggningar
- intrångsersättningar, servitut och skördeskadeersättningar
- tillkommande serviser och samförläggningar under utbyggnaden
- bergsprängning, schakt och borttransport
- dåligt projekteringsunderlag och forcerad tidplan
- hög grundvattenyta medför i regel långsgående dräneringsledning
- upptining av gator vintertid
- provisorisk värme till berörda kunder vid förnyelse av äldre kulvert
- flyttning av befintliga VA-anordningar och kablar
- deponiavgifter för förorenade massor eller asfalt
- schaktningsarbete i nyasfalterade ytor
- besiktning av fastigheter på grund av risk för sättningar
- påtvingade etappindelningar

## 5. Ersättning för framtida ökat underhåll

Ett stort antal kommuner tar idag ut en särskild ersättning för ökat framtida underhåll i samband med återställning efter grävningsarbeten. Detta har skett antingen som en direkt kontantersättning eller som påslag på återställningskostnaden när kommunen själv utfört återställningsarbetena.

För merkostnader som är hänförliga till löpande underhåll av asfaltskador efter grävningsarbeten är lämpligen följande faktorer viktiga.

Fördyrat underhåll för betäckningar till kammare och ventiler m.m.

Antal nya asfaltskarvar

Typ av gata, villagata, stadsgata eller trafikled

Kulvertens förläggning, i gatan, trottoar eller gcm-väg

Beläggningsens ålder

Beläggningsens yta i m<sup>2</sup>

Ökade kostnader för drift och underhåll av befintligt VA-nät

Kostnader för eventuellt ökat framtida underhåll finns ej med i denna kulvertkostnads katalog.

### 5.1. Kostnad för deponi

När det gäller kostnaden för deponi av asfalt efter schaktningsarbete i gatemark så kan det idag delas upp i tre olika kategorier beroende på föroreningsgrad av PAH, kostnaden för förorenad asfalt ingår ej i kulvertkostnad för kategori A och B.

Ungefärliga kostnader: Asfalt fritt ifrån PAH 50 kr/ton, asfalt med tjära 175 kr/ton och asfalt som ej är kontrollerad 225 kr/ton (tjockleken 4,4 cm asfalt motsvarar cirka 100 kg/m<sup>2</sup>).



## 6. Förtätning av serviser i villaområde

Att ansluta hus i efterhand är alltid dyrare, det är därför mycket viktigt att samla ihop så många kunder som möjligt vid förtätning av fjärrvärme i befintliga områden.

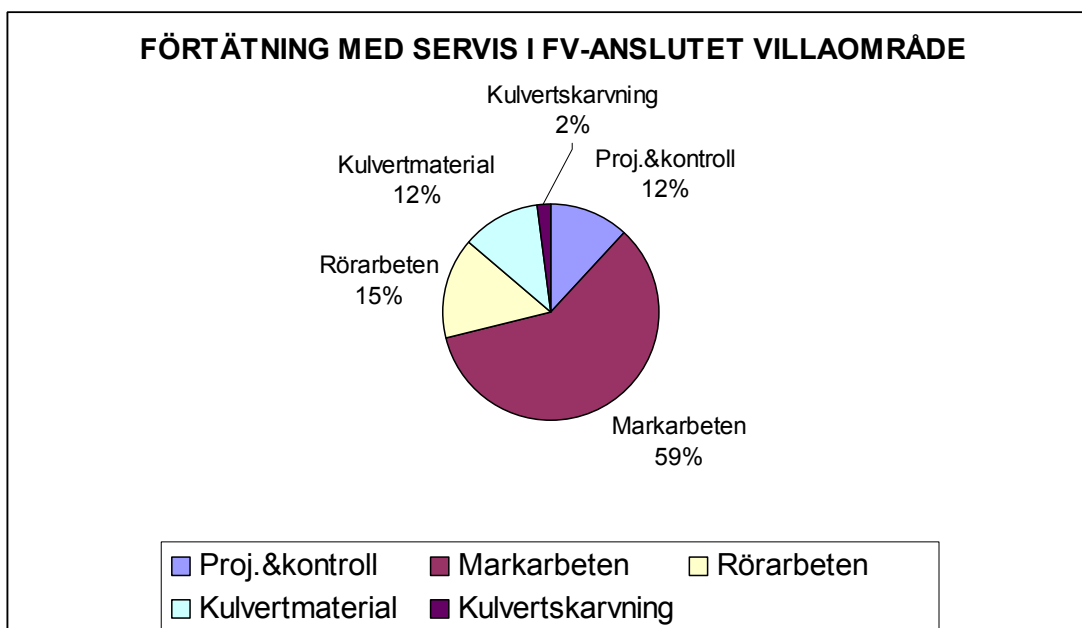
Tänk på att det kan vara ekonomi att bygga en ny servisledning ifrån intilliggande fastighet om fastighetsägaren går med på att teckna ett servitutsavtal, som kan omvandlas till ledningsrätt, ersättningsnivån kan uppgå till cirka 3 000 kr. En ledningsrätt ger större skydd för ledningen då bevakning av nybyggnation över ledningen alltid sker vid inlämnande av bygglovshandlingar.

Ytterligare mervärde att ansluta ifrån grannfastigheten är att inte behöva gå ut i gatumark för anslutning till distributionsnätet.

Även inkopplingstillfällena är viktiga att hålla ner till minsta möjliga antal.

Nedanstående exempel bygger på anslutning av en ny kund.

Förtätning med servis av Aquawarm tvillingrör dimension 2x22/128 i FV-anslutet villaområde är för Helsingborgs del ca 66 000 kr för en genomsnittslängd av 23 m, varav 4 m ingår för inkoppling till befintlig kulvert. Detta innebär att om anslutningen utförts under första utbyggnaden så är besparingen i längd ca 4 m. Procentuell kostnadsfördelning visas i nedanstående diagram.



### 6.1. Merkostnad för anslutning av en villa i efterhand

Byggnadsarbete för anslutning till befintlig kulvert med nytt servisavstick, schakt i gata längd ca 4 m, samt ny etableringskostnad.

Kostnad 10 000 kr

Rörmontage för inkoppling samt ny etableringskostnad.

Kostnad 2 500 kr

Åteställning av hårdgjord yta (6m<sup>2</sup>) samt ny straffavgift till Gatukontor för arbete i gatumark.

Kostnad 4 000 kr

Rörmaterial borttagning av befintligt rör för anslutning av servisavstick.

Kostnad 500 kr

Merkostnad för projektering, kundbesök, ritningsunderlag, remiss, materialbeställning, grävningstillstånd, kopiering och dokumentation.

Kostnad 3 000 kr (interna kostnader)

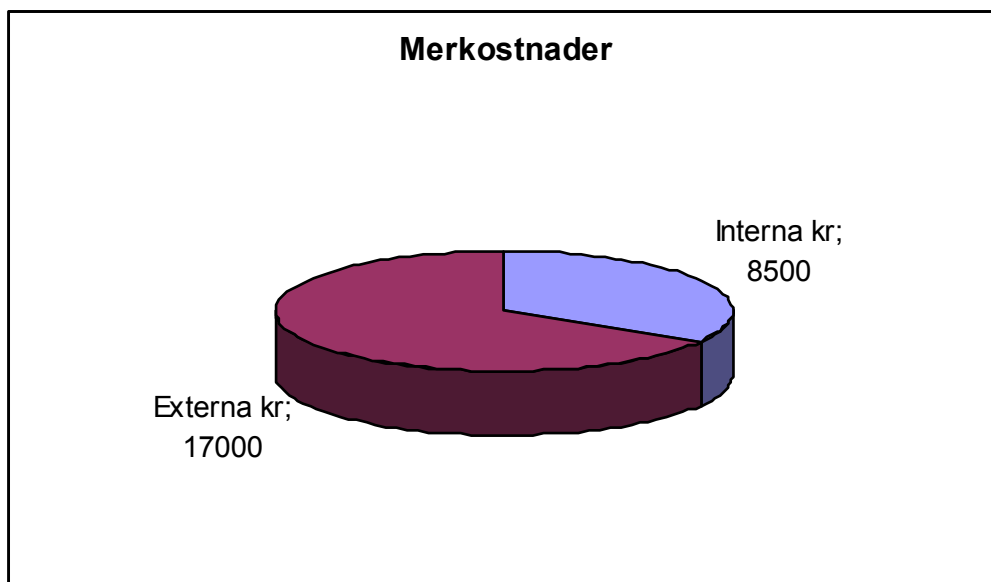
Merkostnad för projektledning, kontroll, samordning, inmätningar, fakturering, efterkalkyl samt medverkan vid inkoppling.

Kostnad 3 000 kr (interna kostnader)

Merkostnad för inkoppling, kontroll inkopplingsskarv, täthetsprovning, avstängning, tömning, avluftning och påfyllnad av fjärrvärmevatten för berörd ledning.

Kostnad 2 500 kr (interna kostnader)

Totalt 25 500 kr



## 7. Revision av nedstigningsbara kammare

Nybyggnad av kammare förekommer sällan med moderna fjärrvärmerör, men revision av äldre kammare kan behövas av arbetsmiljöskäl eller för ventilbyte. Ett projekt i Helsingborg år 2006 som berörde 14 st. kammare på en DN 500 betongkulvert i ytterområde med tung trafik kostade 1 800 kkr.

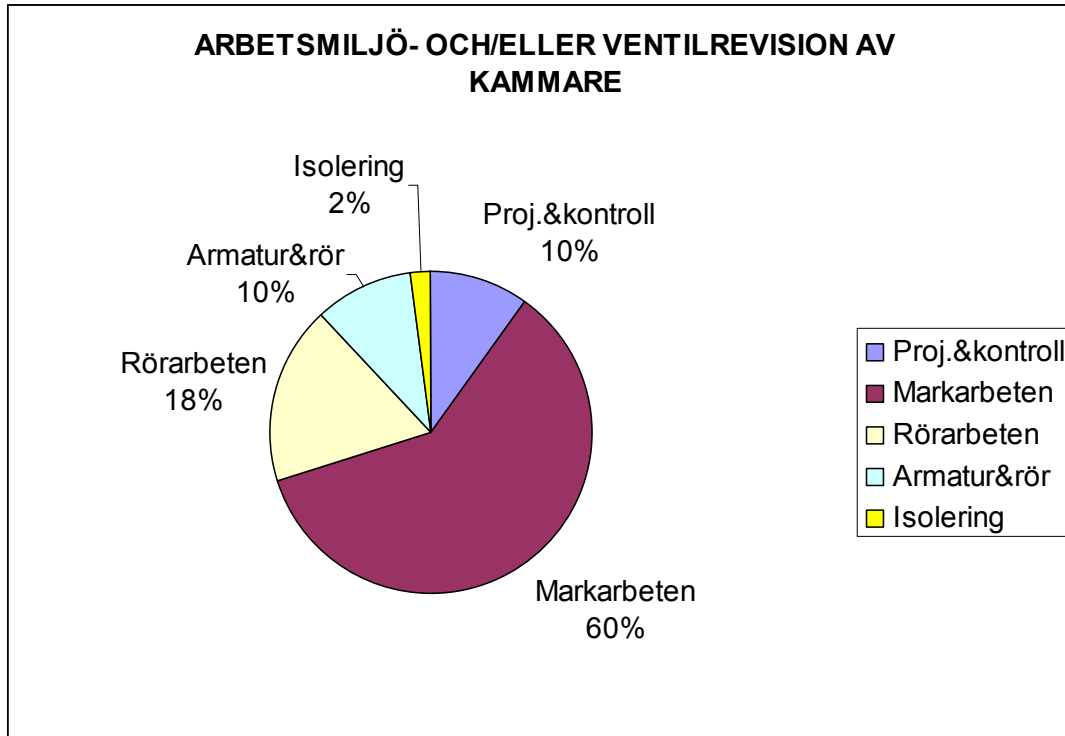
I 7st. kammare kunde ventilbyte, mindre dimensioner, utföras under lock, kostnad ca 30 kkr/st för de övriga 7 krävdes ombyggnad av rördragningen av arbetsmiljöskäl och därmed locklyft. De 3 största kamrarna kostade ca 270 kkr/st. och de övriga 4 medelstora kostade cirka 190 kkr/st.

I markarbetena ingick gjutning av ett mindre antal nya lock, nya däcklar, nya tappningsbrunnar nya genomföringar av tappning mot kammare, lagning av btg-golv, tätning av läckage i kammarväggar och invändig målning. Ombyggnadsarbeten för betongkonstruktioner utfördes endast för lock och nya fundament för pelarstöd till lock.

De 3 största kamrarna har en yta på cirka 20 m<sup>2</sup> och de 4 medelstora ungefär 8 m<sup>2</sup>

När det gäller ombyggnad av större kammare med mer omfattande betongarbeten som exempelvis ökad höjd och större utrymme i kammaren kan den totala kostnaden för revisionsarbetet komma upp till 500 kkr/st. Försök i första hand att skapa större utrymme för nedstigning och manövrering av ventiler mm genom att ändra befintlig rördragning ifrån centrum av kammaren till längs med kammarväggarna, rören kan här placeras ovanför varandra för att skapa bättre utrymme.

Procentuell kostnadsfördelning för de 14 st. kammare visas i nedanstående diagram.



## 8. Mantelskarvning

Skarven innefattar som begrepp de komponenter som ingår i ett fjärrvärmerörs skarvsystem d v s mantelskarv (muff), isolering och larmtrådar. Följande leverantörsanknutna varianter finns på marknaden:

- Svetsförband (elektromuff eller extrudersvets)
- Krympförband (bör vara minst av typen krympmuff)
- Mekaniskt förband (stål/plast)
- Skjutmuffar, säljs i princip ej längre

Val av skarvtyp sker efter pris och erfarenhet, även montörens hantverksskicklighet kan vägas in. Många beställare har egen uppfattning vad gäller typ och fabrikat.

Det blir dock allt vanligare med totalentreprenad och mindre kunnande bland beställare. Beställarkontrollen försvinner tyvärr allt mer. Beställaren blir alltmer juridisk och ekonomiskt inriktad. För att garantin skall gälla måste ofta hela paketlösningar användas vilket gör att krympmaterial och mastic vanligen hör ihop. Kombinationer av olika fabrikat förekommer dock beroende på leveranstider, är olika produkter likvärdiga?

**Svetsförband** ger utan tvekan det bästa resultatet när det gäller skarvning av fjärrvärmerör med PEH-mantel. I dag utförs ca 70 % av alla skarvar fr.o.m. 355 mm och uppåt med svetsförband.

Om man istället väljer utförandet med **krympförband** så är det viktigt att utföra uppvärmningen av muffens hela yta samtidigt och då speciellt uppvärmningen av muffens underdel eftersom den är svåråtkomlig. Praktiskt bör ytterdimensionen 450 mm vara en bra övre gräns för vad en montör kan utföra utan risk att ojämn temperatur uppstår runt om. Vid överhettning kolar förbandet och vid för låg temperatur fäster det inte. Problemet är att det är omöjligt att med ögat avgöra om resultatet är bra efteråt.

Det är även fördel att välja krympmuff med tvärbunden PEL av exempelvis Logstor, Canusa och Radpol eller PEH av typen Raychem, numera Covalense, vilka är betydligt mer krympbara än expanderad icke tvärbunden krympmuff av exempelvis Belmaflex och Salling.

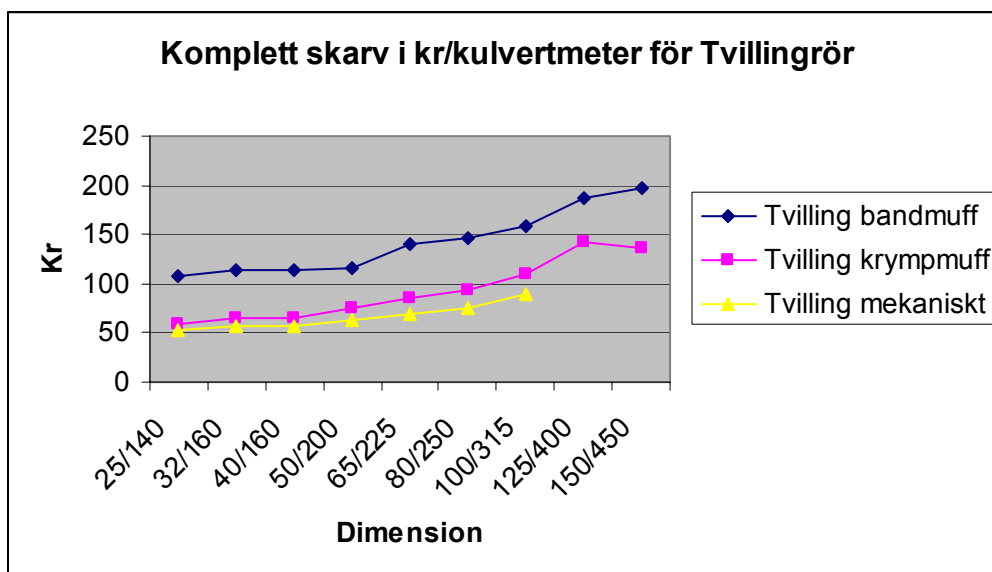
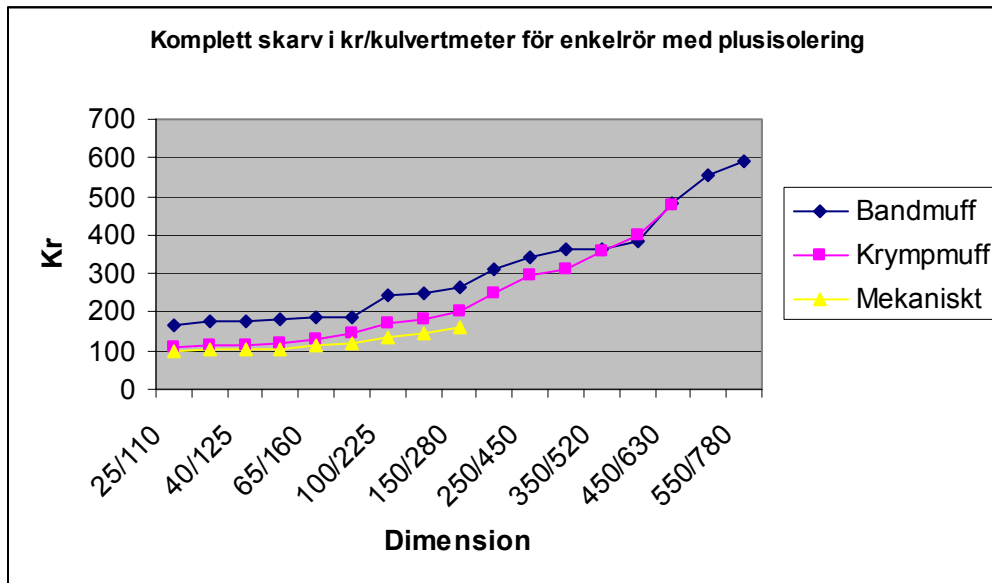
Att krympa en vanlig icke tvärbunden svets- eller krympmuff kan ta väldigt lång tid och dessa muffar kan ofta självkrympa om de förvaras i alltför hög värme, t ex starkt solsken. Tvärbundna muffar krymper däremot inte lika lätt då det krävs runt 220 °C för att dessa skall krympa.

**Mastic** är ett tätningsmaterial som består av butylgummi. Det finns krympmuffar med och utan mastic samt hotmelt, som är uppbyggt av halvkristallina polymerer. Vävbunden mastic är lättare att arbeta med, men krympmuffar utan inbyggd mastic är lättare att hålla rena eftersom montören själv får applicera den.

När det gäller **mekaniskt förband** så bör detta skarvningsutförande ske i mark som är väl dränerad eller med lågt grundvattenstånd.

För samtliga utförande är det av största vikt att skarvmontage utförs av auktoriserat företag med behörig personal med skarvpass för vald skarv, se vidare på Svensk Fjärrvärmes hemsida [www.svenskfjarrvarme.se/Omfjarrvarme/Distribution/Auktorisation](http://www.svenskfjarrvarme.se/Omfjarrvarme/Distribution/Auktorisation)

## Prisjämförelse av olika skarvar för PEH-rör



Fel på skarvar på fjärrvärmerör är den vanligaste skadeorsaken.

## 9. Värmeförluster

Nytt i denna utgåva är beräkningar för olika dimensioner och kulvertmaterial, av resultaten framgår att tvillingrör har en betydligt bättre isolerande förmåga.

Distributionsförlusterna från fjärrvärmerör beror dels på rörkonstruktion, enkel- eller tvillingrör, och dels på dimension och isolerings tjocklek samt även på PEH-mantlens tjocklek.

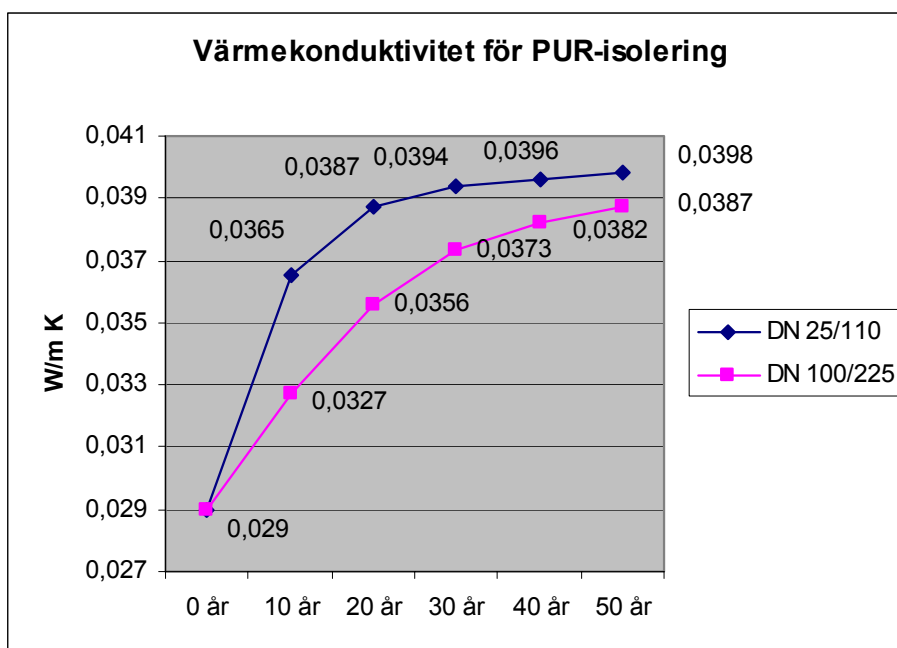
Polyuretanisoleringens värmekonduktivitet försämras under tiden pga. att den i isoleringsskummet inneslutande drivgasen, i allmänhet cyklopentan blandad med koldioxid, diffunderar ut i skummet och luft diffunderar in.

Försämring av värmekonduktiviteten kan uppgå till 30-35 % under drifttiden 50 år. Generellt gäller att små dimensioner åldras snabbare. Förändringen är också större vid minskad isoleringstjocklek.

När det gäller Flex rör så sker försämringen av värmekonduktiviteten betydligt snabbare och redan efter några år har man uppnått tiden 50 år.

En slutsats av detta skulle kunna vara att tvillingrör av Aquawarm under en 50 års drifttid är det bästa alternativet för de mindre dimensionerna när det gäller värmeförluster eftersom denna kulvert är isolerad med mineralull som till 95 % består av glas.

Diagram i bilaga 10 och 11 visar värmeförlusterna under 30 år utan hänsyn till ovanstående, diagrammen bör därför endast användas för en jämförelse mellan olika kulvertar. För mer noggrann beräkning kan Svensk Fjärrvärmes beräkningsprogram EkoDim användas, detta kan laddas hem från [www.svenskfjarrvarme.se](http://www.svenskfjarrvarme.se)



## 10. Linjetäthet

**Linjetäthet definieras som såld värme i MWh/år/ kulvertlängd i meter**

Linjetäthet är ett redskap för att ekonomiskt bedöma småhusområdets lönsamhet för anslutning.

Linjetätheten för olika svenska FV-nät varierar mellan 1 – 10 MWh/m och år. (typvärde ca 3,3 MWh) Studeras detta nyckeltal ur ekonomisk synpunkt kan man direkt säga, att hög linjetäthet är bättre än låg. Av den enkla anledningen att det både kostar mindre att bygga och att driva en 10-meterskulvert än en 100-meterskulvert till en och samma kund.

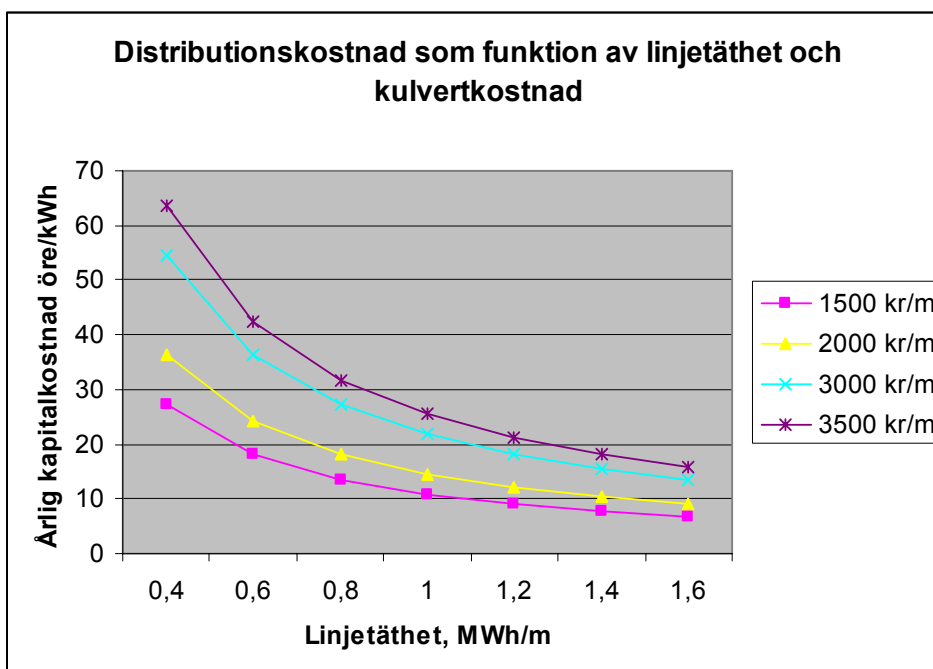
Linjetätheten är en mått på hur effektivt nätet utnyttjas, alltså hur mycket såld energi man kan få ut på varje kulvertmeter. Det är så här man ska se på nyckeltalet och inte sätta det i samband med leveranssäkerhet, eftersom ”julgransnätet” har den allra högsta linjetätheten, varje förbättring av leveranssäkerheten i ett julgransnät i form av ringmatningar drar därför ner linjetätheten.

För 12 st. olika småhusområden varierade linjetätheten mellan 0,4 och 1,6 MWh/m med ett medelvärde på 0,8 MWh/m.

Bra att känna till är också att värmeförlusterna i ett småhusområde är omkring 2,5 gånger högre när linjetätheten är 0,4 MWh/m jämfört med 1,4 MWh/m.

Anslut därför i första hand småhusområden med hög och medelhög linjetäthet. Områden med låg linjetäthet bör endast anslutas om affärssituationen är mycket god med höga intäkter och låga marginalkostnader för ytterligare värmeproduktion.

I nedanstående figur visas distributionskostnaden som funktion av linjetätheten för olika kostnadsnivåer på ledningsdragnings med dimension DN 40. Kapitalkostnaden är beräknad med realräntan 6 % och periodiseringstiden 30 år. ( $a^*(K/L / Q/L)$ ).



Anm Värmeförluster och driftkostnader ingår ej

## 11. Anslutningsgrad

**Anslutningsgraden är ett mått på antal anslutna småhus inom försäljningsområdet**

Exempel, vid 100 % anslutningsgrad så kommer samtliga småhus 221 st. inom ytterområdet att ansluta sig till fjärrvärme. Om anslutningsgraden minskar till 75 % så är antalet 166 st. och vid anslutningsgraden 50 % 111 st. samt vid 40 % 89 st.

Distributionsnätet inom området brukar normalt oavsett anslutningsgrad, inte minska i längd eller dimension på grund av mindre anslutningsgrad. Utan det är endast servisleddningarna till de småhus som avstår fjärrvärme vid första utbyggnadstillfället som utgår, dessa bör därför inräknas som framtida kunder vid en senare förtätning.

I annat fall bör man försöka sälja rättigheten till anslutning av fjärrvärme vid ett senare tillfälle till de resterande småhusen, är fastighetsägaren inte villig till detta vid utbyggnadsskedet så kan man överväga att ändra föreslaget distributionsnät.

**Följande jämförelse kan göras mellan anslutningsgraderna:**

Indata: Utnyttjningstid i h/år, 2000 och 2400, effekt 12 kW/hus, Aquawarm tvillingrör.

### Anslutningsgrad 100 % (221 st.)

Linjetäthet, 0,81 / 0,97

Värmeförlust i % i förhållande till levererad värme, 16,6 / 13,8

Total utbyggnadskostnad i kkr, 13 570

Serviskostnad i kkr, 61,5

Servislängd inkl. distributionsnät i m, 29,6

Kulvertkostnad i kr/m 2 078, Kulvertmeter 6 533

### Anslutningsgrad 75 % (166 st.)

Linjetäthet, 0,69 / 0,83

Värmeförlust i % i förhållande till levererad värme, 19,7 / 16,4

Total utbyggnadskostnad i kkr, 11 900

Serviskostnad i kkr, 71,8

Servislängd inkl. distributionsnät i m, 34,7

Kulvertkostnad i kr/m 2 070, Kulvertmeter 5 752



Anslutningsgrad 50 % (111 st.)

Linjetäthet, 0,54 / 0,64

Värmeförlust i % i förhållande till levererad värme, 26,0 / 21,7

Total utbyggnadskostnad i kkr, 10 116

Serviskostnad i kkr, 91,1

Servislängd inkl. distributionsnät i m, 44,8

Kulvertkostnad i kr/m 2 035, Kulvertmeter 4 972

Anslutningsgrad 40 % (89 st.)

Linjetäthet, 0,46 / 0,55

Värmeförlust i % i förhållande till levererad värme, 30,7 / 25,6

Total utbyggnadskostnad i kkr, 9 399

Serviskostnad i kkr, 105,5

Servislängd inkl. distributionsnät i m, 52,3

Kulvertkostnad i kr/m 2 017, Kulvertmeter 4 659

## **12. Bilagor**

**BILAGA 1. KULVERTKOSTNAD KATEGORI A, INNERSTAD**

**BILAGA 2. KULVERTKOSTNAD KATEGORI B, YTTEROMRÅDE**

**BILAGA 3. KULVERTKOSTNAD KATEGORI C, PARKMARK**

**BILAGA 4. KULVERTKOSTNAD KATEGORI D, EXPLOATERING**

**BILAGA 5a OCH 5b. JÄMFÖRELSE KATEGORI A,B,C OCH D**

**BILAGA 6. KOSTNADSFÖRDELNING FÖR DN 150 I INNERSTAD**

**BILAGA 7. KOSTNADSFÖRDELNING FÖR DN 150 I YTTEROMRÅDE**

**BILAGA 8. KOSTNADSFÖRDELNING FÖR DN 150 I PARKMARK**

**BILAGA 9. KOSTNADSFÖRDELNING FÖR DN 150 I EXPLOATERING**

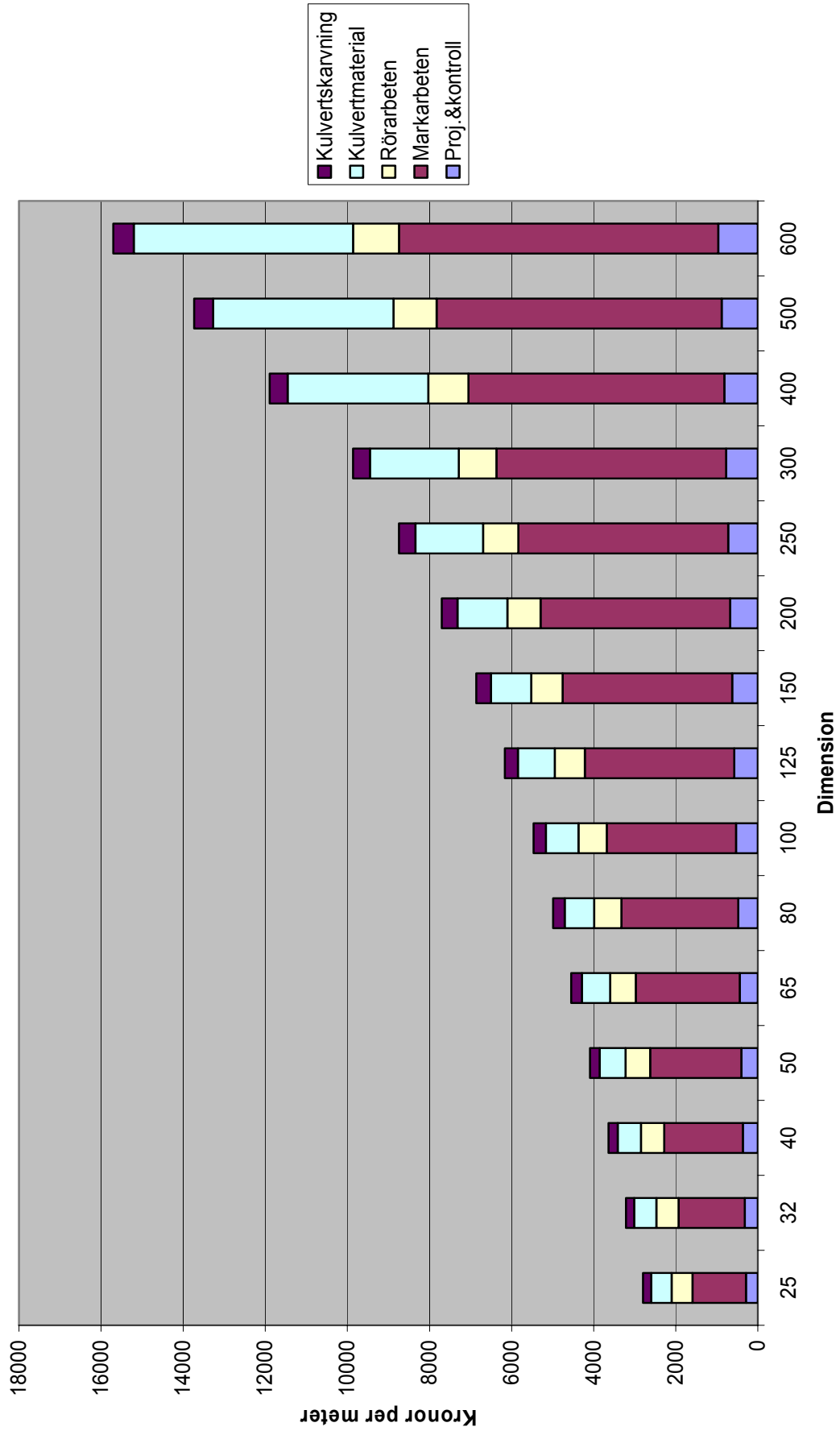
**BILAGA 10. VÄRMEFÖRLUSTER I AQUAWARM OCH FLEXRÖR**

**BILAGA 11. VÄRMEFÖRLUSTER I STANDARD FJÄRRVÄRMERÖR**

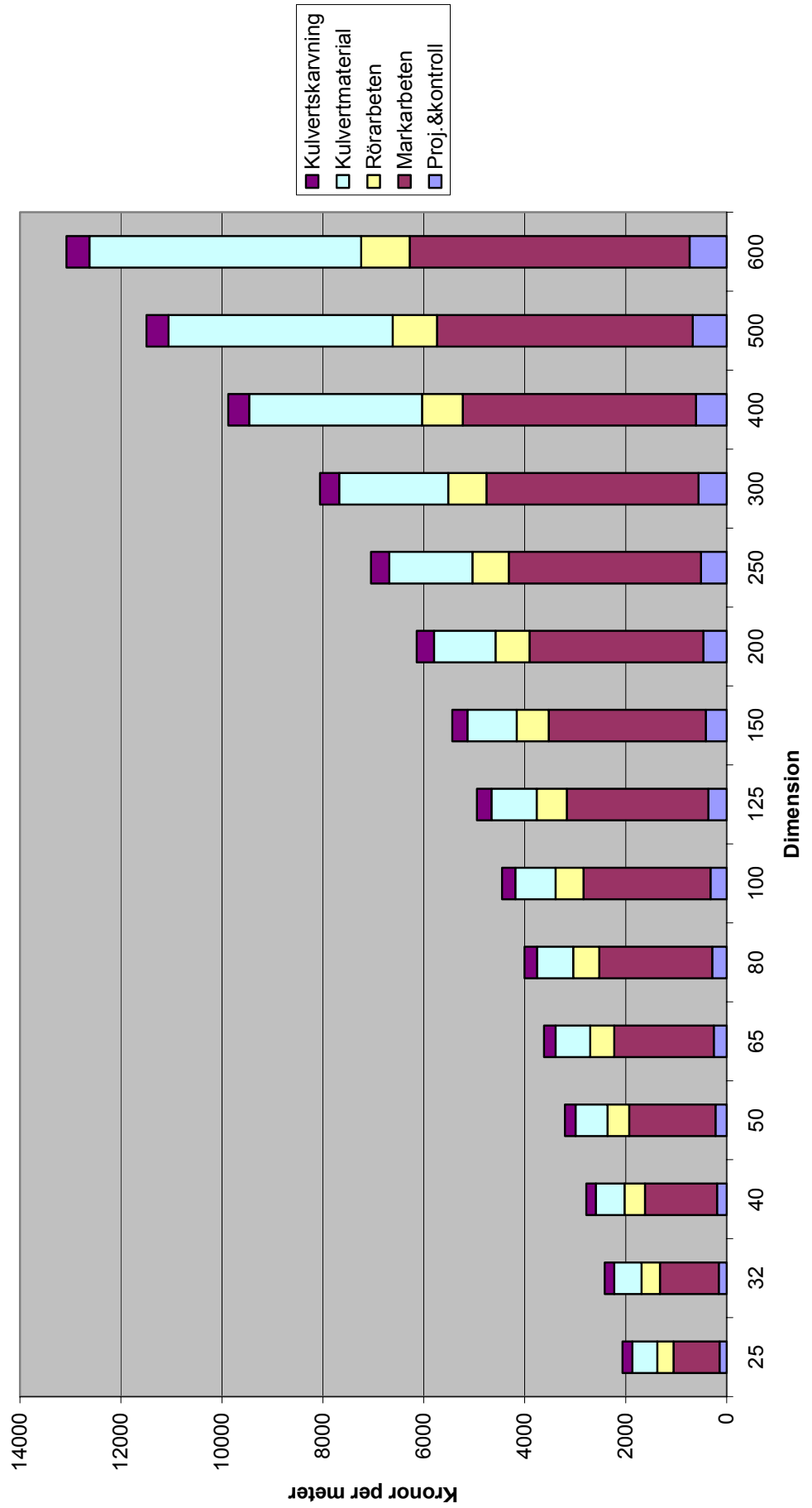
**BILAGA 12. FLÖDESDIMENSIONERING**

Bilaga 1

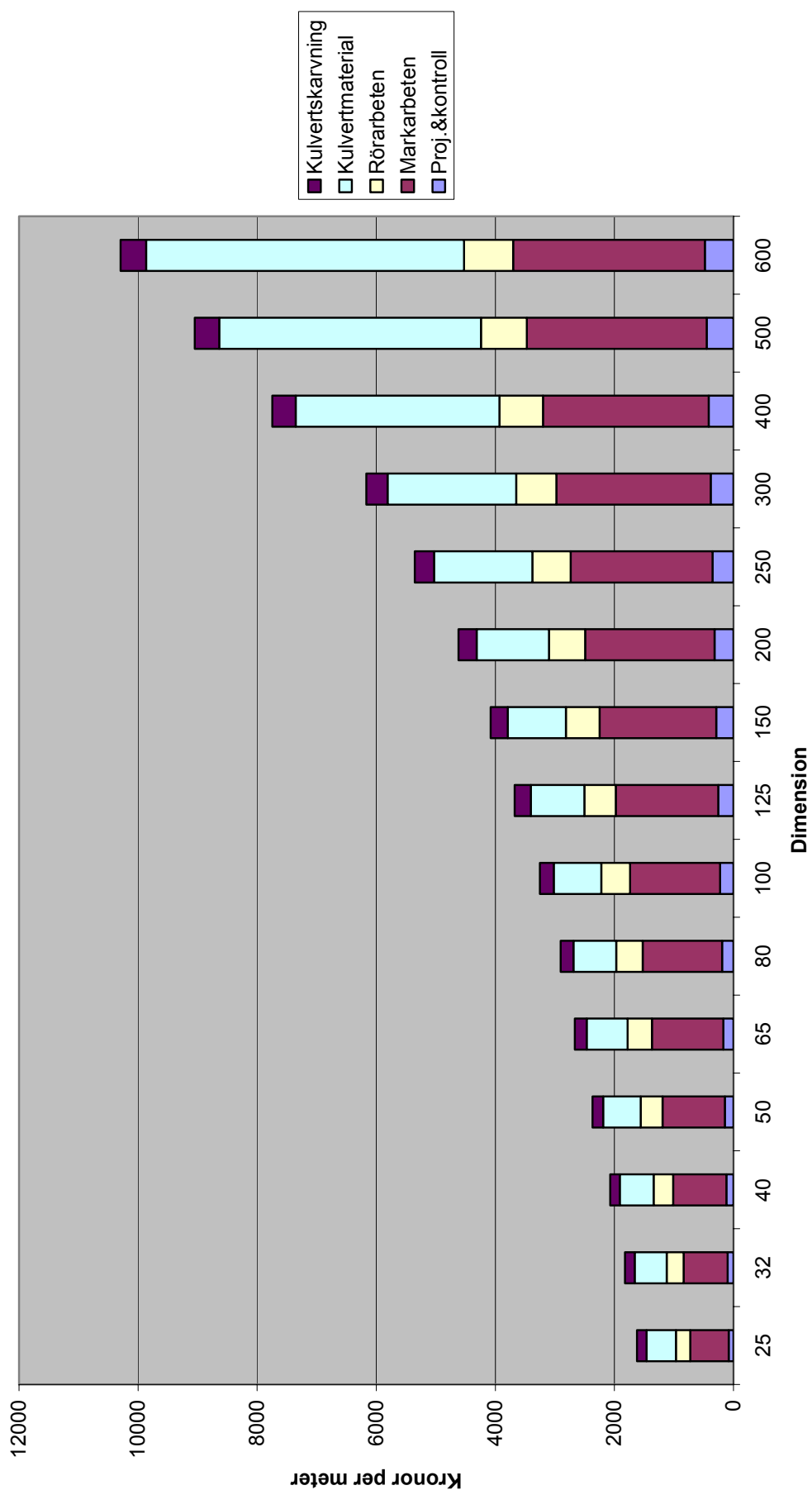
KULVERTKOSTNAD KATEGORI A, INNERSTAD



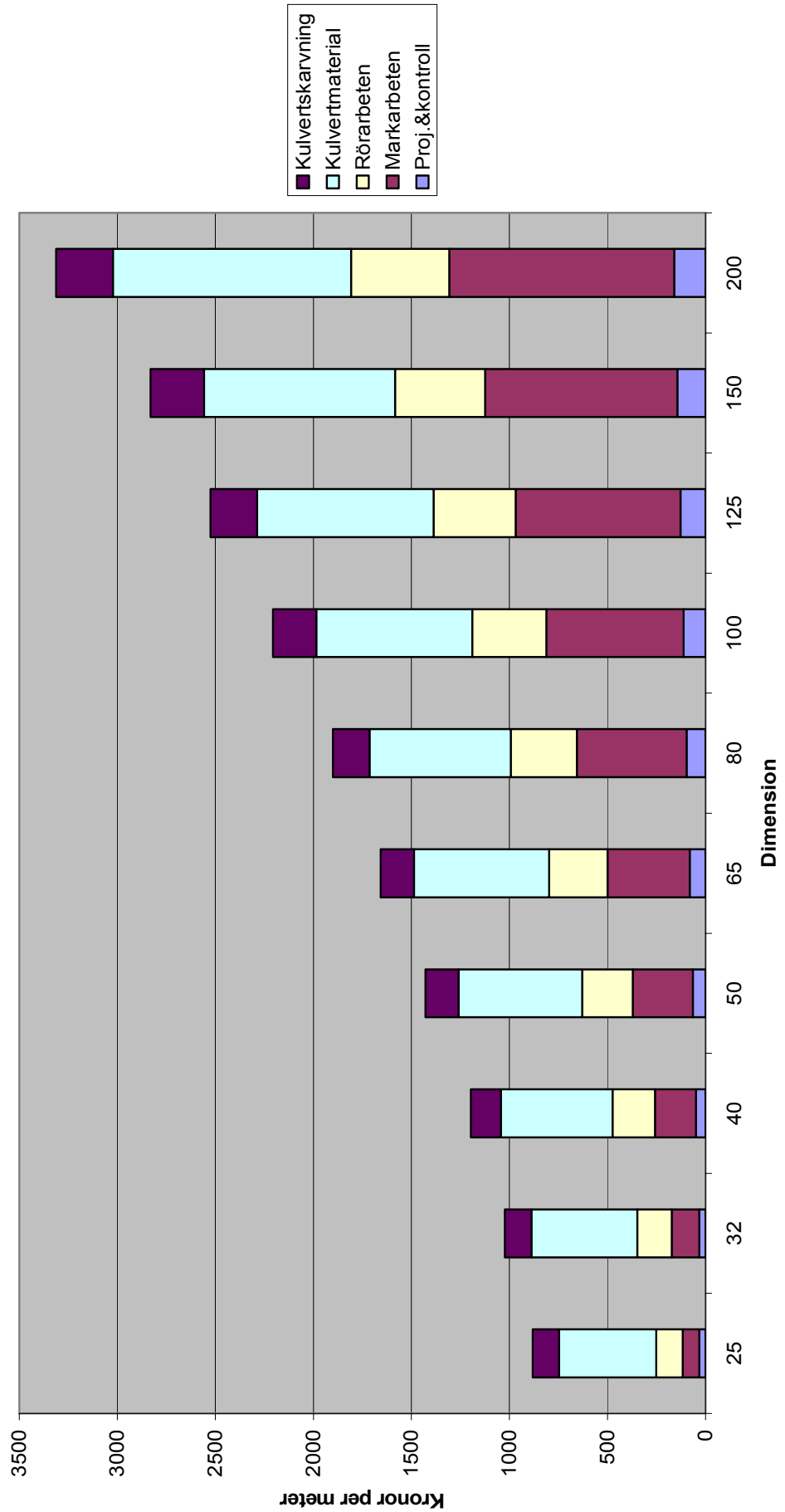
**Bilaga 2**  
**KULVERTKOSTNAD KATEGORI B, YTTEROMRÅDE**



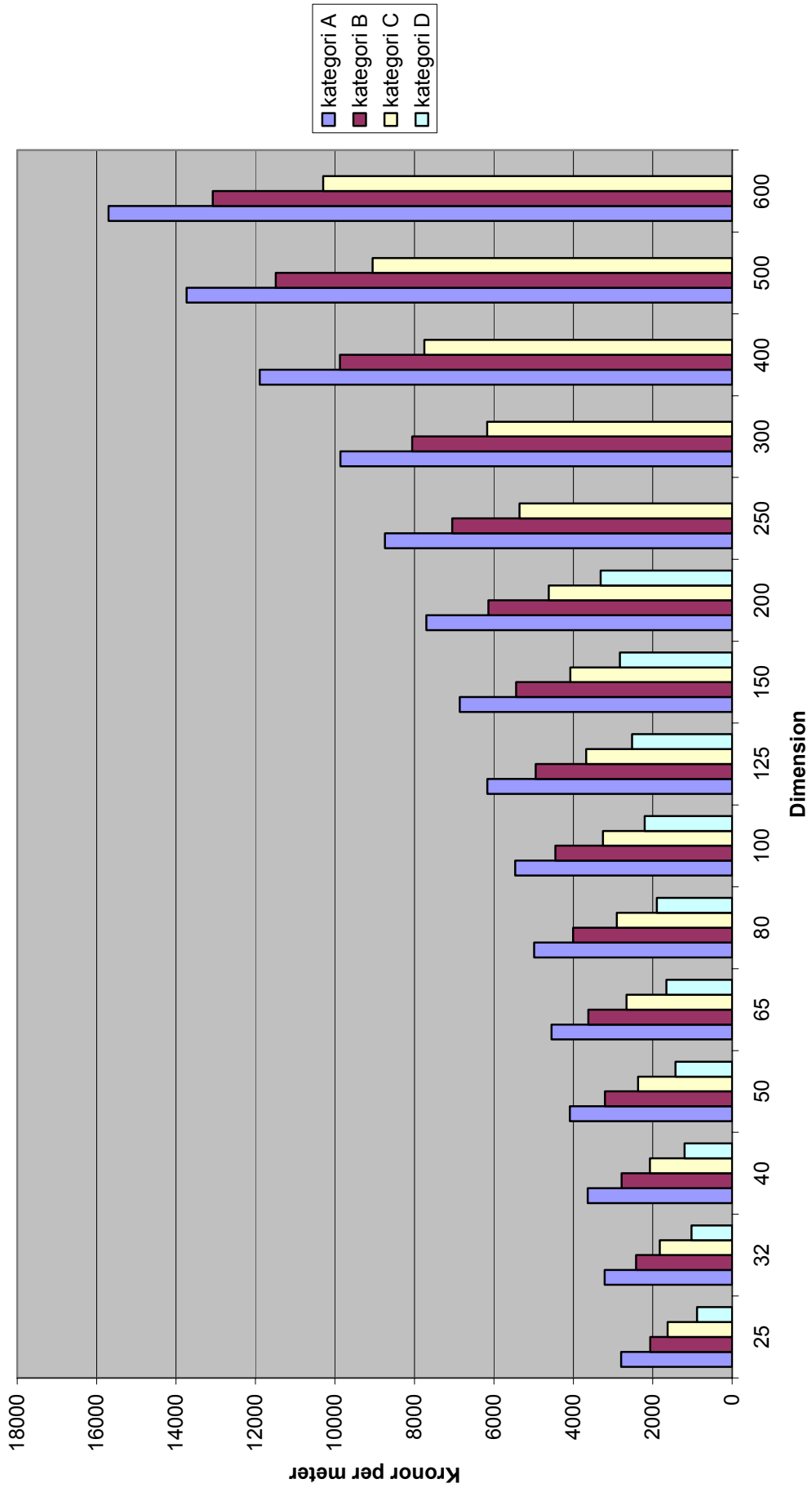
**KULVERTKOSTNAD KATEGORI C, PARKMARK**  
**Bilaga 3**



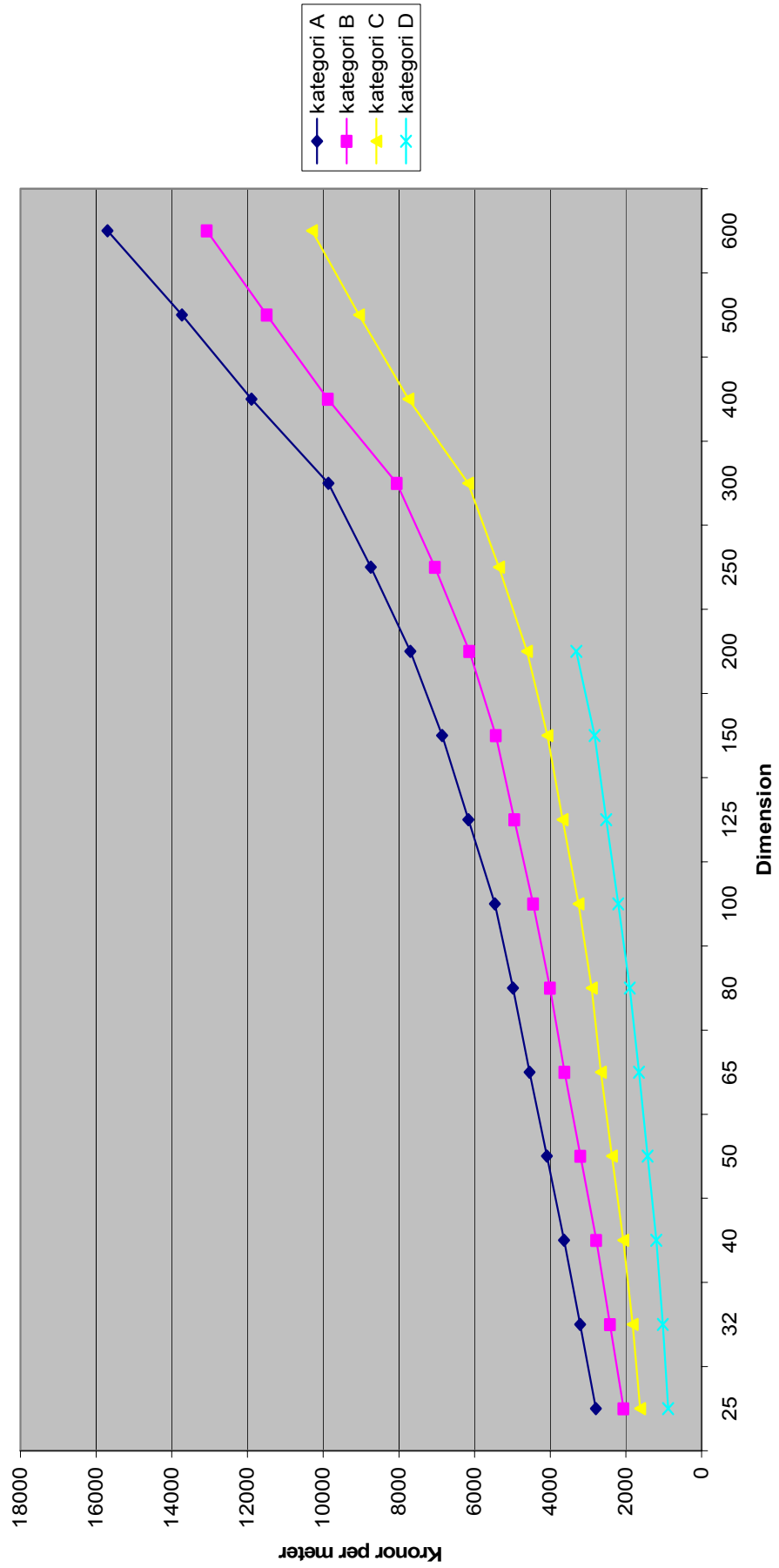
**Bilaga 4**  
**KULVERTKOSTNAD KATEGORI D, EXPLOATERING**



**TOTALKOSTNAD FÖR KATEGORI A, B, C och D**  
**Bilaga 5a**



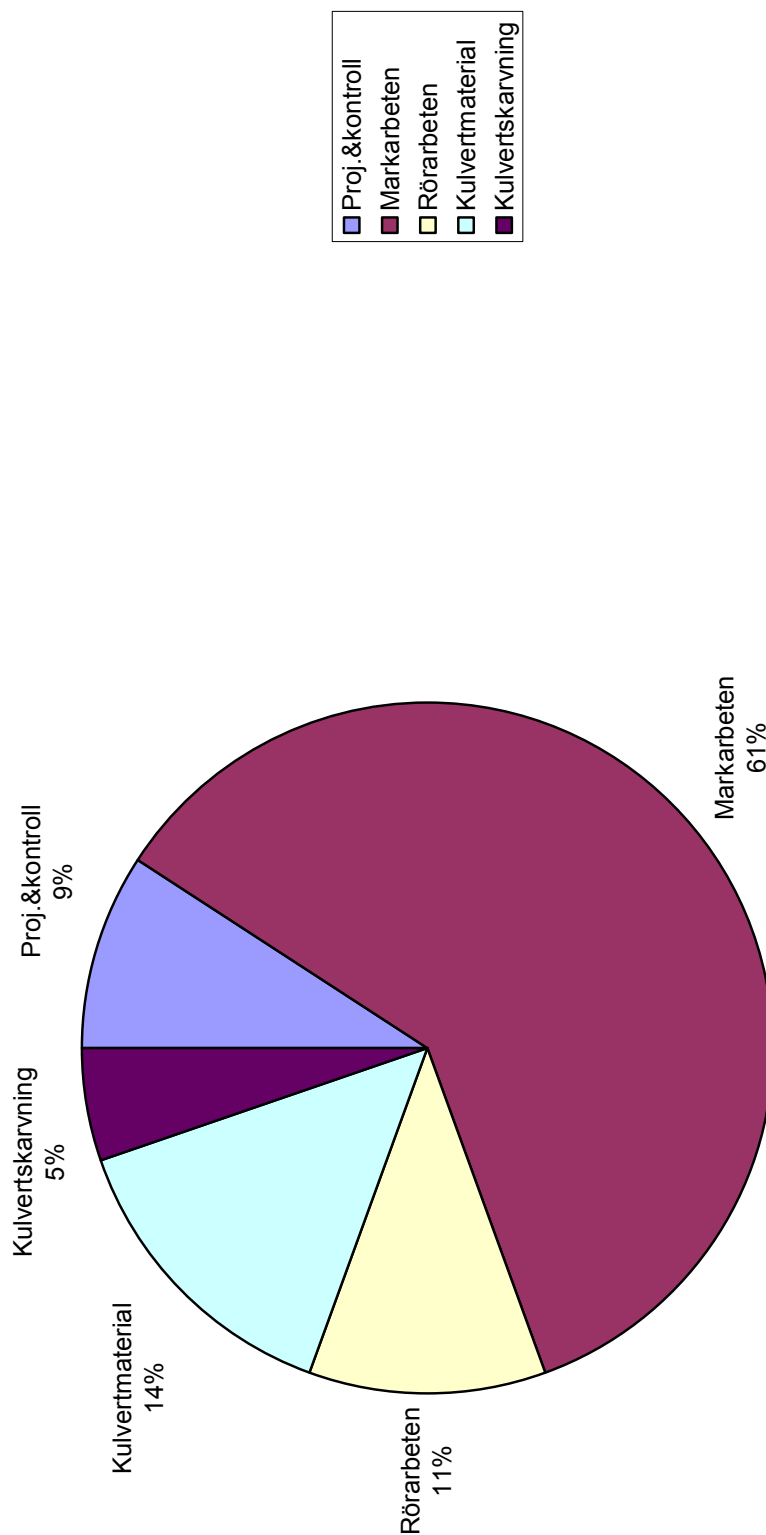
**TOTALKOSTNAD FÖR KATEGORI A, B, C och D**  
**Bilaga 5b**





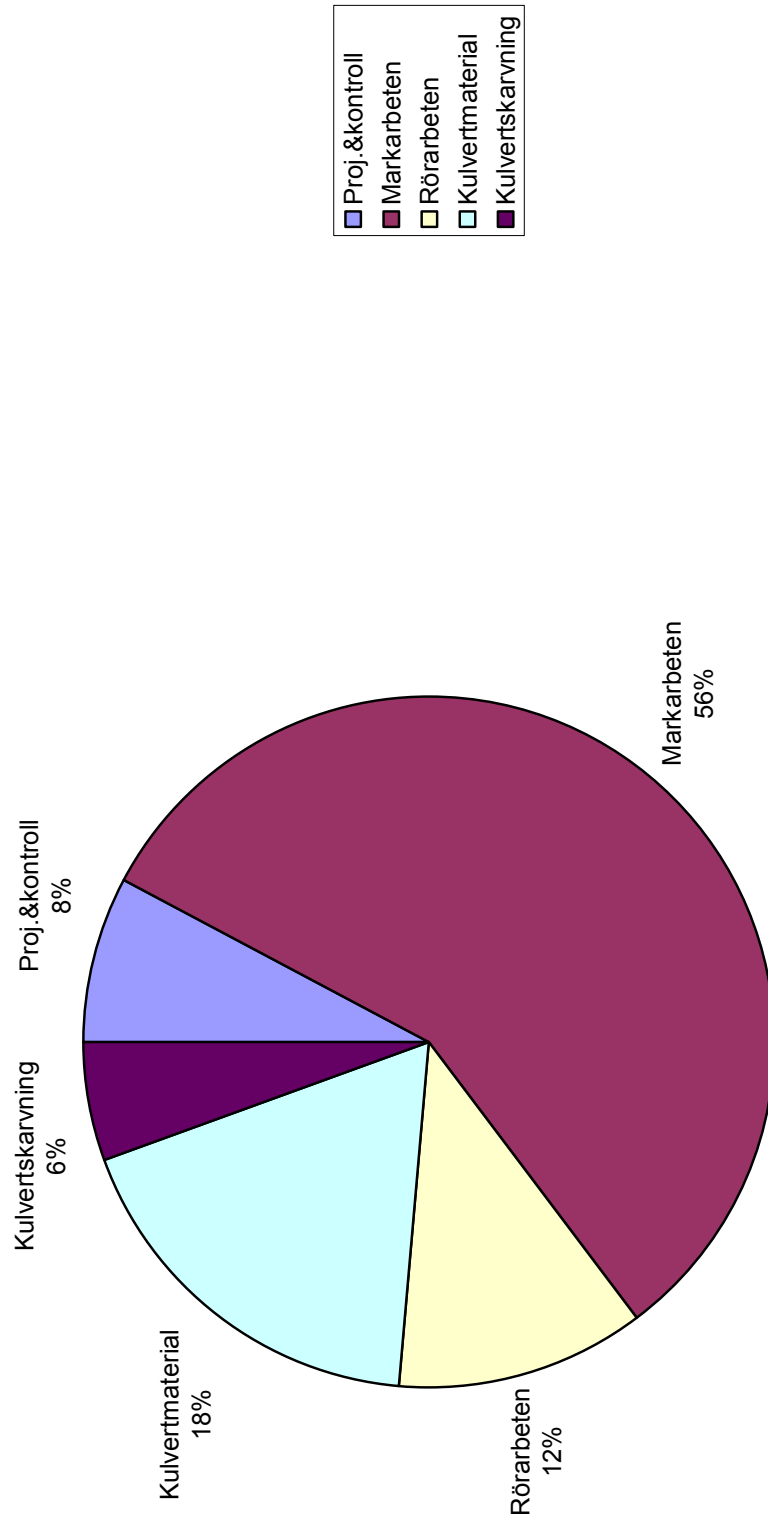
### KOSTNADSFÖRDELNING FÖR DN 150 I KATEGORI A, INNERSTAD

#### Bilaga 6



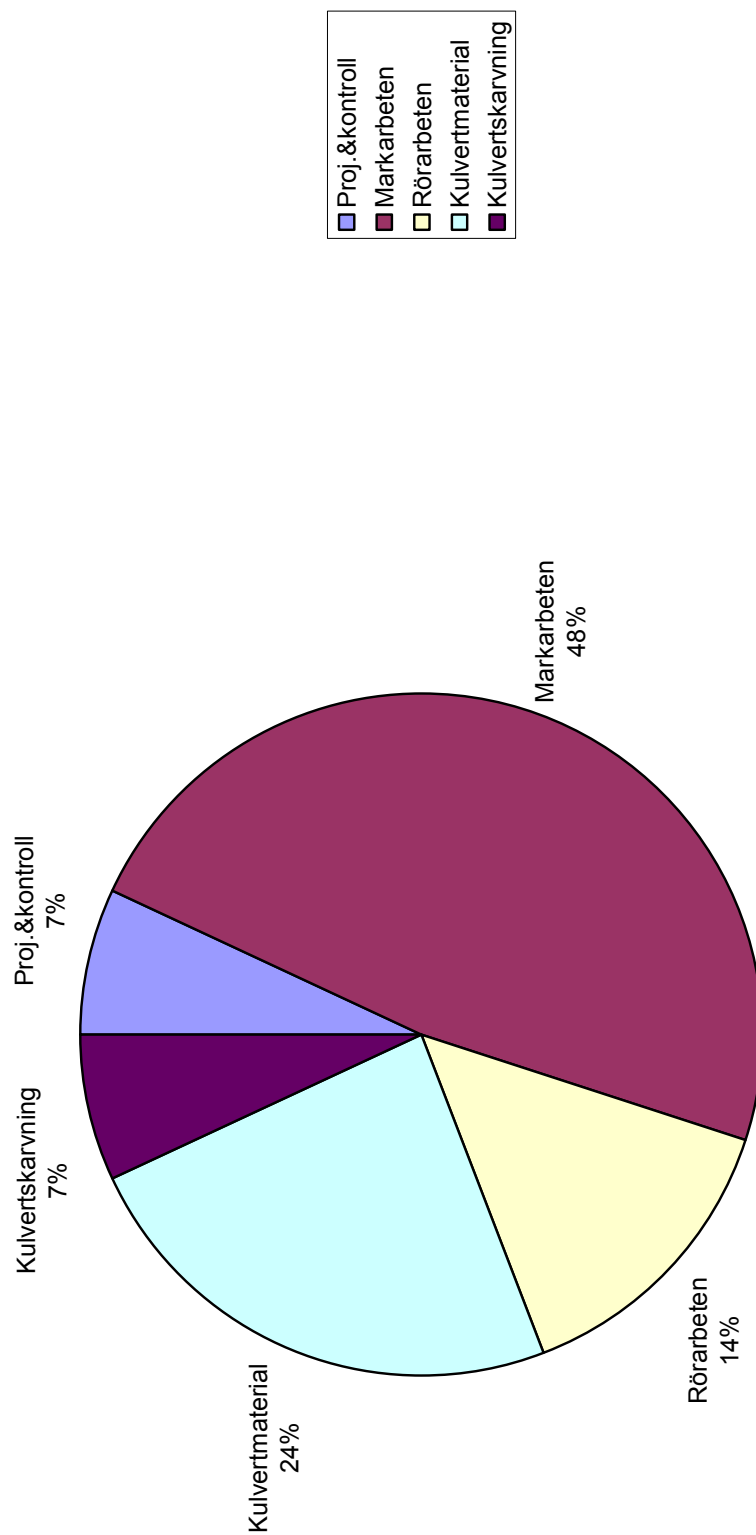
### KOSTNADSFÖRDELNING FÖR DN 150 I KATEGORI B, YTTEROMRÅDE

Bilaga 7



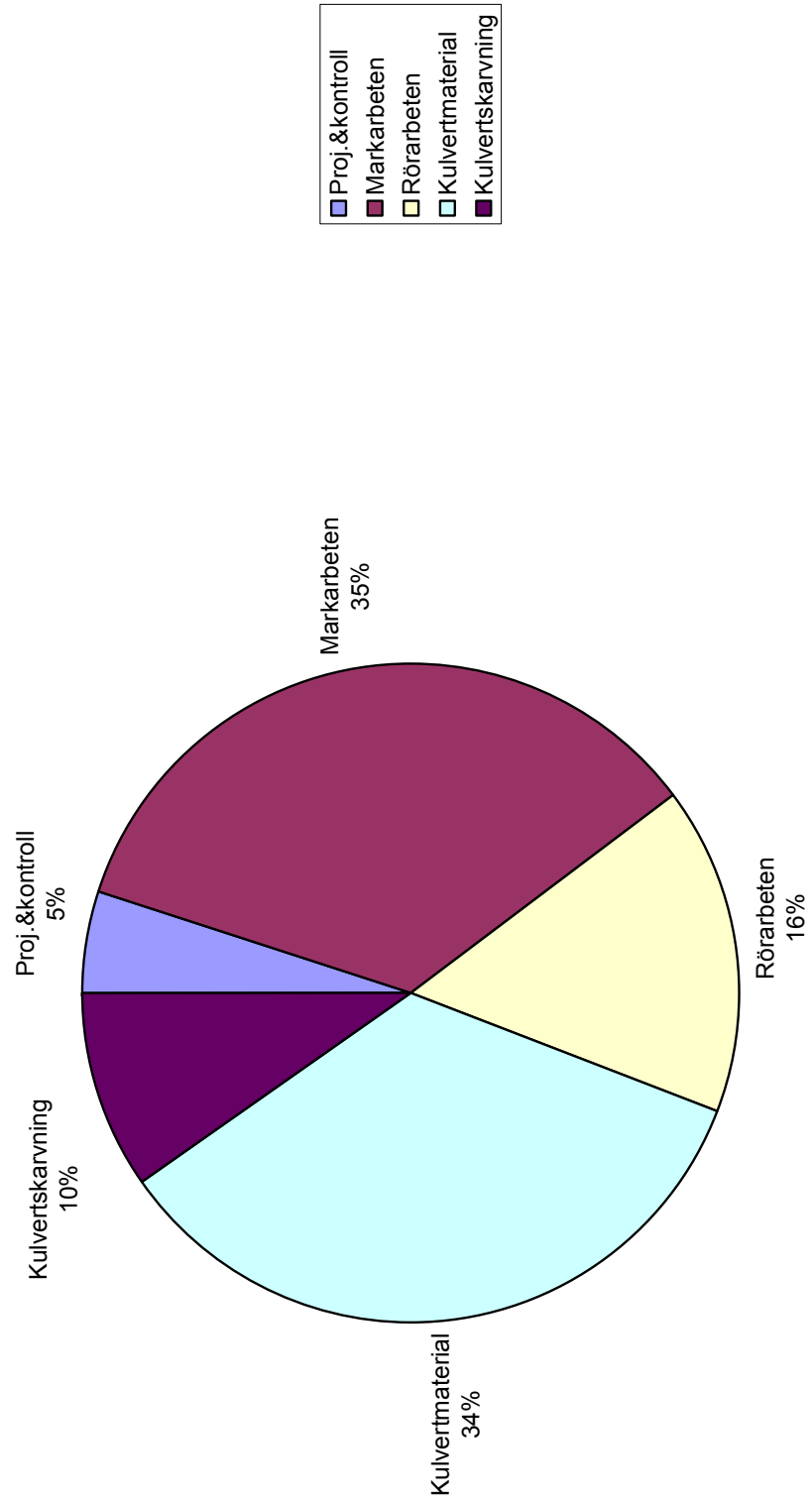
### KOSTNADSFÖRDELNING FÖR DN 150 I KATEGORI C, PARKMARK

#### Bilaga 8



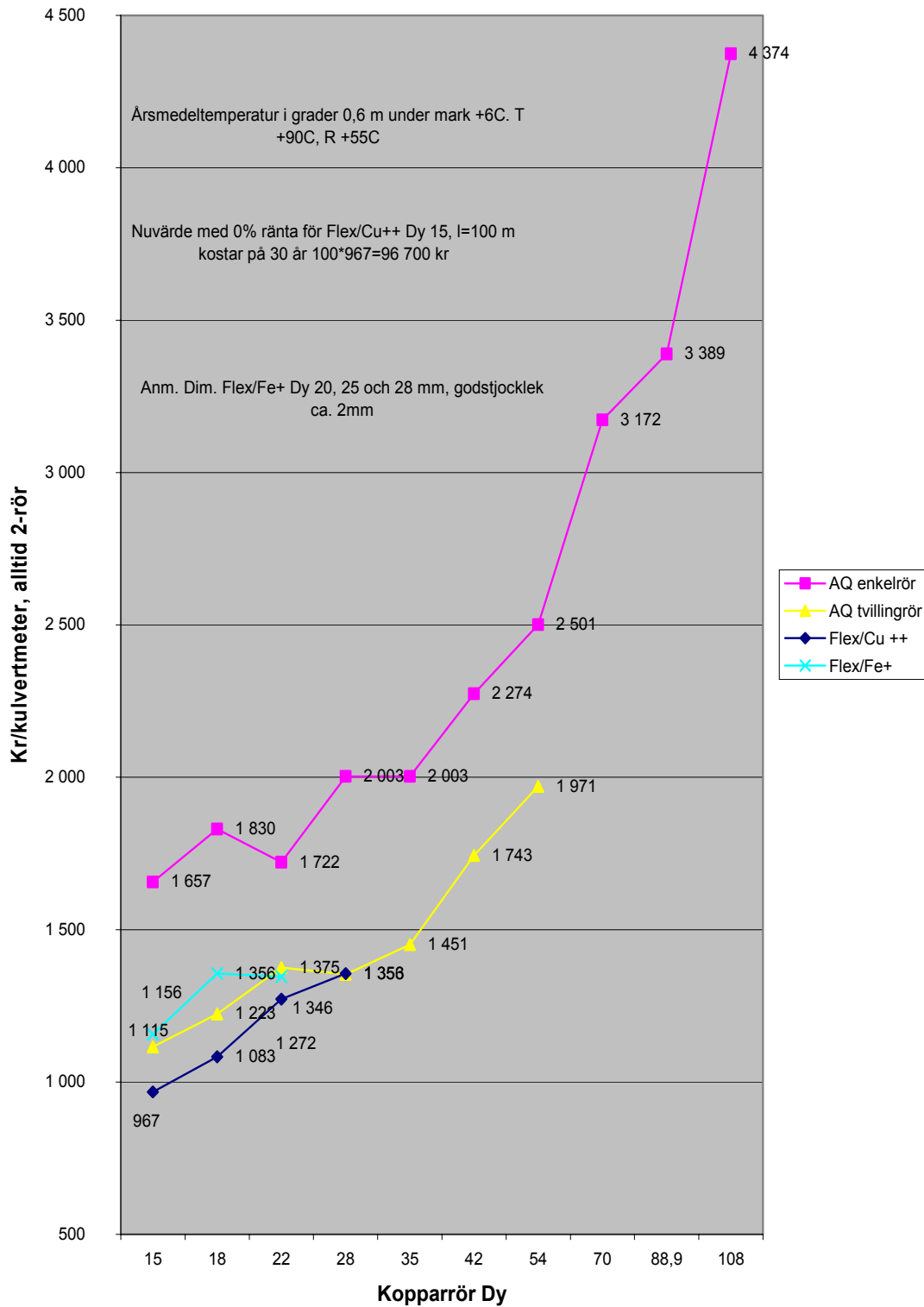
### KOSTNADSFÖRDELNING FÖR DN 150 I KATEGORI D, EXPLOATERING

#### Bilaga 9



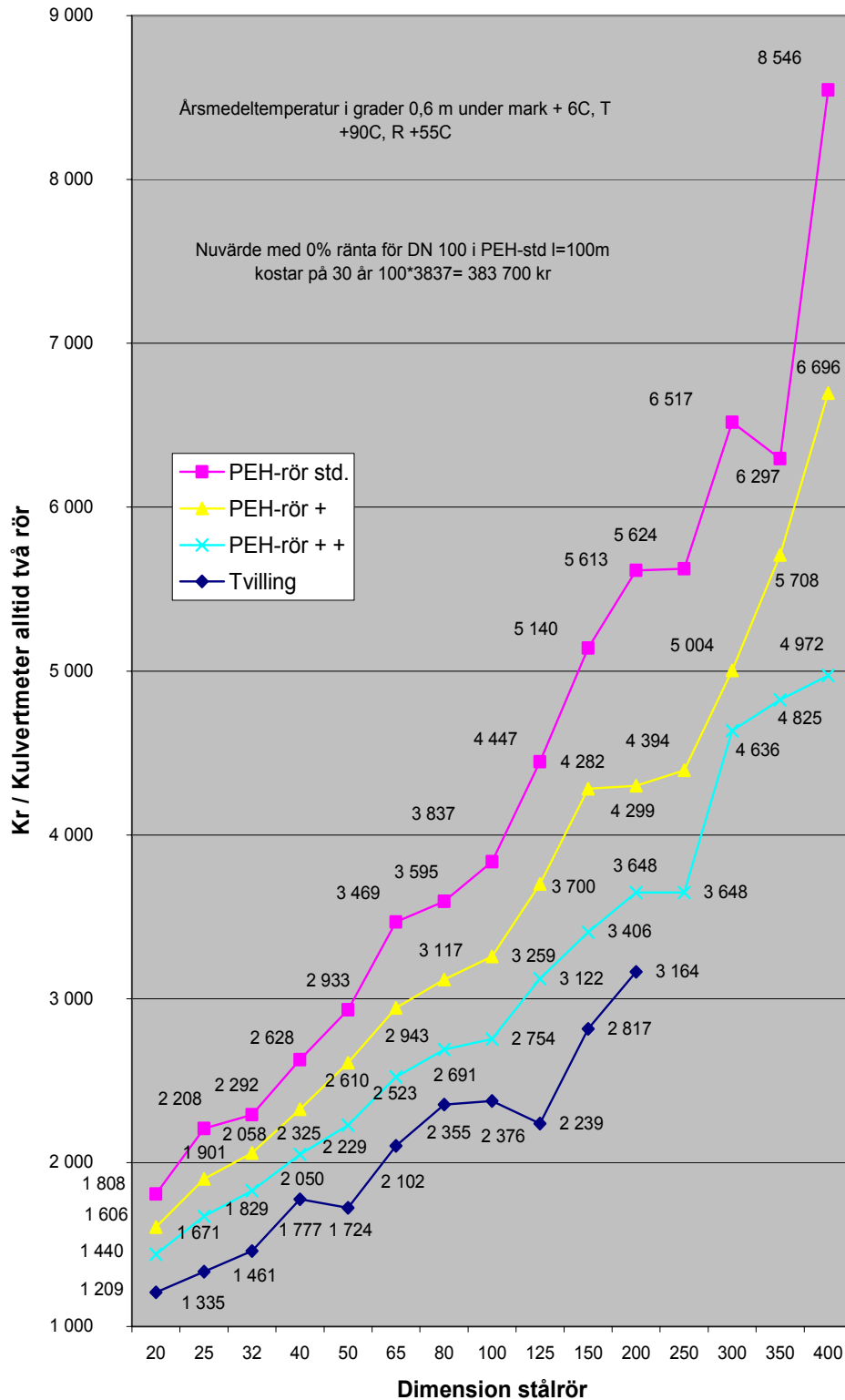
## Bilaga 10

### Kostnad för värmeförluster under 30 år för Aquawarm och Flex med energipriset 0,4 kr/kWh



**Bilaga 11**

**Kostnad för värmeförluster under 30 år för PEH-kulvert med energipriset 0,4 kr/kWh**



## Bilaga 12

## Flödesdimensionering vid delta t = 55 °C

Medierör i mm, Cu= kopparrör	Medierör i mm	Medierör i mm	Medierör i mm	Mantelrör i mm	Mantelrör i mm	Mantelrör i mm	Mantelrör i mm	Mantelrör i mm	Mantelrör i mm	Värmekapacitet i kW och MW	Optimal vattenhastighet m/s	Tryckfall i mbar/kulvertmeter	Kulvertlängd i m vid 1 bars tryckfall	Vatteninnehåll liter/meter rör
DN	Dy	Godstj	Di	1 (std)	2(+)	3 (++)	Tvilling	Flex						
Cu	15	1,0	13,0				128		18	0,6	11,6	86	0,1	
Cu	18	1,0	16,0				128	110	27	0,6	8,6	116	0,2	
Cu	22	1,0	20,0				128	110	49	0,7	8,0	125	0,3	
Cu	28	1,2	25,6				163	110	91	0,8	7,0	143	0,5	
Cu	35	1,5	32,0				186	125	160	0,9	6,7	149	0,8	
Cu	42	1,5	39,0				186		240	0,9	5,4	185	1,2	
Cu	54	1,5	51,0				225		450	1,0	4,8	208	2,0	
20	26,9	2,6	21,7	90	110	125	125	90	58	0,7	6,6	152	0,4	
25	33,7	2,6	28,5	90	110	125	140	90	114	0,8	5,9	169	0,6	
32	42,4	2,6	37,2	110	125	140	160		220	0,9	6,0	167	1,1	
40	48,3	2,6	43,1	110	125	140	160		293	0,9	5,0	200	1,5	
50	60,3	2,9	54,5	125	140	160	200		520	1,0	4,2	238	2,3	
65	76,1	2,9	70,3	140	160	180	225		1,0	1,2	4,5	222	3,9	
80	88,9	3,2	82,5	160	180	200	250		1,5	1,3	4,2	238	5,3	
100	114,3	3,6	107,1	200	225	250	315		3,2	1,6	5,0	200	9,0	
125	139,7	3,6	132,5	225	250	280	400		5,5	1,8	4,8	208	13,8	
150	168,3	4,0	160,3	250	280	315	450		9,0	2,0	4,7	213	20,2	
200	219,1	4,5	210,1	315	355	400	560		19,0	2,4	5,0	200	34,7	
250	273	5,0	263,0	400	450	500			30,0	2,5	4,0	250	54,3	
300	323,9	5,6	312,7	450	500	520			45,0	2,6	3,6	278	76,8	
350	355,6	5,6	344,4	500	520	560			54,0	2,6	3,0	333	93,1	
400	406,4	6,3	393,8	520	560	630			75,0	2,7	2,9	345	121,7	
450	457	6,3	444,4	560	630	710			97,0	2,8	2,7	370	155,0	
500	508	6,3	495,4	630	710	780			125,0	2,9	2,5	400	192,7	
550	559	6,3	546,4	710	780				157,0	3,0	2,4	417	234,4	
600	610	7,1	595,8	780					190,0	3,0	2,3	435	278,7	

Som tumregel för optimal flödesdimensionering gäller ovanstående tabell

Ex. Hur stor är värmekapaciteten för DN 100 vid ändrat delta t ifrån 55C till 40C?

Svar: Enligt tabell för DN 100, 3200kW/55x40= 2327 kW





*Fjärrvärme och fjärrkyla skapar effektiva och miljöanpassade energilösningar som tar tillvara resurser som annars går förlorade, och ger kunden enkel, trygg och bekväm värme och kyla.*



Svensk Fjärrvärme • 101 53 Stockholm • Telefon 08-677 25 50 • Fax 08-677 25 55  
Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr. • E-post: [kontakt@svenskfjarrvarme.se](mailto:kontakt@svenskfjarrvarme.se)  
[www.svenskfjarrvarme.se](http://www.svenskfjarrvarme.se)