

Utbildningskompendium

# LUNDAGROSSISTEN VVS-KUNSKAP

steg 2



**Lundagrossisten**

Ver. 2018-06-11



# LUNDAGROSSISTEN

## VVS-KUNSKAP STEG 2

---

Lundagrossistens utbildningskompendium *VVS-KUNSKAP steg 2* är en fortsättning på utbildningskompendiet *VVS-KUNSKAP steg 1*. Här behandlas områdena lagar och föreskrifter, ritteknik, värme, tappvatten, avlopp och kyla på en lite mer ingående och mer teoretisk nivå än tidigare. Målet är att ytterligare öka kunskaperna inom VVS för att bli duktigare i det dagliga arbetet och på så sätt öka servicen till våra kunder.

# Innehållsförteckning

---

## LAGAR OCH FÖRESKRIFTER SOM STYR EN VVS-INSTALLATION.....8

PBL och PFB .....	8
BBR, Boverkets Byggregler .....	8
AMA.....	8
Säker Vatteninstallation .....	8
AA VVS.....	9
Typgodkännande .....	9
CE-märkning .....	9

## OLIKA ENTREPRENADFORMER..... 10

Totalentreprenad.....	10
Generalentreprenad/Utförandeentreprenad .....	10
Delad entreprenad.....	10
Samordnad generalentreprenad.....	10

## REGELVERK..... 11

## FÖRFARANDE VID NY- OCH OMBYGGNATION ..... 12

Byggprocessen.....	12
Bygglov.....	12
Byggsamråd .....	12
Kontrollplan/kontrollansvarig (KA) .....	12
Bygganmälan .....	13
Teknisk beskrivning .....	13
Arbetsmiljöansvar.....	13
Besiktning.....	13
Förvaltning.....	13

## RITNINGSTEKNIK..... 14

Ritningsformat.....	14
Skalor .....	15
Ritningsvyer.....	15
Scheman.....	16
Situationsplan.....	16
Rörledningar, ritteknik .....	17
Ritningssymboler .....	18



<b>VÄRME.....</b>	<b>22</b>
Dimensionerande utetemperatur .....	22
Önskad inomhustemperatur .....	22
Transmissionsförluster genom byggnadsdelar.....	23
Beräkning av en byggnads effektbehov .....	23
Ventilationsförluster .....	23
Kompensation för luftläckage .....	24
Systemtemperatur .....	25
Delta-T .....	25
<b>DIMENSIONERING - VÄRME .....</b>	<b>26</b>
Dimensionering av värmare .....	26
Dimensionering av rör i värmesystem .....	27
Nomogram för cu-rör .....	29
Nomogram för Pex-rör .....	30
Nomogram för stålrör .....	31
Bestämning av tryckfall över radiator .....	32
Inställning av Kv-värde på en radiatorventil .....	33
Tryckfall i ledningssystem.....	34
Dimensionering av cirkulationspump.....	37
Kontroll av minimitryck på pumpens sugsida.....	38
Systemkurva.....	39
Varvtalsreglering av cirkulationspumpar .....	40
Injustering av värmesystem.....	41
Dynamiska injusteringsventiler.....	42
Expansionskärl .....	43
Olika säkerhetsföreskrifter för värmeanläggningar.....	44
<b>FJÄRRVÄRME.....</b>	<b>45</b>
<b>SHUNTING M.M.....</b>	<b>46</b>
Shuntgrupper.....	46
Differenstrycksventiler .....	47
<b>VÄRMEPUMPAR .....</b>	<b>48</b>
Värmepumpen .....	48
Olika typer av värmepumpar .....	49
Dimensionering av värmepump utifrån tidigare känd el- eller oljeförbrukning .....	51

## **KYLA ..... 54**

Kylmaskinen .....	54
Olika kylsystem .....	54
Köldbärare .....	55
Köldmedier .....	55
Distribution av vätskeköldbärare .....	56
Exempel på ett fjärrkylesystem .....	56
Primär- och sekundärkrets.....	56
Överföring av kyla till lokaler .....	57
Reglering/styrning av kyla .....	57
Reglering av värme och kyla samtidigt .....	57

## **TAPPVATTEN ..... 58**

Återsugning .....	58
Övertryck och undertryck.....	59
Täthetskontroll.....	59
Renspolning.....	59
Kallvattenmätning.....	59
Tappvattenförsörjning både från va-verk och egen brunn.....	60
Lägsta varmvattentemperatur .....	60
Legionella .....	60
Högsta varmvattentemperatur .....	60
Slangställ, flexslangar .....	60

## **DIMENSIONERING AV TAPPVATTENSYSTEM ..... 61**

1. Bestämning av lägsta tryck i förbindelsepunkten .....	61
2. Bestämning av normflöden för enskilda tappställen .....	61
3. Summering av normflöden i fördelningsledningar .....	61
4. Bestämning av sannolikt flöde i servisledningen .....	62
5. Dimensionering av servisledning .....	62
6. Dimensionering av fördelningsledningarna .....	62
7. Bestämning av sannolikt flöde i fördelningsledningarna.....	63
8. Dimensionering av kopplingsledningarna .....	66
9. Kontroll av tryckfall fram till sämst belägna tappställe .....	66
Väntetid för tappvarmvatten.....	67
Tryckstötar .....	67

## **DIMENSIONERING AV TAPPVATTENPUMP VID EGEN BRUNN ..... 68**

1. Det sannolika flödet .....	68
2. Tryckfall fram till sämst belägna tappställe .....	68

3. Önskat tryck vid tappstället .....	68
4. Lyfthöjden .....	68
Dimensionering av Jetpump, typ Valco .....	69
Dimensionering av tryckvattenbehållare typ Valcopress .....	70
Tryckstegringspumpar i tappvattensystem.....	70

## **AVLOPPSSYSTEM ..... 72**

### **SPILLVATTEN ..... 72**

Riktningsförändringar i avloppssystem .....	73
---	----

### **DIMENSIONERING OCH UTFORMNING AV SPILLVATTENSYSTEM ..... 74**

Dimensionering av spillvattensystem .....	74
1. Bestämning av plushöjd .....	75
2. Bestämning av normflöden för enskilda avloppsenheter .....	75
3. Summering av normflöden i samlingsledningarna .....	75
4. Dimensionering av anslutningsledningarna .....	76
5. Dimensionering av samlingsledningar.....	76
6. Dimensionering av luftningsledning.....	77
Täthetskontroll av avloppsledningar .....	77
Uppfordringsanordningar, pumpgropar .....	77
Dimensionering av avloppspump i brunn .....	78

### **DAGVATTEN ..... 79**

Dimensionering av dagvattensystem .....	79
---	----

### **DRÄNERINGSVATTEN ..... 80**

### **AVSKILJNINGSANORDNINGAR ..... 81**

Fettavskiljare .....	81
Dimensionering av avskiljare för avloppssystem .....	82
Installation av fettavskiljare.....	83
Oljeavskiljare .....	84
Dimensionering av oljeavskiljare utomhus.....	84
Oljeavskiljare inomhus.....	85
Installation av oljeavskiljare .....	86

## **ENHETER INOM VVS-DIMENSIONERING ..... 88**

## LAGAR OCH FÖRESKRIFTER SOM STYR EN VVS-INSTALLATION

### PBL och PBF

Alla VVS-installationers utförande styrs av olika lagar, bestämmelser och föreskrifter.

De viktigaste lagarna som styr detta är:

Plan och bygglagen, **PBL**.

Plan och byggförordningen, **PBF**.

I PBL finns regler som styr bland annat; bygglov, bygganmälan, byggsamråd, kontrollplan och kvalitetsansvarig.

I PBF finns bland annat definitioner av byggnadshöjd och begreppet våning, krav på teknisk utformning och på egenskaper, regler för bygglov samt regler för anmälan och byggsanktionsavgifter.



### BBR, Boverkets Byggregler

BBR innehåller föreskrifter och allmänna råd. Följer utförandet de allmänna råden följer man också föreskriften.

### AMA

AMA är ett hjälpmedel för att bedöma om ett utförande är fackmässigt även i de fall man inte uttryckligen hänvisat till AMA i överenskommelsen mellan beställare och entreprenör.



### Säker Vatteninstallation

Branschregler Säker Vatteninstallation är ett regelverk som är framtaget av branschens aktörer för att minska risken för vattenskador, legionellaspridning, brännskador och förgiftning. Reglerna ställer krav på både installatörer och produkter.



## AA VVS

AA VVS är allmänna leveransbestämmelser avseende VVS och VA-material för yrkesmässig verksamhet i Sverige. Bestämmelserna är utarbetade och tillhandahålls av VVS-Fabrikanternas Råd, Svenska Rörgrossistföreningen och VVS Företagen.

I AA VVS finns föreskrifter om anbud, leveranstid, returer, reklamationer, transporter med mera. Anges att material säljs eller offereras enligt AA VVS blir föreskrifterna bindande.

## Typgodkännande

I och med att en VVS-artikel eller någon annan byggnadsdetalj är typgodkänd innebär detta också att den uppfyller kraven i PBF. Byggherren behöver därför inte särskilt bevisa att det material han använder klarar de tekniska kraven i PBF om han använder sig av typgodkända produkter.

Typgodkännande är ett frivilligt, nationellt, system för att bedöma och verifiera byggprodukters överensstämmelse med krav i svenska byggregler. Typgodkännande får bara utfärdas om produkten inte omfattas av en harmoniserad standard eller av en ETA, europeisk teknisk bedömning, från 1 juli 2013.

Typgodkännanden utfärdas bland annat av SP SITAC AB och KIWA-SWEDCERT AB och i typgodkännandet ingår krav på tillverkningskontroll. Vid provning av en WC-stol kontrolleras bland annat:

**Material och utförande.** Porslinets täthet och yta granskas, allmänna mått och anslutningsmått kontrolleras.

**Täthet och tryckhållfasthet.** Tätning mellan skål och cistern provas.

**Armatyr.** Ljud och flödesegenskaper testas, spolvattenmängd, återfyllningstid, livslängd på armaturen samt servicevänlighet.

**Manövrering och funktion.** Spolförmåga, renspolning, vattenlåsets djup.

Typgodkännandet gäller vanligen i 5 år, men det upphör att gälla dessförinnan om det publiceras en ny harmoniserad standard för byggprodukten. Standarden har en övergångstid och när den har löpt ut upphör typgodkännandet att gälla. Möjligheten till och värdet av typgodkännandet försvinner därför i den takt som det kommer nya harmoniserade standarder för byggprodukter. En successiv utfasning av typgodkännandesystemet kommer att fortsätta och ersätts av CE-märkning.



## CE-märkning

Om en produkt är märkt CE innebär detta att tillverkaren försäkrar att produktens kvalitet överensstämmer med de normer som de europeiska standardiseringsorganen CEN och CENELEC har fastställt.



## OLIKA ENTREPRENADFORMER

Beroende på ett projekts storlek eller utförande väljs olika entreprenadformer för att underlätta samordnandet mellan beställare och olika entreprenörer.

### Arbeten som skall upphandlas inför ett projekt kan vara

- » Byggnads-, målnings- och mattläggningssarbeten
- » Markarbeten
- » VVS-installationer
- » Elinstallationer

### Totalentreprenad

Beställaren tecknar kontrakt med, och är betalningsansvarig mot, en entreprenör som svarar för projektering och samordning. Entreprenören tar in anbud från underentreprenörer. Förfrågningsunderlaget brukar bestå av A-ritningar och en rambeskrivning som anger beställarens minimikrav. Konstruktionsansvaret vilar på totalentreprenören eller på underentreprenören beroende på deras upphandlingsform.

### Generalentreprenad/Utförandeentreprenad

Beställaren tar in ett anbud på hela entreprenaden och tecknar kontrakt med en enda generalentreprenör. Förfrågningsunderlaget består av färdiga handlingar och konstruktionsansvaret vilar på beställaren. Generalentreprenören tar i sin tur in anbud och tecknar kontrakt med underentreprenörer. Beställaren är betalningsansvarig mot generalentreprenören som i sin tur är betalningsansvarig mot underentreprenörerna. Generalentreprenad kallas även Utförandeentreprenad.

### Delad entreprenad

Vid delad entreprenad tar beställaren in separata anbud från olika entreprenörer och tecknar separata kontrakt för de olika entreprenaddelarna. Förfrågningsunderlaget består av färdiga handlingar och konstruktionsansvar och samordning vilar på beställaren. Beställaren är betalningsansvarig mot respektive entreprenör som vid delad entreprenad benämns sidoentreprenör.

### Samordnad generalentreprenad

Är en mellanform av delad- och generalentreprenad. Det som skiljer är att anbudsförfarandet utgår från delad entreprenad, beställaren tar in anbud från separata entreprenörer. Entreprenaden övergår sedan till generalentreprenad och beställaren tecknar kontrakt med en generalentreprenör. Konstruktions- och funktionsansvaret vilar på beställaren om inget annat avtalats.



*General-, delad- och samordnad generalentreprenad är olika upphandlingsformer av en utförandeentreprenad.*

## REGELVERK

---

De standardavtal man vanligtvis använder vid byggentreprenader är ABo4 och ABTo6. AB är avsett för utförandeentreprenader och ABT för totalentreprenader. För att dessa standardavtal skall bli tillämpliga krävs hänvisning till dem i parternas avtal. För underentreprenader finns särskilda underentreprenad-standardavtal framtagna, AB-U och ABT-U.

Dessa regelverk har utformats av myndigheter och olika organisationer inom byggbranschen, exempelvis Byggherreföreningen, Rörfirmornas Riksförbund och Elektriska installationsorganisationen.

Regelverken styr exempelvis vilken rangordning kontraktshandlingar, ritningar, anbud med mera har vid en entreprenad. I kontraktet bestäms vilken ordning olika handlingar skall gälla men om det där förekommer mot varandra stridande uppgifter eller inte finns angivet någon rangordning är det, enligt ABT o6, följande inbördes ordning som gäller:

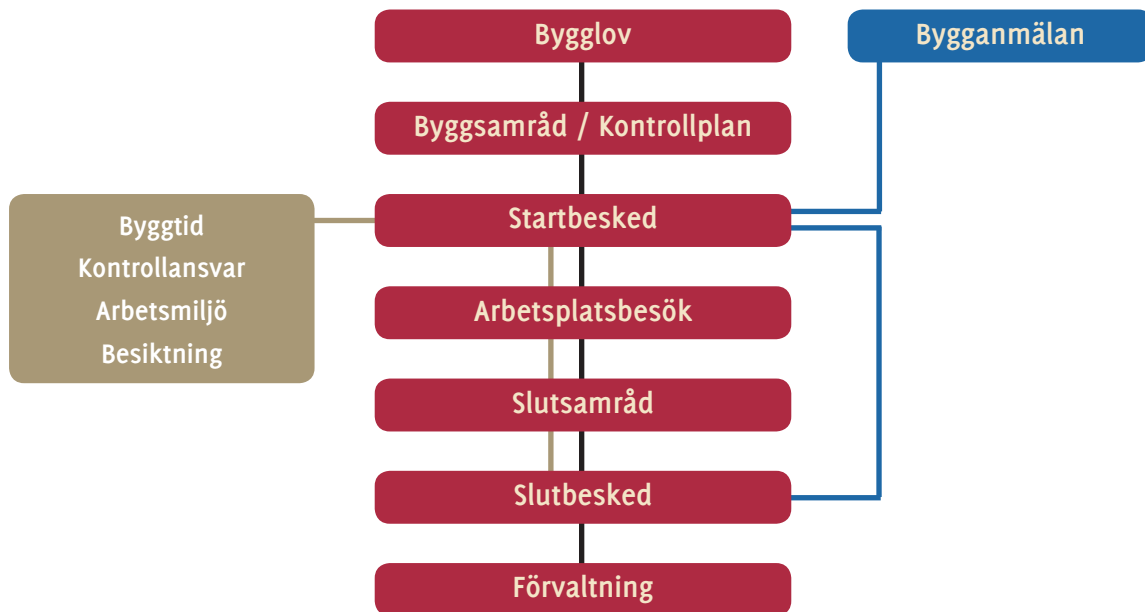
- » Kontrakt
- » ABT o6
- » Beställning
- » Anbudshandlingar
- » Förfrågningsunderlag
- » Övriga handlingar





## FÖRFARANDE VID NY- OCH OMBYGGNATION

### Byggprocessen



### Bygglov

Innan vissa installationer eller ombyggnader kan utföras krävs det att man kontakter myndigheterna för att ansöka om exempelvis bygglov eller bygganmälan. Ett bygglov är ett skriftligt tillstånd från kommunen att utföra ny- eller ombyggnationer. Vilka installationer eller ombyggnationer som kräver bygglov styrs av PBL.

Som exempel kan anges att ett stambyte i en hyresfastighet inte kräver något bygglov om inte den tidigare installationens utförande eller funktion ändras väsentligt.

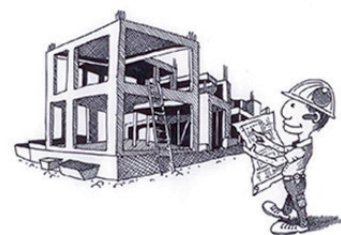


### Byggsamråd

När en bygganmälan inkommit till byggnadsnämnden granskas denna vid ett byggsamråd. Vid byggsamrådet deltar byggherren tillsammans med byggnadsnämnden. I byggsamrådet går man igenom bland annat arbetets planering, åtgärder för besiktning, kvalitetskontroll med mera som är nödvändiga för att uppfylla samhällets krav.

### Kontrollplan/kontrollansvarig (KA)

Snarast möjligt efter byggsamrådet skall en kontrollplan upprättas, innehållet i planen beslutas av byggnadsnämnden. Byggherren utser en kontrollansvarig som ser till att åtgärderna i kontrollplanen blir utförda. Denne måste vara certifierad med så kallad riksbehörighet eller ha godkänts av byggnadsnämnden. Kontrollansvarig person skall vara opartisk till både beställare och entreprenör och endast se till att de krav som ställs i kontrollplanen uppfylls.





### Bygganmälan

För att få påbörja vissa installationer måste en bygganmälan lämnas in till byggnadsnämnden. Oavsett om installationen kräver bygglov så får arbete inte påbörjas förrän tidigast tre veckor efter det att bygganmälan lämnats till byggnadsnämnden. För ovanstående exempel med stambytet behövs inte heller här göras någon bygganmälan då installationens utförande inte förändrar tidigare installation väsentligt.

### Teknisk beskrivning

Till bygghandlingarna hör alltid den tekniska beskrivningen, även kallad program som är utformad enligt AMA. I den tekniska beskrivningen finns uppgifter om entreprenadform, entreprenörer, konstruktörer, tidplan, besiktningar med mera. I de tekniska forskrifterna finns en mera ingående detaljbekrivning på de material och produkter som skall användas vid byggandet. Det är oftast efter den tekniska beskrivningen en VVS-installatör utgår från då han ska lämna in ett anbud. Dessa handlingar är i regel också med som en handling i kontraktet.

### Arbetsmiljöansvar

Det är den som låter utföra ett byggnads- eller anläggningsarbete (byggherren) som ansvarar för att det tas hänsyn till arbetsmiljön under planering och projektering, det vill säga under byggprojektets förberedelseskede. Ansvaret gäller både för arbetsmiljön under byggskedet och för arbetsmiljön i den färdiga byggnaden eller anläggningen. För det aktuella projektet ska byggherren utse en byggarbetsmiljösamordnare för planeringen och projekteringen (BAS-P) och en byggarbetsmiljösamordnare för utförandet av arbetet (BAS-U). Byggarbetsmiljösamordnare kan vara fysiska eller juridiska personer (företag).



### Besiktning

Besiktning skall (enligt ABT 06) utföras av en eller flera besiktningsmän (godkända enligt SBR, Svenska byggnadsingenjörers riksförbund, för bygg, VVS, el etc.) som är utsedda av beställaren. Besiktningsmannens uppgift är att med hjälp av alla handlingar på ett objektivt sätt granska entreprenaden, påvisa ev. fel och brister och i slutändan godkänna entreprenaden. Detta kan ske i flera steg men slutligen skall entreprenaden godkännas vid en slutbesiktning. Inte först då sker ett överlämnande av byggnaden från entreprenör till beställare samt att garantitiden inleds och slutbetalning kan ske.

### Förvaltning

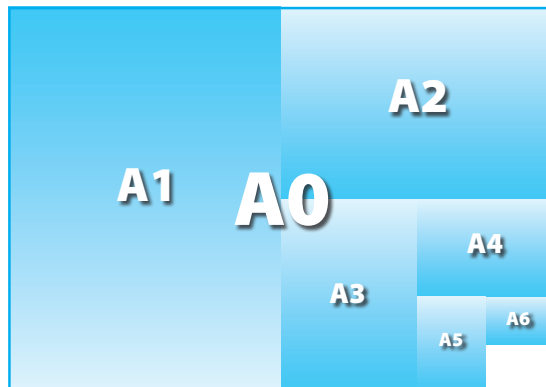
När byggprocessen är slutförd övergår den i förvaltningsprocessen som avser drift och underhåll. Här framtas så kallade relationshandlingar, relationsritningar där man fört in de ändringar som gjorts under byggandet. I relationshandlingarna ingår även DU-beskrivningar, instruktioner för drift och skötsel av de installationer och apparater som är gjorda i byggnaden.

## RITNINGSTEKNIK

### Ritningsformat

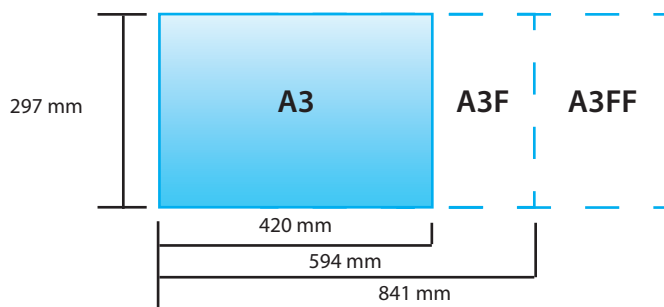
Formatet på alla byggritningar är standardiserat, grundformatet är så kallat A-format, benämns även ISO-A.

Utgångsformatet är A0 med måtten 841x1189 mm. Mindre format erhålls genom halvering av långsidorna på närmast högre format. Alla format har samma proportioner mellan lång och kortsida.



Format	Dimension
A0	841x1189 mm
A1	594x841 mm
A2	420x594 mm
A3	297x420 mm
A4	210x297 mm
A5	148x210 mm

Inom VVS är så kallade förlängda standarformat vanligast, höjden följer standardformat men längden ökas. Förlängda format betecknas F eller FF. Det vanligaste ritningsformatet för flerbostadshus är A1 och för småhus är formaten vanligtvis A2 eller A3.



För att skilja på olika typer av ritningar beroende på installation används kopior med olika färg.

Arkitekturritning	Svart text mot vit botten.
Byggnadsritning	Svart text mot blå botten.
VVS-ritning	Svart text mot brun botten.
Elritning	Svart text mot röd botten.

Alla ritningar är indelade i två fält, ritningsfält och skrifvfält, i ritfältet redovisas installationen. Skrifvfältet innehåller namnruta, ändringstabell och förklaringstabell.



## Scheman

Ett schema skall visa en översikt av ett system och kopplingsprinciper, schemat är inte skalenligt. Exempel på lika scheman är flödeschema, principschema och stamschema.

### Flödesschemat

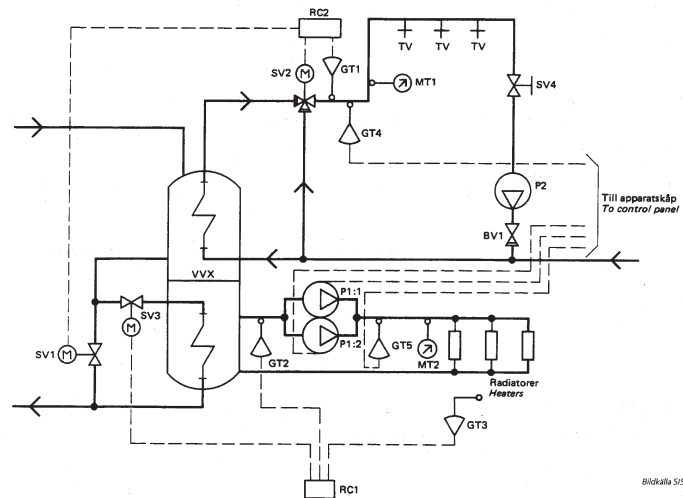
Visar en översikt på flödesriktningar, dimensionerande flöden, temperaturer och kopplingsprinciper.

### Principschemat

Visar en översikt på hur apparater eller detaljer kan kopplas in. Kallas även kopplingschema.

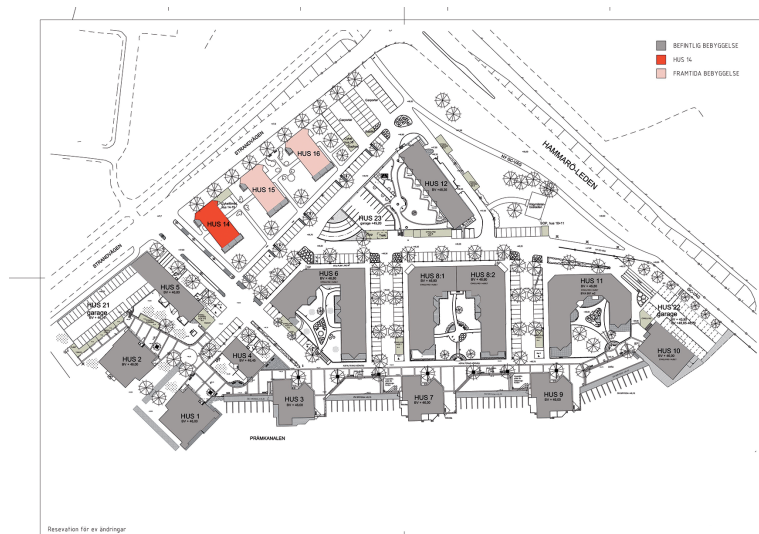
### Stamschemat

Visar de vertikala rörens förläggning i ett flervåningshus. Dimensioner, fixpunkter och expansionsanordningar visas. Stamscheman används oftast för VA-installationer.



## Situationsplan

En situationsplan visar en byggnads placering på tomten, norrläge är markerat med en pil. Situationsplaner används ofta till att visa var anslutningspunkter och dimensioner för servisledningarna.



## Rörledningar, ritteknik

Beroende på typ av rör, användning och placering ritas rörledningar på ett antal olika sätt. På planritningar ritas rörledningar med olika mönster beroende på dess placering i förhållande till golv och tak.

Tappvatten och värmeledningar ritas med linjebredd 0,35-0,50 mm.

Avloppsledningar ritas grövre och befintliga ledningar vid ombyggnation ritas tunnare. Till skillnad från ventilationsledningar ritas endast centrumlinjen på rören.

Vertikala ledningar ritas som ofyllda cirklar på en planritning.

Böjar och avgreningar ritas olika beroende på vilket användningsområde rören har. Värme-, spillvatten- och dagvattenledningar ritas med böjar och avstick rundade. Tappvatten- och övriga ledningar ritas med tvärvinklade böjar och avstick.

### Symbolinjer för rörledningar på olika nivåer i en byggnad

Rörledning i eller över tak      \_\_\_\_\_

Rörledning under tak      \_\_\_\_\_


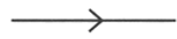


Rörledning ovan golv      \_\_\_\_\_

Rörledning i golv eller mark      \_\_\_\_\_

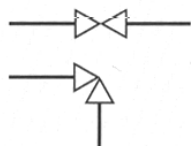
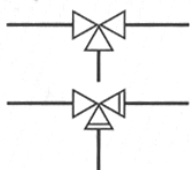
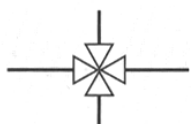








## Ritningssymboler



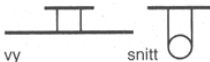
### Rörledning och tillbehör

Beskrivning	Beteckning	Symbol
Vätska i allmänhet	V	-
Tappkallvatten	KV	-
Tappvarmvatten	VV	-
Tappvarmvatten i cirkulationsledning	VVC	-
Spillvatten	S	-
Dagvatten	D	-
Dräneringsvatten	DR	-
Primärt vatten i värmeanläggning	VP	-
Sekundärt vatten i värmeanläggning	VS	-
Ånga	Å	-
Gas i allmänhet	G	-
Luft	L	-
Olja	O	-
Säkerhetsledning	SL	-
Köldbärarledning	KB	-
Inspektionslucka	IL	-
Renslucka	RL	-
Flexibel slang	-	
Ledning som ska rivas	-	
Strömningsriktning	-	
Fallriktning för ledning	-	
Kompensator	KP	
Proppad ledning	PR	
Inkoppling -inskränning i bef. ledning	INK	
Anslutning till befintlig avstickare	ANSL	

### Ventiler

Beskrivning	Beteckning	Symbol
Tvåvägs -avstängningsventil -styrventil	AV SV	
Trevägs -avstängningsventil -styrventil	AV SV	
Fyrvägs -avstängningsventil -styrventil	AV SV	
Backventil	BV	
Säkerhetsventil	SÄV	
Vakuumventil, återsugningsskydd	ÅS	
Tappventil	TV	
Avluftare	AL	
Blandare	BL	

## Brunnar

Beskrivning	Beteckning	Symbol
Brunn i allmänhet	B	
Dagvattenbrunn	DB	
Nedstigningsbrunn	NB	
Spolbrunn	SB	
Dräneringsbrunn	DRB	
Avskiljare	-	
Rensanordning	RA	

### Streckdragning för att ange vertikal ledningsdragning

För att ange rörens dragning mellan bjälklagen ritas streck ovan eller under dimensionsangivelserna

**15**

Ett streck ovan dimensionen anger att den vertikala ledningen inte går igenom överliggande bjälklag.

**15**

Ett streck under dimensionen anger att den vertikala ledningen inte går igenom underliggande bjälklag.

**15**

Ett streck både ovan och under dimensionen anger att den vertikala ledningen stannar inom våningsplanet.

**15**

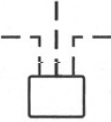



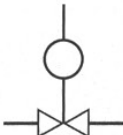
Saknas streck passerar ledningen igenom våningsplanet.

## Apparater och övriga enheter


Beskrivning	Beteckning	Symbol
Allmän symbol		
Den runda symbolen används oftast där roterande delar förekommer. Den rektangulära kan användas stående eller liggande och visa fasta delar.		
Värmeväxlare	VVX	
Pump	P	
Sil, filter	SIL	
Radiator, värmare	-	
Expansionskärl	I symbolen	
Dusch	-	
<b>Sanitetsenheter</b>		
Utslagsback	UB	
Diskbänk	DB	
Tvättställ	TS	
Badkar	BK	
Vattenklosett	VK	





## Styr och reglerutrustning

Beskrivning	Beteckning	Symbol	Övriga beteckningar (ej standardiserade)	
Reglercentral	RC		Beskrivning	Beteckning
Handställdon	ST		Avtappning	AVT
Övriga ställdon, grundsymbol	ST		Kikkran, packboxkran	KK
Styrventil, manuell	SV		Shuntgrupp	SG
Styrventil med automatiskt ställdon	SV		Växelvventil, trevägsventil	VXV
Den första bokstaven betecknar mätinstrumentet och den andra bokstaven betecknar den engelska storheten.			Volymströmmätare, vattenmätare	VM
			Stuprör	STPR
			Slamavskiljare	SA
			Tillsynsbrunn	TB
			Befintlig	BEF
			Vattengång	VG
			Centrumlinje	CL
			Färdigt golv	FG
			Över golv	ÖG
			Överkant	ÖK
			Underkant	UK

## Givare

Beskrivning	Beteckning	Symbol
Givare	G	
Temperatur	GT	
Flöde	GF	
Tryck	GP	

## Mätinstrument

Mätinstrument	M	
Mätinstrument, visande	M	
Tryck	MP	
Flöde	MF	
Temperaturmätare	MT	
Termometer	MT	



[illegible]

## VÄRME

För att kunna välja rätt storlek på värmare, radiatorer, konvektorer eller golvvärmesystem måste man känna till byggnadens värmeeffektbehov.

**Värmeeffektbehovet räknas fram för varje byggnadsdel och bestäms i huvudsak av dessa parametrar**

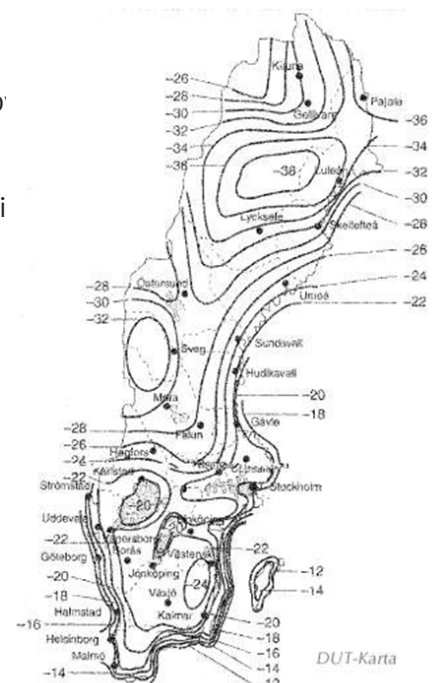
- » Dimensionerande utetemperatur, även kallad DUT
- » Önskad inomhustemperatur
- » Transmissionsförluster genom byggnadsdelar
- » Ventilationsförluster
- » Kompensation för luftläckage

### Dimensionerande utetemperatur

Dimensionerande utetemperatur, DUT, bestäms beroende på en b-placering i landet samt typ av byggnad.

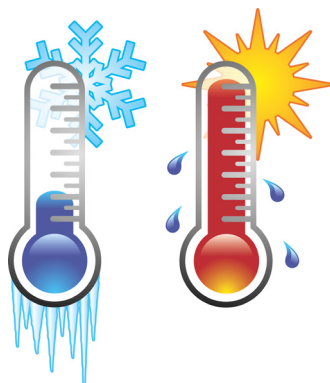
Beroende på att Sverige är ett avlångt land med stora skillnader i har landet delats in i temperaturzoner där varje zon har getts en dimensionerande utetemperatur.

DUT-kartan för lätta konstruktioner såsom trä, benämns DUT 1 och DUT 5 gäller för tunga konstruktioner, sten och betong.



### Önskad inomhustemperatur

Beroende på den verksamhet som lokalerna kommer att användas till bestämmer man också en lämplig rumstemperatur. I en lokal med mycket stillasittande verksamhet, exempelvis kontor, väljer man en högre rumstemperatur än i en lokal med stor fysisk verksamhet där de som vistas i lokalerna avger en större mängd energi. Vid effektbehovsberäkningar kan man också ta hänsyn till maskiner som alstrar värme, till exempel datorer.



## Transmissionsförluster genom byggnadsdelar

De material som används i en byggnadskonstruktion har alla olika egenskaper vad gäller transmissionsförluster. Alla material har ett så kallat U-värde, vilket definieras effekt per kvadratmeter och Kelvin,  $W/m^2 \cdot K$ .

Tidigare kallades U-värde för k-värde och naturligtvis så strävar man efter att använda material med låga U-värden.

Byggnadsdel	U
Yttervägg	0,15
Yttertak / vindbjälklag	0,1
Golvbjälklag / bottenplatta	0,2
Fönster	1,0
Ytterdörr	0,8

*Obs! Avvikelse för olika konstruktionstyper kan förekomma.*

Vid beräkning av en byggnadsdels transmissionsförluster gör man även beräkningar på de köldbryggor som uppstår när de olika byggnadsmaterialen bildar en fast förbindelse mellan innervägg och yttervägg.

De U-värden vi använder oss av i detta utbildningsmaterial är dock mer förenklade och schablonmässiga.

## Beräkning av en byggnads effektbehov

En byggnadsdels effektbehov bestäms enligt formeln:

$$P = A \times U_p \times D_t$$

$P$  = Effektbehov i Watt

$A$  = Byggnadsdelens yta  $m^2$

$U_p$  = Värmegenomgångskoefficienten för byggnadsdelen  $W/m^2/h$

$D_t$  = Skillnaden mellan dimensionerande utetemperatur och önskad inomhustemperatur.

Vid bestämning av transmissionsförluster på golv räknas ytan 3 meter in från yttervägg.

## Ventilationsförluster

All den uteluft som tillförs en byggnad måste värmas till rumstemperatur för att inte orsaka nedkylning av lokalerna. För att värma upp en kubikmeter luft 1 Kelvin går det åt 0,33 Watt.

Det finns bestämmelser för hur stor luftväxlingen skall vara beroende på typ av verksamhet. För bostäder gäller ett minsta flöde på 0,35 l/s per  $m^2$ . Detta påslag för ventilationsförluster förutsätter att det är ett F-system, dvs. mekanisk frånluft.

Ventilationsförluster beräknas enligt formeln:

$$P = q \times 1,2 \times D_t$$

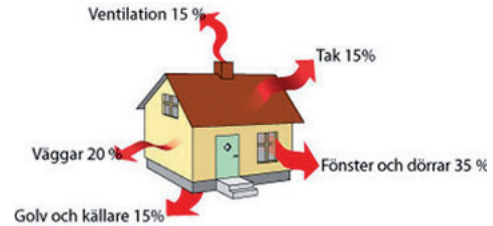
$P$  = Effektförlust i Watt

$q$  = Luftflöde i l/s

$D_t$  = Skillnaden mellan dimensionerande utetemperatur och önskad inomhustemperatur.

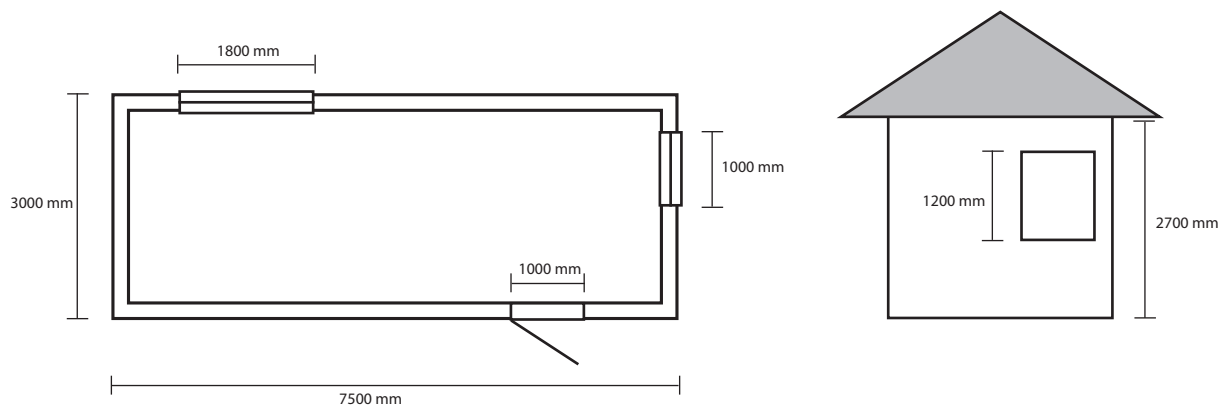
## Kompensation för luftläckage

Bortsett från ventilationsförluster är ingen byggnad tät till 100% och som schablonvärde sätts luftläckaget till 0,6 liter per sekund och kvadratmeter. Observera att arean gäller byggnadens klimatskärm, de ytor som har kontakt med utomhusluften och inte golvyta.



### Exempel:

Bestäm byggnadens effektbehov. Den är placerad i Stockholm, lätt träkonstruktion, önskad rumstemperatur är 20°C. Byggnaden är en nybyggd sommarstuga, önskad luftväxling är en gång var tredje timme. Fönsterhöjd 1200 mm. Vi tar inte hänsyn till luftläckage.



### Lösning:

Lätt träkonstruktion i Stockholm ger DUT -18°C. Vi börjar med att bestämma transmissionsförlusterna för de olika byggnadsdelarna, golv, väggar, tak osv.

### Formler:

Transmissionseffekt

$$P = A \times U_p \times D_t$$

Ventilationsförlust

$$P = q \times 1,2 \times D_t$$

$$P_{\text{golv}} = (3,0 \times 7,5) \times 0,2 \times (20 - -18) = 171 \text{ W, i en större byggnad hade vi räknat golvytan 3 meter in från yttervägg.}$$

$$P_{\text{tak}} = (3,0 \times 7,5) \times 0,1 \times (20 - -18) = 86 \text{ W}$$

$$P_{\text{vägg}} = ((3,0 \times 2,7) \times 2) + ((7,5 \times 2,7) \times 2) \times 0,15 \times (20 - -18) = 323 \text{ W}$$

men sen skall fönster och dörrar bort

$$P_{\text{bort}} = (((1,8 + 1,0) \times 1,2) + (2,1 \times 1,0)) \times 0,15 \times (20 - -18) = 31 \text{ W}$$

$$P_{\text{vägg}} = 292 \text{ W}$$

$$P_{\text{fönster}} = (1,8 \times 1,2) + (1,0 \times 1,2) \times 1,0 \times (20 - -18) = 128 \text{ W}$$

$$P_{\text{dörr}} = (1,0 \times 2,1) \times 0,8 \times (20 - -18) = 65 \text{ W}$$

$$P_{\text{ventilation}} = (0,35 \times (7,5 \times 3,0)) \times 1,2 \times (20 - -18) = 359 \text{ W}$$

$$P_{\text{total}} = 171 + 86 + (323 - 31) + 128 + 65 + 254 = 1099 \text{ W}$$

### Svar:

Det totala effektbehovet för denna byggnad är 1099 W vilket motsvarar ca 49 W/m<sup>2</sup> eller 18 W/m<sup>3</sup>.

Vid beräkning av en byggnads effektbehov då man använder schablonvärden för  $W/m^2$  eller  $W/m^3$  är det att föredra att räkna på effektbehovet i  $W/m^3$ , speciellt vid större byggnader då den omslutande väggarean minskar i förhållande till golvytan vilket ger ett lägre totalt effektbehov. Det är också bättre att ta hänsyn till effektbehovet i  $W/m^3$  i byggnader med takhöjder över det normala.

## Systemtemperatur



För att kunna välja rätt värmare då man beräknat effektbehoven för de olika delarna av byggnaden måste man känna till värmesystemets tilllopps- respektive returtemperatur, även kallad systemtemperatur.

I moderna värmesystem är systemtemperaturen 55 grader på tillloppet och 45 grader på returen, detta kallas lågtemperatursystem.

I äldre värmesystem är systemtemperaturen oftast 80/60. Är byggnaden tilläggsisolerad kan värmarna då bli för stora, det kan då vara lämpligt att sänka systemtemperaturen till 60/45.

När man sedan skall välja till exempel en radiator i en tabell brukar den avgivna effekten redovisas vid tre olika systemtemperaturer: 80/60, 55/45 och 60/45.

Har du ett golvvärmesystem ligger systemtemperaturerna från 45/40 ner till 35/30 beroende på lokaltyp och förläggningssätt.

Generellt kan man säga att ju lägre systemtemperatur man har desto högre flöde måste man ha. Mer om det i avsnittet Dimensionering av rör i värmesystem.

## Delta-T

I tabellen stöter man på begreppet "delta-t",  $\Delta t$ , som anger skillnaden mellan medeltemperaturen i värmesystemet och den önskade temperaturen i den aktuella lokalen.

Formel:

$$\Delta t = \text{systemets medeltemperatur} - \text{lokaltemperaturen}$$

Exempel:

Vid systemtemperatur 55/45 och önskad lokaltemperatur 20°C

$$\Delta t = ((55 + 45)/2) - 20 = 30$$

$$\Delta t = 30$$

För andra systemtemperaturer än de tre som finns redovisade finns det omräkningsfaktorer för effekterna i tabellerna.



## DIMENSIONERING - VÄRME

### Dimensionering av värmare

Det finns olika exempel av värmare. Till exempel golvvärme, radiatorer, konvektorer, fläktluftkonvektorer med mera. Val av värmare bestäms förenklat utifrån lokaltyp, användningstyp och systemtemperatur. Principen för dimensionering av olika värmare är relativt lika men i detta avsnitt kommer vi att inrikta oss på vanliga panelradiatorer.



#### Exempel:

Bestäm lämpliga radiatorer till huset du räknade ut effektbehovet till. Systemtemperatur är 55/45 och högsta radiatorhöjd är 500 mm.

#### Lösning:

Det totala effektbehovet 1099 W skall fördelas på två radiatorer under varje fönster:

Nu beräknar vi  $\Delta t$ . Vi vill ha en systemtemperatur på 55/45 och rumstemperaturen skall vara 20 grader.

$$\Delta t = (55+45)/2 - 20 = 30$$

Tillgängligt mått för värmarna är 500x1800 samt 500x1000. För att få plats med koppel inom fönsterbredd behöver vi ytterligare 200 mm. Alltså vill vi ha en radiator med måtten 500x1600 och en med måtten 500x800. Tittar vi i tabellen för radiatorer i Lundakatalogen ser vi att en 21-516 ger 960 W vid  $\Delta t$  30 och en 21-508 ger 480 W. Tillsammans ger de således 1440 W. Skulle vi gå ner till 11-516 och 11-508 får vi totalt 906 W vilket inte riktigt räcker till då vi har ett behov av 1099 W.

#### Svar:

Vi behöver en M21-516 samt en M21-508 för att klara effektbehovet 1099 W vid  $\Delta t$  30.

Nu är radiatorerna något överdimensionerade vilket i praktiken inte gör så mycket utan betyder att vi har en del överkapacitet vilket i sin tur gör att rummet värms upp snabbare och termostaten kommer ha lite kortare "gångtider". Har man möjlighet kan man sänka flödet.

I en värmepumpsanläggning kan det till och med vara bra om värmarna är överdimensionerade då man istället då kan sänka systemtemperaturen och få bättre verkningsgrad på värmepumpen.

## Dimensionering av rör i värmesystem

Dimensionerna på de rör som ingår i ett värmesystem bestäms i huvudsak av den effekt, det flöde som skall transporteras i rören med hänsyn tagen till tryckfall (motstånd).

Man skiljer också mellan fullflödessystem och lågflödessystem (även kallad Kirunametoden). Vid lågflödessystem använder man kunskapen om att äldre byggnader ofta har kraftigt överdimensionerade värmesystem (och således har låga tryckfall) och sänker då flödet kraftigt vilket eliminerar behovet av stamregleringsventiler och överlåter istället regleringen av radiatortemperaturen till termostaten som då kan reglera mera noggrant vilket medför en sänkt årlig energiförbrukning till följd av lägre pumpdrift, mindre övertemperatur både i själva fastigheten och i respektive rum. Det låga flödet kompenseras dock med en högre framledningstemperatur.

För att bestämma vilket flöde man har över en värmare gäller formeln:

$$Q = \frac{P}{\rho \times C_p \times (t_1 - t_2)}$$

$Q$  = Flöde i liter per sekund, l/s.

$P$  = Effekt över enheten i kiloWatt, kW

$\rho$  = Densitet kg/l vid 50°C. Vatten 1 kg/l, Vatten med 30 % glykol 1 kg/l.

$C_p$  = Specifik värmemängd; Vatten 4,18 kJ/kg = 4,18 kWs/kg. Glykol 3,8 kWs/kg.

$t_1$  = Temperatur före förändringen.

$t_2$  = Temperatur efter förändringen.

### Exempel:

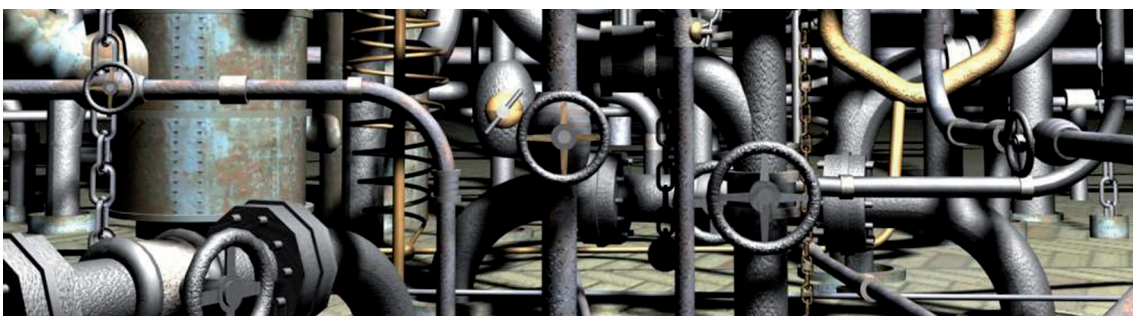
Bestäm dimension på anslutningsrören till den större radiatorn i föregående exempel. Radiatorn har en angiven effekt om maximalt 960 W vid systemtemperatur 55/45. Kollar vi hur stor effekt radiatorn egentligen skall klara av är detta endast 67 % av rummets totala effektbehov ( $960/1440=0,67$ ), alltså 67 % av 1099 W = 663 W. Resterande 33 % täcks av den mindre radiatorn. Vad blir flödet över radiatorn? Värmemediet är vanligt vatten.

Givna data:

$$P = 0,663 \text{ kW} \quad \rho = 1 \text{ kg/l} \quad C_p = 4,18 \text{ kJ/kg} \quad t_1 = 55^\circ \quad t_2 = 45^\circ$$

Lösning:

$$Q = \frac{0,663}{1 \times 4,18 \times (55-45)} = 0,016 \text{ l/s}$$



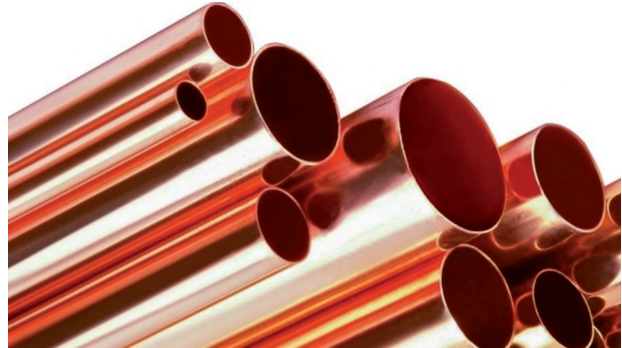


Detta är vad vi behöver veta för att bestämma rätt dimension på anslutningsrören till radiatören. Till vår hjälp använder vi oss av ett så kallat nomogram. Vi eftersträvar att inte ha ett tryckfall som ligger över 100 Pascal per meter eller en hastighet över 1,5 m/s. Högre tryckfall och hastigheter påverkar rörens livslängd och ger en högre ljudnivå.

#### **Kopparrör:**

Lägger vi en linjal från 100 Pa/m till flödet 0,016 l/s i nomogrammet hamnar vi strax ovanför dimension 10 mm för Cu-rör och väljer därför 12 mm Cu-rör.

Lägger vi linjalen sen från 12 mm Cu-rör till flödet 0,016 l/s ser vi att vi kommer att få ett tryckfall på endast 50 Pa/m, ett dynamiskt tryck på 14 Pa och en hastighet på 0,17 m/s vilket är alldeles utmärkt.



Vänder vi på steken och drar en linje från 12 mm Cu-rör och tryckfallet 100 Pa/m får vi ett flöde på 0,024 l/s vilket motsvarar en effekt på 1,0 kW vilket är mer än vad radiatören (960 W) kan avge vid 55/45. Alltså begränsar inte rördimensionen maxeffekten för radiatören.

#### **Stålrör:**

Tittar vi i tabellen för stålrör, typ blåa rör, ger flödet 0,016 l/s med god marginal stålrör DN10 och vi får ett dynamiskt tryck på ungefär 14 Pa och en hastighet på 0,16 m/s.

#### **Pexrör:**

Pex har lägre friktion än rör av metall så här kan vi gå upp lite i hastighet, dock inte högre än 2,5 m/s för att undvika ljud och allt för högt tryckfall. Om vi i nomogrammet för pex-rör följer flödet 0,016 l/s och går upp till linjen för 15 mm pex ser vi att vi får ett tryckfall på 0,08 kPa/m = 80 Pa/m och får en hastighet på endast 0,23 m/s vilket ligger precis över den lägsta hastighet på 0,2 m/s som är nödvändig för att inte få så kallad "luftmedryckning". Skulle man understiga denna gräns väljer man istället en klenare dimension och accepterar ett högre tryckfall. Skulle vi välja 12 mm pex skulle vi få ett tryckfall på c:a 250 Pa/m och en hastighet på c:a 0,35 m/s.



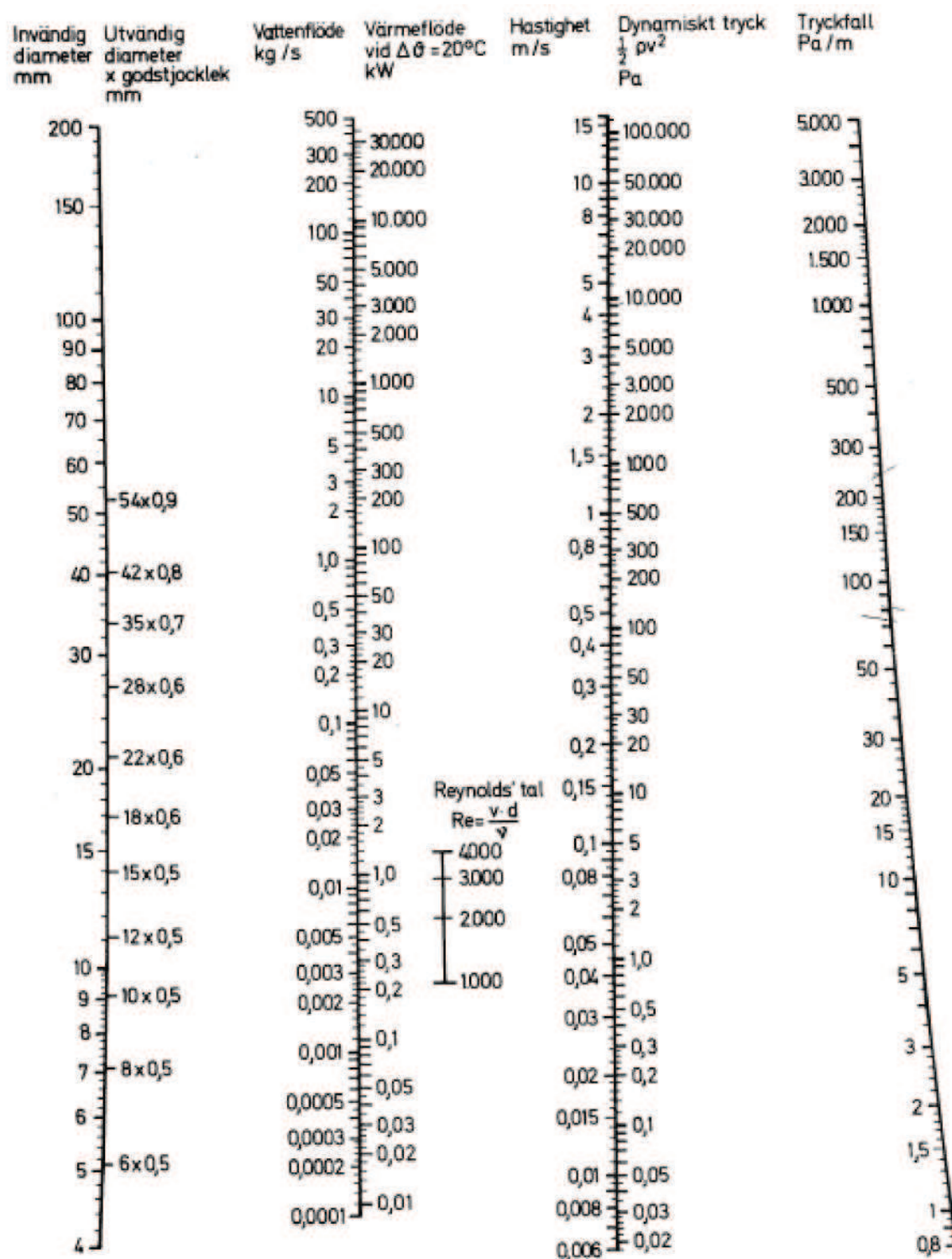
#### **Svar:**

Dimension på anslutningsrören till radiatören på 960 W är 12 mm cu, DN 10 blått rör eller 15 mm pex.

Detta avser endast kopplingsledningen till just denna radiator. För att kunna dimensionera hela rörnätet måste vi först bestämma alla tryckfall över alla enheter i värmesystemet som till exempel radiatorer, ventiler, pannor, växlare med mera.



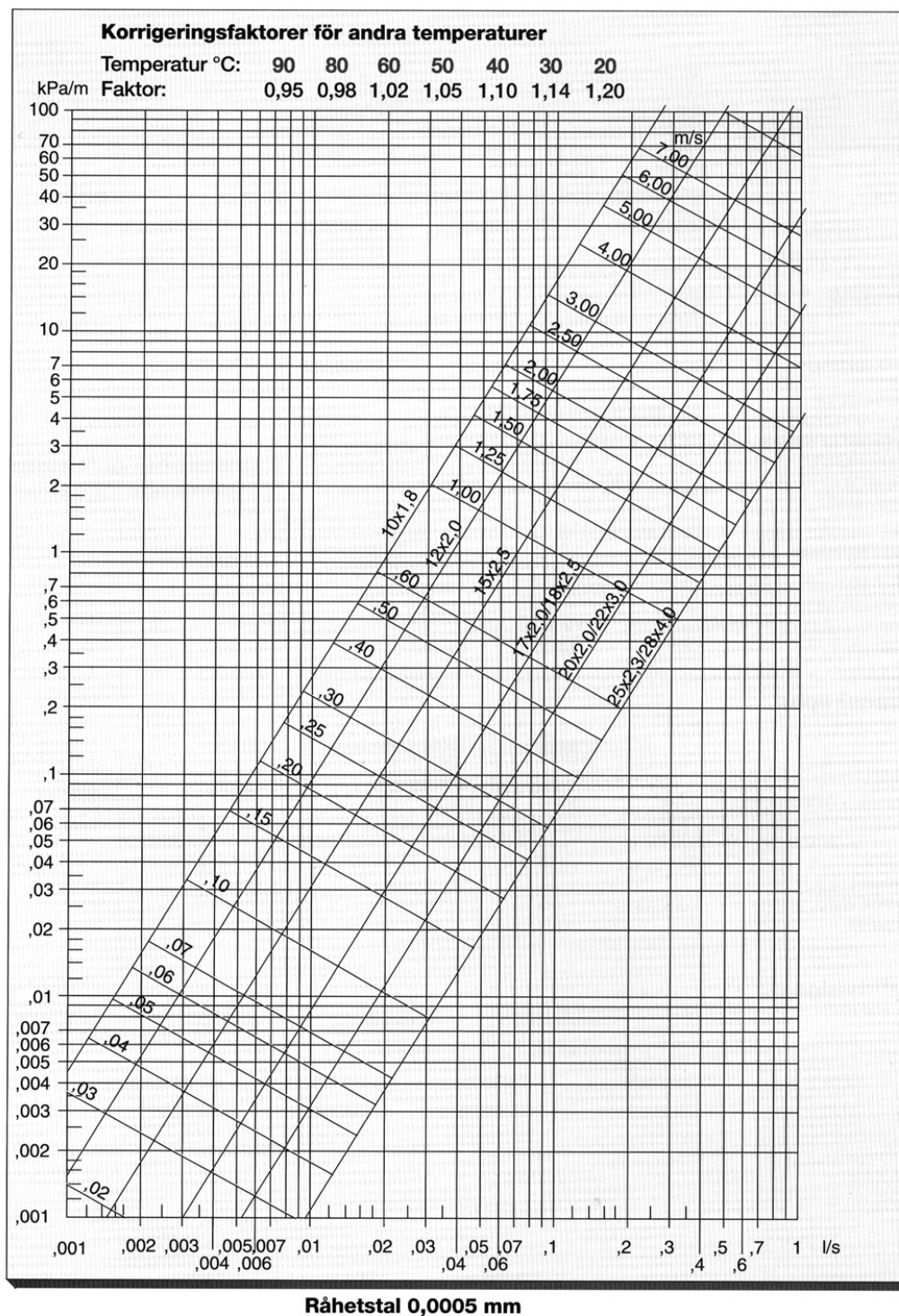
Nomogram för cu-rör



Nomogram för cu-rör i värmeinstallationer, inom temperaturområdet 60-110 grader C är felet mindre än +/- 10 %.

## Nomogram för Pex-rör

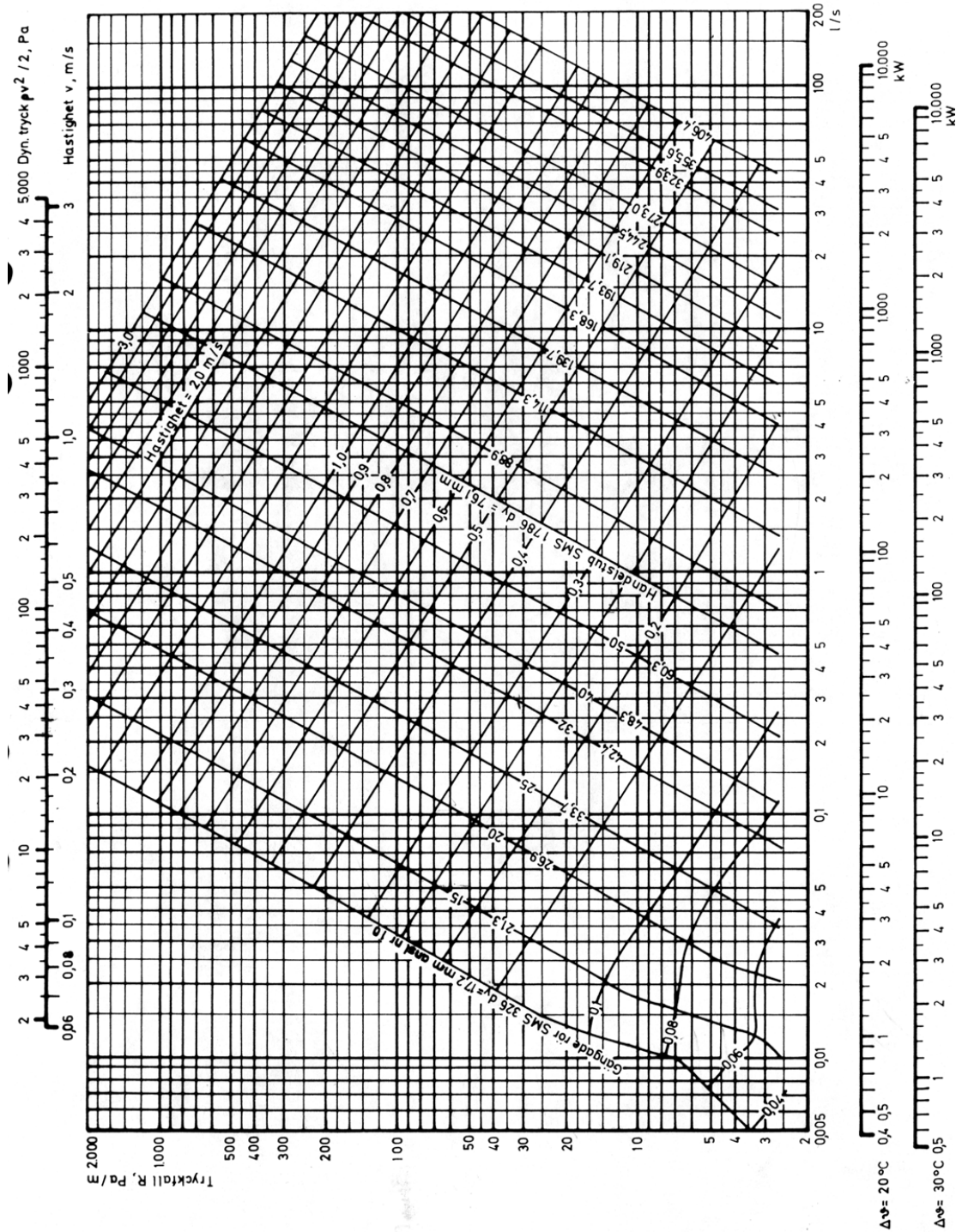
Vattentemperatur +70°C





# Nomogram för stålrör

Friktionstryckfall i rörledning SMS 326 och SMS 1786 vid värmevattenanläggningar



## Bestämning av tryckfall över radiator

För att bestämma tryckfallet över en radiator måste vi känna till flödet över radiatorn samt vilket Kv-värde (kapacitetsvärde) radiatorventilen har vid fullt öppet läge. För att undvika oljud i systemet vill vi ha ett tryckfall som ligger under 8-10 kPa.

Kv-värde definieras flödet i m<sup>3</sup>/h över en detalj i ett rörsystem vid tryckfallet 100 kPa.

### Exempel:

Bestäm tryckfallet över radiatorn i exemplet tidigare.

För framtagande av Kv-värde gäller formeln:

$$Kv = \sqrt{\frac{Q^2 \times 100}{\Delta P}}$$

Q = Flöde m<sup>3</sup>/h

ΔP = Tryckfall i kPa.

I detta fall vet vi att vi skall koppla radiatorn med radiatorventil DN 10. Beroende på fabrikat redovisar tillverkarna Kv-värden för sina modeller och dimensioner i produktkatalogerna.

Väljer vi Markaryds raka termostatventil DN10 med förinställning ger denna ett Kv-värde på 0,7 vid fullt öppen ventil, alltså inställd på största möjliga flöde.

Först omvandlar vi formeln:

$$\Delta P = \left( \frac{Q}{Kv} \right)^2 \times 100$$

Givna data:

Q = 0,016 l/s = 0,0576 m<sup>3</sup>/h      Kv = 0,7

Lösning:       $\Delta P = \left( \frac{0,0576}{0,7} \right)^2 \times 100 = 0,68 \text{ kPa}$

Svar:

Tryckfallet över radiatorn blir 0,68 kPa vid flödet 0,016 l/s och fullt öppen ventil.

## Inställning av Kv-värde på en radiatorventil

Vi har tidigare lärt oss att vatten alltid tar den lättaste vägen i ett värmesystem och att motståndet över varje enhet måste vara lika stort oavsett var i systemet enheten är belägen.

För att få rätt flöde och åstadkomma rätt motstånd över varje enhet stryker man in radiatorer, stammar och andra enheter efter ett beräknat Kv-värde.



I vårt exempel med radiatorn vill vi ha ett tryckfall över ventilen som ligger på 8 kPa. Detta är ett relativt litet värmesystem och tryckfallet 8 kPa har vi bestämt för att ventilen skall få så kallad auktoritet i systemet.

Beroende på fabrikat har de olika ventiltillverkarna rekommendationer på maximalt tryckfall över ventilerna. I TA's katalog anger man som exempel ett max tryckfall på 30 kPa vid 0,2 l/s för att inte riskera oljud.

### Exempel:

Bestäm vilket Kv-värde ventilen i föregående exempel ska ställas in på för att erhålla ett tryckfall på 8 kPa.

### Formel:

$$K_v = \sqrt{\frac{Q^2 \times 100}{\Delta P}}$$

### Givna data:

$$Q = 0,016 \text{ l/s} = 0,0576 \text{ m}^3/\text{h} \quad \Delta P = 8 \text{ kPa}$$

### Beräkning:

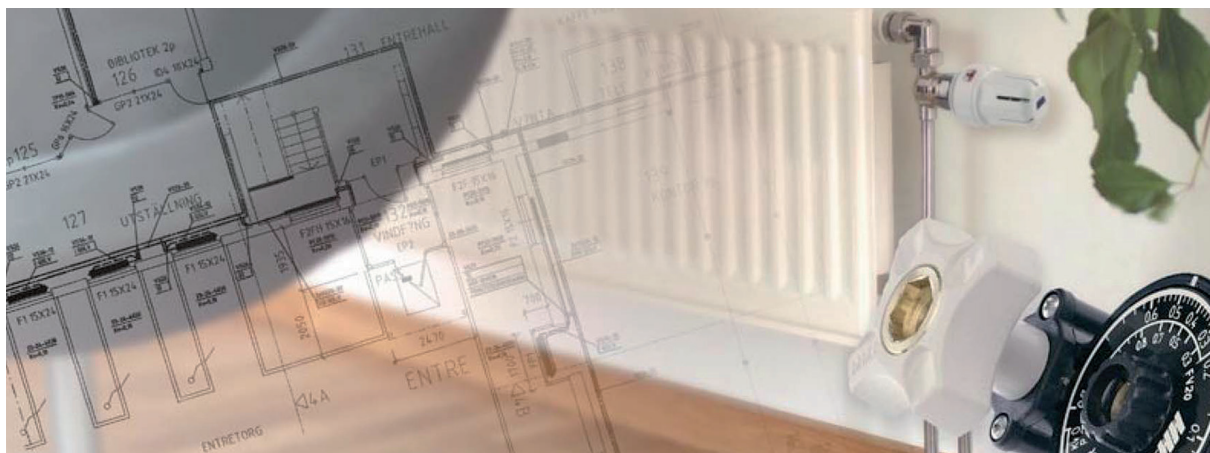
$$K_v = \sqrt{\frac{0,0576^2 \times 100}{8}} = 0,204$$



### Svar:

Ventilen skall förinställas på Kv-värde 0,041.

Detta gör du enligt tillverkarens anvisningar, manuellt eller med ett specialverktyg.



## Tryckfall i ledningssystem

### Dimensionering av cirkulationspump och rörledningar

För att kunna välja en lämplig pump till ett värmesystem måste man känna till två värden; vilket **flöde** som skall transporteras runt, samt det **totala tryckfallet** över ledningssystemet.

Flödet bestäms ju som bekant av det effektbehov byggnaden har.



Tryckfallet räknas fram genom att summera de engångsmotstånd i rör och rördelar som uppstår när vattnet cirkulerar i systemet. Det finns tabeller med motståndstal för olika komponenter i ett rörsystem såsom t-rör, vinklar knärör och så vidare.

I tillverkarnas produktkataloger finns ofta tryckfallen över radiatorventiler, strypventiler och liknande redovisade.

För att dimensionera rörledningarna utgår vi från de olika fördelnings- och kopplingsledningarnas flödesförsörjning till respektive värmare och utifrån nomogrammet för aktuell rörtyp får vi reda på det dynamiska tryckfallet för varje rörsträcka.

Formeln för att beräkna tryckfall i rörledningar lyder:

$$p = (R \times l) + (\sum \zeta \times p_d)$$

$p$  = Tryckförlust i den aktuella rörsträckan.

$R$  = Tryckfall per meter rör Pa/m, enligt tabell.

$l$  = Rörlängd i meter.

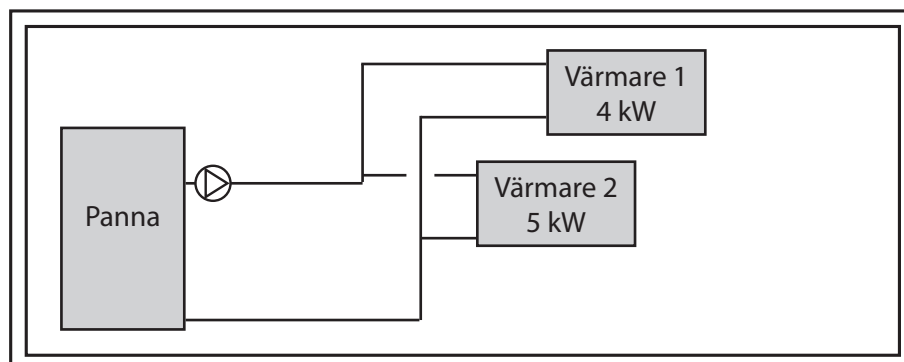
$\sum \zeta$  = De summerade engångsmotstånden hos de olika detaljerna i ledningen.

$p_d$  = Dynamiskt tryck, enligt tabell.

Genom att summera de olika delsträckorna får man fram det totala tryckfallet över rörsystemet, som i olika värmesystem kan variera mellan 15 - 100 kPa.

### Exempel:

Bestäm tryckfallet över systemet nedan. Dimensionera lämplig cirkulationspump. Lågtemperatursystem 55/45.





Vi börjar med att bestämma flödet över varje värmare:

Formel:

$$Q = \frac{P}{\rho \times C_p \times (t_1 - t_2)}$$

Givna data:

Värmare 1 = 4 kW      Värmare 2 = 5 kW       $\rho = 1 \text{ kg/l}$

$C_p = 4,18 \text{ kWs/kg}$        $t_1 = 55^\circ$        $t_2 = 45^\circ$

Flöde över värmare 1:

$$Q = 4 / (1 \times 4,18 \times (55 - 45)) = 0,1 \text{ l/s}$$

Flöde över värmare 2:

$$Q = 5 / (1 \times 4,18 \times (55 - 45)) = 0,12 \text{ l/s}$$

Nu bestämmer vi dimensionen på anslutningsledningarna till respektive värmare. Eftersom vi vill använda oss av vanliga kopparrör tittar vi i nomogramet för dessa. Vi vill ha ett tryckfall som understiger 100 Pa/m.

Vid flödet 0,1 l/s och tryckfallet 100 Pa/m hamnar vi mellan dimension 18 och 22 mm Cu-rör och väljer därför dimension 22 som ger ett tryckfall på 60 Pa/m.

Vid flöde 0,12 l/s ligger vi ungefär lika. Vi väljer därför dimension 22 som ger ett tryckfall på 80 Pa/m.

För att bestämma dimensionerna på fördelningsledningarna summerar vi de båda flödena för respektive värmare vilket ger 0,22 l/s. Vi läser av nomogramet vid detta flöde med samma tryckfall 100 Pa/m och finner att vi hamnar mellan dimensionen 22 och 28 mm. Vi väljer dimension 28 som ger ett tryckfall på 70 Pa/m.

Nu vet vi vilka dimensioner vi skall använda oss av i vårt lilla värmesystem och kan ta fram tryckfallet i ledningarna med hjälp av formeln:

$$p = (R \times l) + (\sum \zeta \times p_d)$$



Motståndstal $\zeta$				
DN	10 – 20	25 – 40	50 – 100	125 -
Rörbøj	1,0	0,5	0,3	0,3
T-rör , flöde 1 $\Rightarrow$ 3	0,5	0,5	0,5	0,5
T-rör flöde 1 $\Rightarrow$ 2 eller 2 $\Rightarrow$ 1 $\Leftrightarrow$ 3	2,0	2,0	2,0	2,0
Kul- eller skjut- ventil	1	0,5	0,3	0,3

Tabellen visar motståndstal för olika rördelar beroende på dimension och flödesriktning

För värmaren på 4 kW har vi följande förhållanden:

Böjar DN 20, 2st

T-rör DN 20, 2st med flödesriktning 1-3

Rör DN 20, ca 8,5 m.

Dynamiskt tryck (pd) blir enligt nomogram vid flöde 0,1 l/s och 22 Cu-rör 45 Pa/m.

Formel:

$$p = (R \times l) + (\sum \zeta \times p_d)$$

$$p = (60 \times 8,5) + ((1+1+0,5+0,5) \times 45) = 645 \text{ Pa} = 0,645 \text{ kPa}$$

Tryckfallet över denna värmare är i kombination med reglerventil 10 kPa, vilket medför att tryckfallet inklusive anslutningsledningar blir **10,65 kPa**.

För värmaren på 5kW gäller följande:

T-rör DN 20, 2st med flödesriktning 1-2

Rör DN 20, 2,5 m.

Dynamiskt tryck (pd) blir enligt nomogram vid flöde 0,12 l/s och 22 Cu-rör 60 Pa/m.

Formel:

$$p = (R \times l) + (\sum \zeta \times p_d)$$

$$p = (80 \times 2,5) + ((2+2) \times 60) = 440 \text{ Pa} = 0,44 \text{ kPa}$$

Tryckfallet över denna värmare är i kombination med reglerventil 9 kPa, vilket medför att tryckfallet inklusive anslutningsledningar blir **9,44 kPa**.

Nu kontrollerar vi tryckfallet över fördelningsledningen:

Böj DN 25, 2 st.

Rör DN 25, 12,4 m.

Nu måste vi summera flöden för båda värmarna, 0,1 + 0,12 = 0,22 l/s. Detta ger ett dynamiskt tryck på 80 Pa/m vid dimension 28 Cu.

Formel:

$$p = (R \times l) + (\sum \zeta \times p_d)$$

$$p = (70 \times 12,4) + ((0,5 + 0,5) \times 80) = 948 \text{ Pa} = 0,95 \text{ kPa}$$

Tryckfallet över fördelningsledningen är 0,95 kPa.



## Dimensionering av cirkulationspump

Det arbete pumpen skall utföra är att transportera erforderligt flöde, värmemängd, samt övervinna det tryckfall som uppstår då vattnet cirkulerar i systemet.

Vid dimensionering av cirkulationspump till ett värmesystem utgår man därför från den sämst belägna komponenten och tryckfallet över denna.

I vårt fall är det värmaren på 4 kW som är den sämst belägna med ett tryckfall på  $10,65 + 0,95 = 11,6$  kPa.

Vi skall alltså hitta en pump som klarar av att transportera flödet 0,22 l/s vid tryckfallet 11,6 kPa.

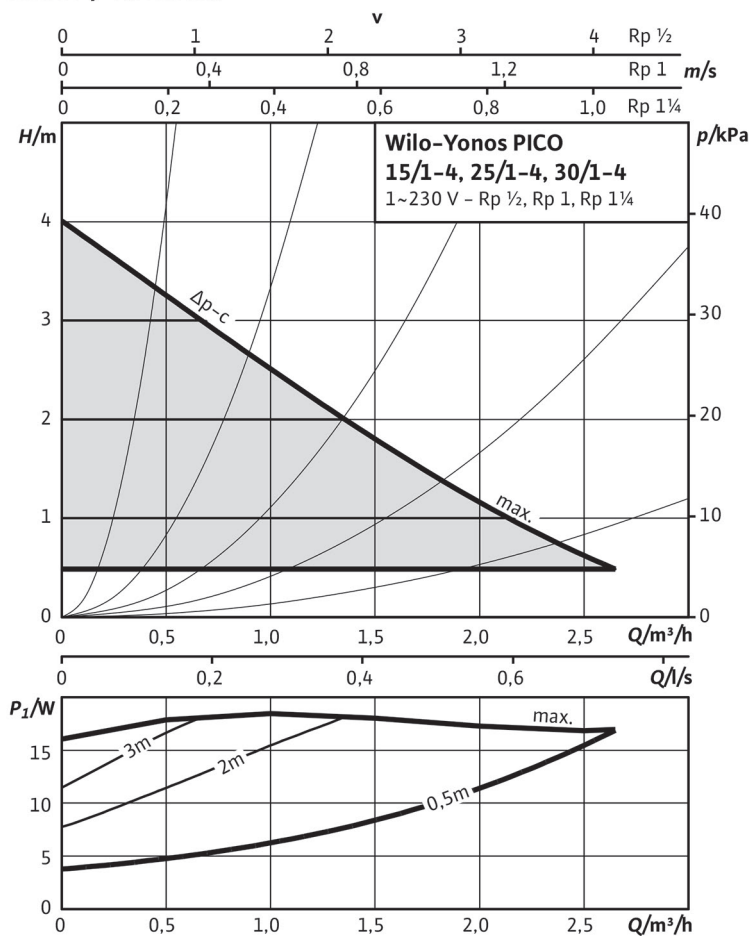
Till vår hjälp finns det på pumpfabrikanternas hemsidor pumpdiagram som visar pumpens prestanda vid olika tryck och flöden.

Tittar vi i Lundagrossistens katalog ser vi att en Wilo Yonos Pico 25/1-4 maximalt ger 2,0 m<sup>3</sup>/h vid 11,6 kPa medan vårt behov endast är 0,8 m<sup>3</sup>/h (0,22 l/s). Inget bekymmer med lite överkapacitet då pumpen är elektroniskt reglerad och kan leverera vårt lägre behov och vi förbrukar då c:a 6 W.



### Kurvor: Wilo-Yonos PICO 25/1-4

#### Kurvor $\Delta p-c$ (constant)



### Kontroll av minimitryck på pumpens sug sida

På större cirkulationspumpar måste undertrycket på pumpens sug sida kontrolleras. Om undertrycket blir lägre än mediets ångtryck, det tryck då mediet börjar koka, kan det uppstå så kallad kavitation i pumphuset och pumpen skadas.

I pumpfabrikanternas produktkataloger redovisas så kallade NPSH- kurvor som används för att kontrollera sughöjden. NPSH är tryckskillnaden mellan inloppstryck och lägsta tryck inne i pumpen. Alltså tryckfallet i den första delen av pumphuset.

Formel för att kontrollera sughöjd:

$$H_{\text{sug}} = p_b \times 10,2 - \text{NPSH} - H_r - H_v - H_s$$

$p_b$  = Barometertryck i bar, kan sättas till 1.

NPSH = Net Positive Suction Head, minsta positiva sughöjd.

$H_r$  = Friktionsförlust i sugledning.

$H_v$  = Ångtryck vid aktuell temperatur.

$H_s$  = Säkerhetstillägg min 0,5 meter.

#### Exempel:

Kontrollera  $H_{\text{sug}}$  för en Wilo IPL 50/115 med en friktionsförlust i sugledningen på 2 mvp. Temperaturen är 50°C.

Formel:

$$H_{\text{sug}} = p_b \times 10,2 - \text{NPSH} - H_r - H_v - H_s$$

#### Givna data:

NPSH för pump Wilo IPL 50/115 vid 2 mvp = 3,0

$$p_b = 1$$

$$H_v = 1,23$$

$$H_s = 0,5$$

#### Lösning:

$$H_{\text{sug}} = 1 \times 10,2 - 3,0 - 2 - 1,23 - 0,5 = 3,47$$

#### Svar:

Vi får en  $H_{\text{sug}}$  på 3,47 mvp som är högre än det lägsta ångtrycket vid temperatur 50°C vilket är 1,23 mvp.

Temp°C	$H_v$
5	0,09
10	0,12
20	0,23
30	0,42
40	0,74
50	1,23
60	1,99
70	3,12
80	4,74
90	7,01

## Systemkurva

Ett värmesystems tryck och flödesbehov kan beskrivas i en systemkurva. För att välja rätt typ av cirkulationspump bör man titta närmare på systemkurvan. Genom att vi vid dimensionering av värmesystemet får fram ett tryckfall och ett flöde kan vi räkna fram systemkurvan för anläggningen.

Formel:

$$h_2 = h_1 \times (q_2/q_1)^2$$

$h_1$  = Tryckfallet över systemet i mvp.

$q_2$  = Flödet i m<sup>3</sup>/h

Exempel:

Vi har ett tryckfall på 11,5 kPa vid flödet 2 l/s. Vad blir tryckfallet över systemet om vi ökar flödet till 2,5 l/s?

Formel:

$$h_2 = h_1 \times (q_2/q_1)^2$$

Lösning:

11,5 kPa = 1,15 mvp      2 l/s = 7,2 m<sup>3</sup>/h    2,5 l/s = 9 m<sup>3</sup>/h

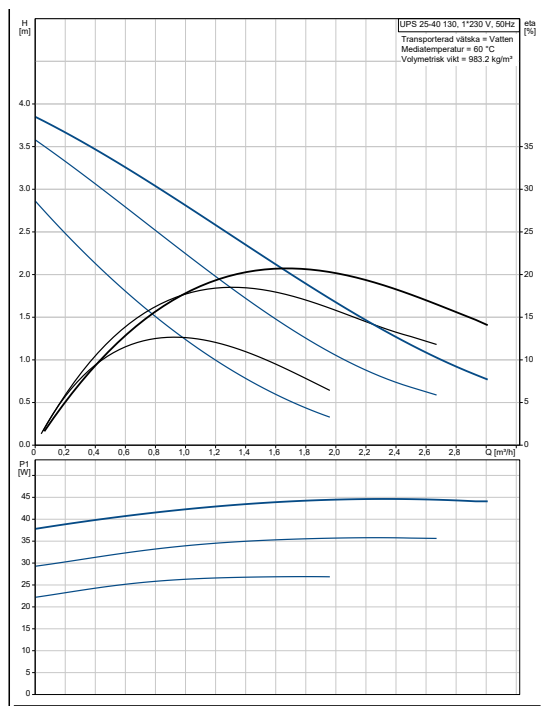
$$h_2 = 1,15 \times (9 / 7,2)^2 = 1,8 \text{ mvp} = 18 \text{ kPa}$$

På detta sätt kan vi använda värmesystemets systemkurva och jämföra denna med cirkulationspumpens kapacitetskurva, och utifrån detta välja rätt cirkulationspump.

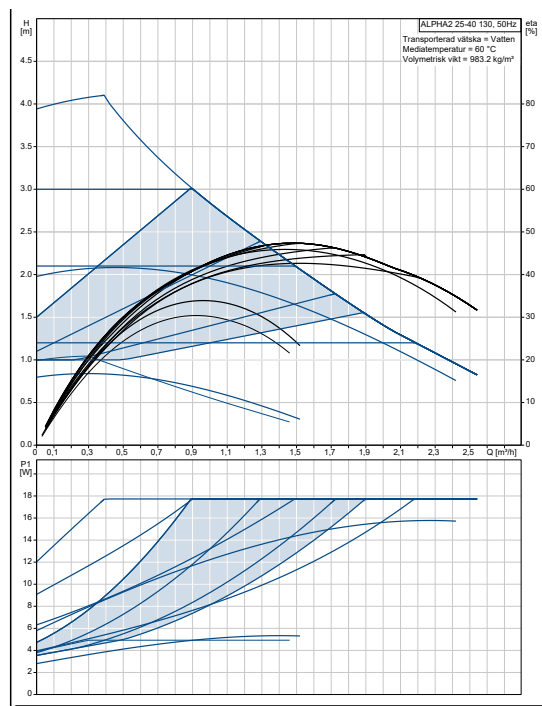
## Varvtalsreglering av cirkulationspumpar

Ritar man upp en systemkurva ser man ganska snart att sambandet mellan tryckfall och flöde är helt motsatt den för en vanlig cirkulationspump. Där tryckbehovet ökar med ökande flöde på systemkurvan minskar trycket med ökande flöde hos cirkulationspumpen.

Konstant hastighet



Varvtalsreglerad



I ett värmesystem ändras tryckfallet och flödesbehovet hela tiden i och med att ställdon, radiatorventiler med mera öppnar och stänger. De flesta installerade cirkulationspumpar arbetar vid fasta varvtal, minskar värmebehovet ökar pumptrycket vilket leder till sämre funktion, högre energiförbrukning och risk för oljud.

För att få en pump som svarar bäst mot systemkurvan bör det vara en varvtalsstyrd pump som känner av tryckförändringar i systemet och anpassar hastigheten därefter. En varvtalsstyrd pump kan oftast ställas mot en konstant tryckhållning eller en proportionell tryckhållning. Den proportionella tryckhållningen fungerar bäst i värmesystem med höga tryckfall och den konstanta i värmesystem med mindre tryckfall. Sedan 1 januari 2013 har EU ställt krav på att alla fristående cirkulationspumpar som tillverkas måste uppfylla Energimyndighetens krav på energieffektivitet och därmed vara A-klassad. Från augusti 2015 kommer kravet även att innefatta pumpar som är inbyggda i andra enheter som till exempel värmepannor, shuntar och värmepumpar.



## Injustering av värmesystem

Vatten har den egenskapen att det tar den lättaste vägen genom ett värmesystem. För att tvinga vattnet att cirkulera igenom hela systemet måste en injustering av värmestammar och värmarenheter göras. Injusteringen görs efter beräknade Kv-värden.

Vi har tidigare gått igenom definitionen av Kv-värdet:

Flödet i m<sup>3</sup>/h genom en rördetalj vid tryckfallet 100 kPa.

Formel:

$$Kv = \sqrt{\frac{Q^2 \times 100}{\Delta P}}$$

Q = Flöde m<sup>3</sup>/h

$\Delta P$  = Tryckfall i kPa.

För att beräkna Kv-värde måste man känna till tryckfallet och flödet över sämst belägna enheten i systemet och utgå ifrån detta. Sedan görs beräkningar för varje enhet, stam eller radiator.

### Exempel:

Vi har ett hyreshus med 10 våningar och två värmestammar. Tryckfallet över den sämst belägna stammen är 150 kPa vid ett flöde av 2,4 m<sup>3</sup>/h. Vi vill ha samma tryckfall och flöde över stam två. Vilket Kv-värde skall injusteringsventilen ställas in på?

### Givna data:

Dp = 150 kPa

q = 2,4 m<sup>3</sup>/h

### Lösning:

$$Kv = \sqrt{(2,4^2 \times 100) / 150} = 1,96$$

### Svar:

Injusteringsventilen skall ställas in på Kv-värde 1,96.

Ett förenklat sätt att bestämma både Kv-värde och storlek på injusteringsventil är att titta i TA's produktkatlog under fliken för STAD-ventiler. Där finns ett nomogram som kan avläsas utifrån värdena tryckförlust och flöde. Nomogrammet visar på rätt Kv värde, storlek på ventil samt antal varv ventilen skall vridas för att erhålla rätt Kv-värde.

I moderna ritningsprogram för VVS, typ Auto-Cad, görs bland annat Kv-beräkningar automatiskt.



## Dynamiska injusteringsventiler

Vi har tidigare läst att tryckförhållandena i ett värmesystem förändras hela tiden. En injusteringsventil måste göras med samtliga radiatorventiler fullt öppna och med termostaterna borttagna.

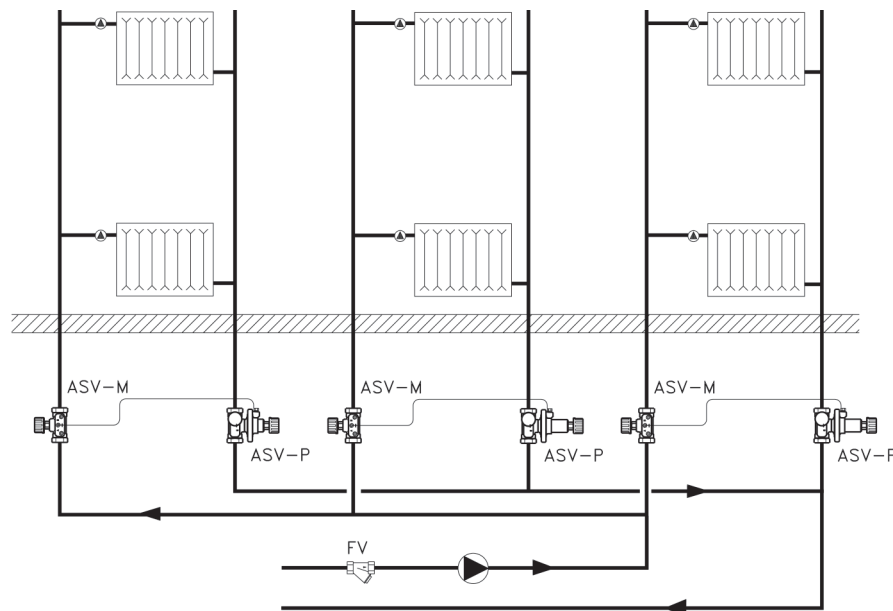
I verkligheten öppnar och stänger ventilerna beroende på effektbehov medan konventionella injusteringsventiler är förinställda mot ett fast tryckförhållande vilket kan ge en försämrad funktion.

För att få en förbättrad funktion på injusteringen kan man därför montera dynamiska injusteringsventiler som känner av förändrade tryckförhållanden i exempelvis en värmestam.

Exempel på sådana ventiler är Danfoss ASVP tillsammans med ASVM. ASVP monteras på returledningen och är sammankopplad med ASVM som sitter på tillloppet. Förbindelsen går via ett kapillär rör som gör att ventilkombinationen känner av skillnaden mellan tilllopp och retur (tryckfallet över stammen) och ASVP reglerar då flödet efter behov.



Danfoss ASVP



Principschema för inkoppling av AVSP tillsammans med AVSM

Normalt sett behövs inte stamventiler vid lågflödessystem då tryckfallet i rörsystemet ofta kan reduceras till 1/25-del av motsvarande vid fullflödessystem.

## Expansionskärl

För att dimensionera ett slutet expansionskärl till ett värmesystem måste man ta reda på följande:

- » Anläggningens systemtemperatur
- » Anläggningens effekt
- » Säkerhetsventilens öppningstryck
- » Systemets statiska höjd

Systemtemperaturen måste vi känna till för att kunna göra en beräkning på värmemediets procentuella utvidgning.

Effekten använder vi oss av för att göra en överslagsberäkning på värmesystemets totala volym. För radiatorsystem med en central panna installerad gäller volymen 15 l/kW, för motsvarande fjärrvärme-central gäller 13 l/kW. Skall man göra en beräkning på kärl för golvvärmesystem gäller 20 l/kW för både pannsystem och fjärrvärme.

Formel för att bestämma expansionskärlets volym:

$$K = \frac{a \times V \times (P_3 + 1)}{100 \times (P_3 - P_2)}$$



$K$  = Kärlets volym.

$a$  = Vattnets utvidgning i procent, avläses i diagram utifrån skillnaden mellan högsta och lägsta systemtemperatur. För fastbränsleanläggningar upp till 100 kW gäller dock som dimensionerande temperaturdifferens 20-100° med en värmeutvidgning på 4,15 %.

$V$  = Systemets totala volym. Beräknas utifrån givna volymer per kiloWatt och/eller beroende på typ av värmare och andra givna volymer i systemet.

$P_3$  = Säkerhetsventilens öppningstryck i bar. Är systemets högsta tillåtna tryck, vilket är lika med säkerhetsventilens öppningstryck. Säkerhetsventilens öppningstryck kan sättas till 1 bar över anläggningens drifttryck.

$P_2$  = Kärlets förtryck i bar. Bestäms av den statiska höjden, den faktiska höjden till den högst belägna komponenten. Till den statiska höjden lägger man dessutom en faktor beroende på vad som är installerat i systemets högsta punkt. För radiatorer lägger man till 0,2 - 0,3 bar på den statiska höjden. Är det ett ventilationsbatteri monterat i systemets högsta punkt lägger man till 0,5 - 0,6 bar.

Vid stora skillnader mellan säkerhetsventilens öppningstryck och förtrycket i kärlet bör kärlets verkningsgrad kontrolleras enligt formel:

$$\eta = \frac{P_3 - P_2}{P_3 + 1}$$

Vid kärl som har en volym mellan 2 till 200 liter är  $\eta_{\max} = 0,625$  vid förtryck 0,5 bar och säkerhetsventil 3,0 bar.



**Exempel:**

Bestäm ett lämpligt expansionskärl till en oljeeldad radiatoranläggning på 50 kW.  
Systemtemperatur är 55/45, rent vatten i ledningarna. Den statiska höjden är 8 meter och säkerhets-  
ventilens öppningstryck är 2,5 bar.

**Formel:**

$$K = \frac{a \times V \times (P_3 + 1)}{100 \times (P_3 - P_2)}$$

**Lösning:**

**a:** Volymförändringen i % vid 10-55° blir enligt diagram 1,2 %.

**V:** Systemets totala volym blir 50 x 15 = 750 liter.

$P_2 = 8 \text{ mvp} = 0,8 \text{ bar}$

$P_3 = 2,5 \text{ bar}$

$$K = \frac{1,2 \times 750 \times (2,5 + 1)}{100 \times (2,5 - 0,8)} = 18,53 \text{ liter}$$

Temperaturstigning	Vattenutvidgning
10 - 40°C	0,75%
10 - 50°C	1,18%
10 - 60°C	1,68%
10 - 70°C	2,25%
10 - 80°C	2,89%
10 - 90°C	3,58%
10 - 100°C	4,34%
10 - 110°C	5,16%

**Kontroll av kärlets nyttoverkningsgrad:**

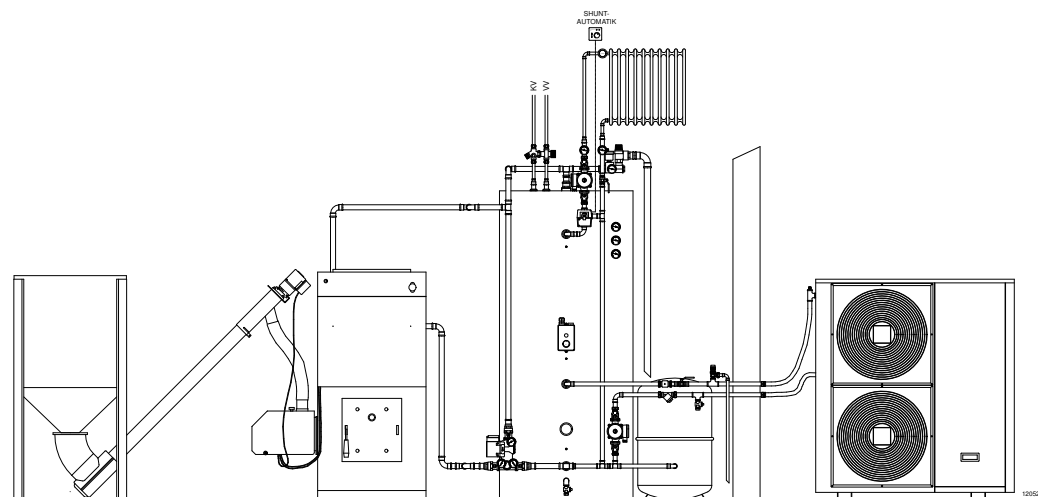
$$\eta = \frac{P_3 - P_2}{P_3 + 1}$$

$$\eta = \frac{2,5 - 0,8}{2,5 + 1} = 0,49$$

Vi räknar nu fram den verkliga volymen på kärlet genom att dividera den framräknade volymen 18,5 l med verkningsgraden 0,49 vilket ger 38 liter. Eftersom närmast större volym ligger på 50 liter väljer vi detta.

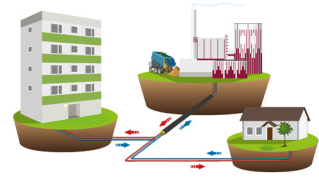
**Olika säkerhetsföreskrifter för värmeanläggningar**

Beroende på anläggningens effekt eller vilken typ av bränsle som används finns det olika säkerhetsföreskrifter vad gäller den kringutrustning i form av säkerhetsventiler, temperaturbegränsare, flödesvakter och så vidare.



## FJÄRRVÄRME

Principen för uppvärmning av fastigheter med fjärrvärme bygger på att värmeenergin produceras centralt i en fjärrvärmeanläggning. Värmen distribueras ut till förbrukarna via kulvertar i fjärrvärmenätet. Överföringen av värmeenergin till fastigheterna sker sedan via värmeväxlare.



Fördelar med detta gentemot uppvärmning med egen panna är en total energibesparing då verkningsgraden i en fjärrvärmeanläggning blir större än om samma mängd energi skulle produceras av flera pannanläggningar.

Temperaturerna i fjärrvärmenätet ska på sommaren hålla minst 65°C medan den dimensionerande temperaturen på vintern är 100°C. Temperaturen kan hållas högre tack vare att man håller ett högre tryck i ledningarna vilket höjer ångbildningstemperaturen.



Begreppet primärsida och sekundärsida återkommer när det talas om fjärrvärme. Primärsidan är produktionssidan med fjärrvärmeanläggningen, kulvert och ena halvan av värmeväxlaren. Sekundärsidan består av den del av värmesystemet som ägs av brukarna, till exempel radiatorer, rörnät och värmeväxlare (som i fjärrvärmesammanhang kallas för undercentral). I undercentralen finns oftast ytterligare en värmeväxlare för tappvarmvattenproduktion.

Det är skillnad i tryck på primär- och sekundärsida. Det ställs högre krav på rör och rördelar på primärsidan på grund av det högre trycket. Den rörkvalitet som används på primärsidan är av tryckkärlekskvalitet. Vidare så måste alla svetsarbeten på primärsidan utföras av en certifierad svetsare. På sekundärsidan i undercentralen används rör och delar av handelskvalitet med en lägre tryckklass. I övrigt är sekundärsidan utrustad som en vanlig pannanläggning vad gäller säkerhetsutrustning i form av expansionskärl, säkerhetsventiler med mera. För att utföra arbeten på primärsidan krävs det en särskild certifiering medan sekundärsidan behandlas som vilket annat värmesystem som helst. För att leverantören av fjärrvärmen skall kunna debitera energiförbrukningen mäts skillnaden i temperatur mellan tillopp och retur, flödet över returledningen mäts också. Informationen samlas i ett så kallat integreringsverk som kan avläsas manuellt eller skicka informationen till fjärrvärmeproducenten. Fjärrvärmeproducenten vill ha tillbaka så svalt returvatten som möjligt för att erhålla den bästa verkningsgraden, därför debiteras man en högre taxa om man tar ut mindre energi.

**Beroende på fastighetens behov eller storlek tillämpar man olika kopplingsprinciper för värmeväxlingen:**

**Direktanslutning:** Innebär att byggnadens värmesystem ansluts direkt till fjärrvärmenätet.

Detta är möjligt endast i så kallade LT-system där tilloppstemperaturen ligger på 80°C istället för HT-systemens 100°C. Trycket i ett LT-system ligger på 0,6 MPa mot HT-systemets 1,6 MPa.

**Parallellkoppling:** Är det som i dag i huvudsak förordas av Svensk Fjärrvärme, i fastigheter med effektbehov upp till 365 kW.

**Tvåstegskoppling:** Var förr den vanligaste principen men kan i vissa fall till och med höja returtemperaturen.

**Trestegskoppling:** Ses sällan idag.

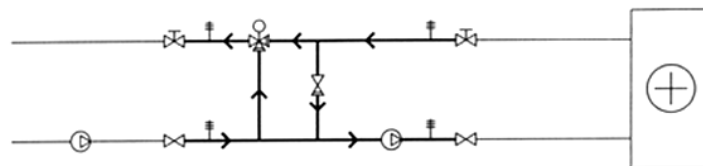
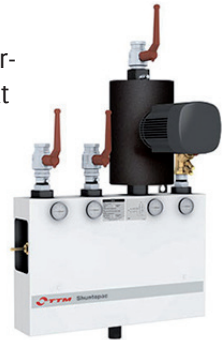
### Svensk Fjärrvärme

Är en branschorganisation för energiverken, som bl. a. har till uppgift att ta fram standarder för fjärrvärmenät och fjärrvärmecentraler samt med att standardisera fjärrvärmecentraler. Det finns också ett antal normer för hur fjärrvärmesystem ska vara utformat. När det gäller fjärrvärmecentraler finns kraven redovisade i Tekniska bestämmelser F:101. Idag ställer också i stort sett alla energiverk krav på att villacentraler skall vara P-godkända och uppfylla kraven i tekniska bestämmelser F:103. Innan installation och ändringar sker i fjärrvärmeinstallationerna så är det alltid viktigt att ha kontaktat det lokala energiverket.

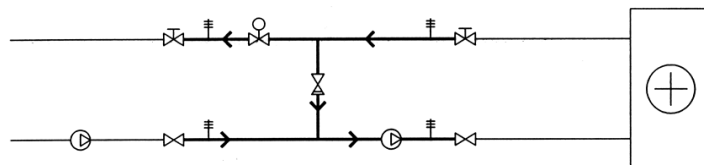
## SHUNTNING M.M.

### Shuntgrupper

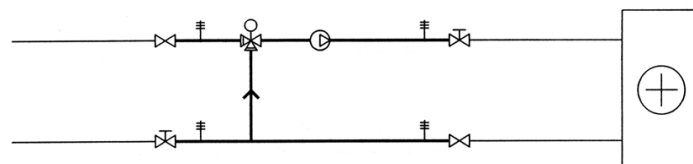
Shuntgruppens uppgift i ett värmesystem är att reglera temperaturen mellan primär- och sekundärkrets. Primärkretsen är den värmeproducerande delen där bland annat panna eller värmeväxlare ingår. Sekundärkretsen är den distribuerande delen där värmare och rörnät ingår. För att erhålla bästa verkningsgrad strävar man efter att hålla så hög temperatur i primärkretsen som möjligt. Av praktiska och komfortmässiga skäl vill man däremot hålla en lägre temperatur i sekundärkretsen. Shuntkopplingens huvuddetalj är styrventilen som är av två-, tre-, eller fyrvägstyp. Beroende på typ av anläggning väljs olika kopplingsprinciper för shuntning av värmevattnet.



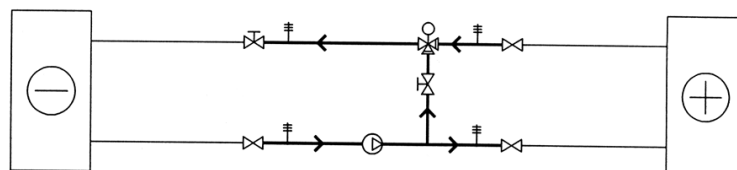
**Konstant flöde i primär- och sekundärkrets.** Används då man önskar hög returtemperatur till panna. Används i konventionella värmesystem samt vid golvvärme- och kylanläggningar. Flödet regleras av en blandande trevägs styrventil.



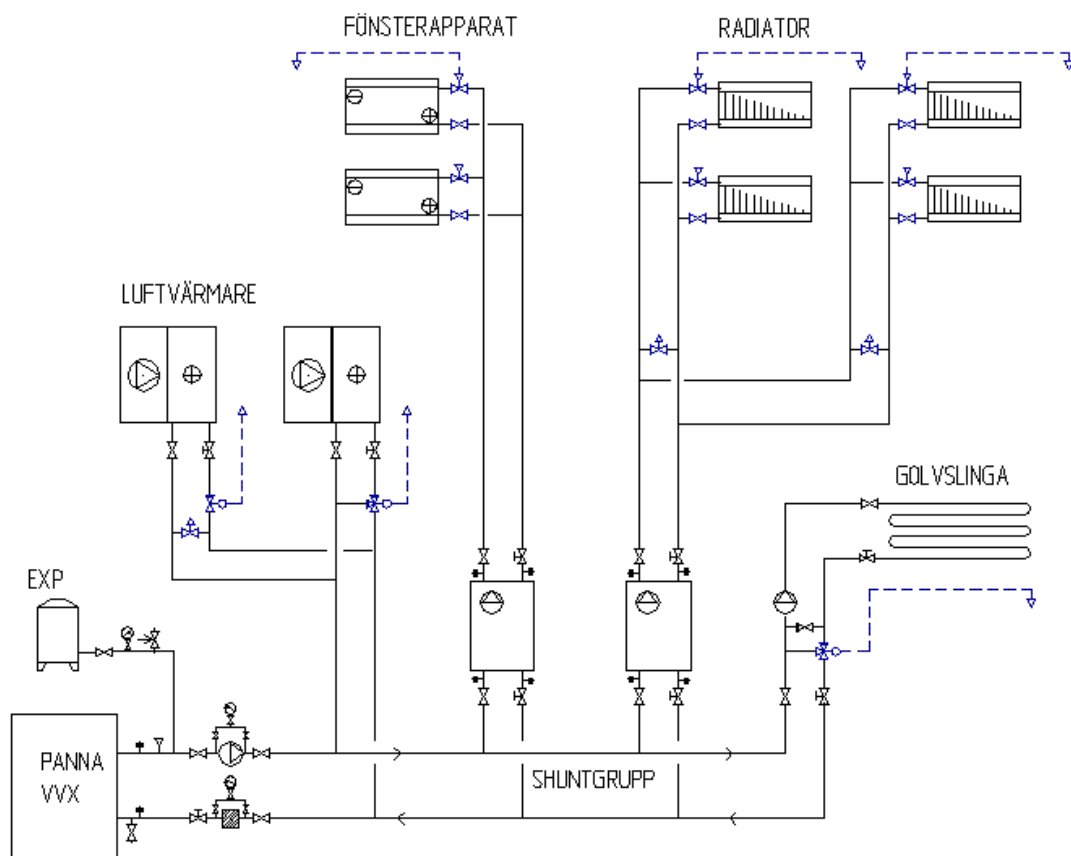
**Variabelt flöde i primärkrets och konstant flöde i sekundärkrets.** Den vanligaste kopplingen mot fjärrvärmennät eller vid anläggningar då låg returtemperatur önskas. Flödet regleras av en tvåvägs styrventil på primärsidans returledning.



**Variabelt flöde i primärkrets och konstant flöde i sekundärkrets.** Vanlig i anläggningar med separata pumpar ute i systemet eller då man har ett lågt tillgängligt tryck vid shuntventilen. Flödet regleras av en blandande trevägs styrventil. Denna kopplingsprincip (s.k. SABO) är rekommenderad vid lågflödes-system och är den shuntkoppling som säkrast ger fullt möjligt effektuttag vid lägsta utetemperatur då andra shuntgrupper kan medföra att sekundärpumpen vid förbigångar på sekundärsidan kortsluter kretsen och istället suger för mycket avkylt vatten.



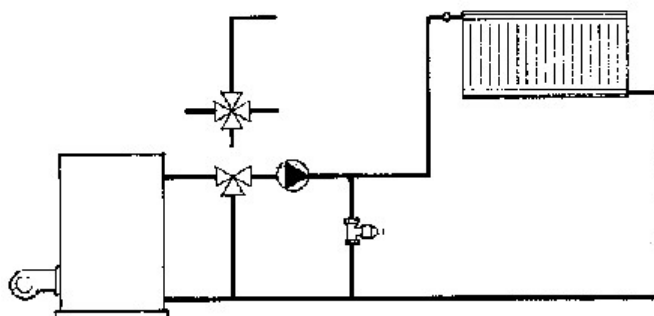
**Variabelt flöde i tilluftskrets och konstant flöde i frånluftskrets.** En koppling som används i värmeåtervinningssystem. Endast en pump tillgodoser cirkulationen i primär- och sekundärkrets och en trevägs, blandande styrventil reglerar flödet.



Bilden ovan visar en principskiss för ett värmesystem med både golvvärme, fläktkonventorer och radiatorer. I systemet ingår en shuntgrupp för luftvärmarna, en för fönsterapparaten, en för radiatorerna samt en för golvvärmen. I systemet sitter det även monterat differensstryckventiler mellan tilllopp och retur vid radiatorstammarna och en luftvärmare. På så sätt kan vi från samma värmekälla och delvis samma rörlinje erhålla optimalt flöde och systemtemperatur till de olika värmarna för att uppnå maximal funktion.

### Differensstrycksventiler

Differensstrycksventiler är till för att släppa igenom ett större flöde vid ökat differensstryck mellan tilllopp och retur. Ökat differensstryck uppstår då ventiler stänger. För att förhindra att missljud uppstår samt för att skona cirkulationspumpen öppnar ventilen mellan tilllopp och retur. Har systemet en varvtalsstyrd cirkulationspump är behovet av en differensstryckventil inte lika stort.

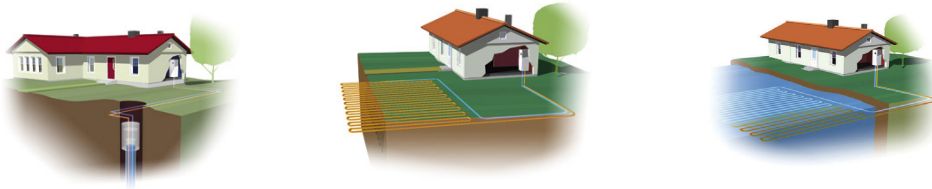


Bilden ovan visar en enkel tillämpning för användning av differensstrycksventil i en oljeeldad värmeanläggning, här är den till för att behålla cirkulationen i pannan vid helt stängd radiatorventil och för att pumpen inte skall gå mot stängd ventil.

## VÄRMEPUMPAR

### Värmepumpen

Med en värmepump kan man ta till vara på "gratisvärme" från en värmekälla där energi finns tillgänglig vid låg temperatur, till exempel grundvatten, sjövattnen, berg eller mark.

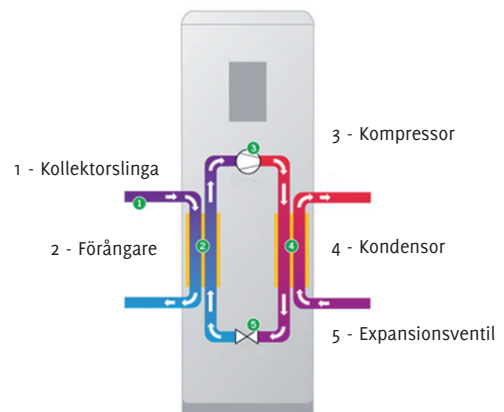


Den lågtempererade energin omvandlas i värmepumpen och avger sedan en högre temperatur som kan användas till att värma exempelvis luft, tappvarmvatten eller värmevatten i ett vattenburet värmesystem. För att åstadkomma temperaturhöjningen måste värmepumpen drivas med driftenergi, i nästan alla fall el.

### Värmepumpsprocessen

Principen för en värmepump (liksom för en kylmaskin) bygger på att man utnyttjar förhållandena vid övergång mellan ång- och vätskefas hos ett köldmedium. Sänker man trycket för en vätska sänker vi även förångningstemperaturen.

Vatten kan koka i rumstemperatur om man har det i ett "utrymme" där trycket är tillräckligt lågt. När vätskan kokar tar den upp energi från omgivningen. Denna energi kallas ångbildningsvärme. Det motsatta förhållandet råder när ångan övergår till vätska, vilket kallas kondenseringsvärme.



Köldmediet (vätska/gas) kokar vid en låg temperatur i förångaren (2) då värme tillförs från värmekällan (till exempel ett borrhål). Kompressorn (3) komprimerar sedan köldmediet (gas) till ett högre tryck, och därmed en högre temperatur, som sedan avges i kondensorn (4) till värmesystemet. Köldmediet kondenserar då (vätska), men förångas delvis efter expansionsventilen (5) då trycket sänks igen. Därefter förångas köldmediet helt och hållet i förångaren och processen börjar om.

En värmepumps effektivitet, värmefaktor, uttrycker förhållandet mellan avgiven värmeenergi och tillförd driftenergi. Värmefaktor 3 anger att för varje kWh elenergi man tillför kompressorn får man ut 3 kWh värmeenergi från värmepumpen. För att få en hög värmefaktor måste värmepumpsanläggningen dimensioneras rätt och eftersträva en så liten temperaturskillnad som möjligt mellan värmeupptagning i förångaren och värmeavgivning i kondensorn.

Ett annat vanligare ord för värmefaktor för värmepumpar är COP (Coefficient of Performance). Det ett slags jämförelsetal för att se hur pass effektiv en värmepump är. COP räknas ut på samma sätt som värmefaktor, men enligt vissa EU-normer som anger vid vilken temperatur COP är angiven, samt om all driftenergi (t.ex. cirkulationspumpar) är medräknad eller inte. För bergvärmepumpar säger till exempel EN14511 att jämförelsen sker vid förångningstemperatur 0° C och kondenserings temperatur 45° C, medan den för luft/vattenvärmepumpar anges vid +7° C och 35° C och för luft/luftvärmepumpar vid +7° C utetemperatur och 20° C rumstemperatur.

## Olika typer av värmepumpar

**Luft/luftvärmepumpen:** arbetar efter principen att värmeupptagningen sker då utomhusluften får passera genom ett batteri som fungerar som förångare. Värmeavgivningen sker sedan genom att inomhusluften passerar genom kondensorn.



Kondensor och förångare är konstruerade på samma sätt, vilket gör att den kan användas i så kallad reversibel drift. Man ändrar helt enkelt strömningsriktningen på mediet och får på så sätt en kylmaskin att använda under årets varma månader.

Fördelar med luft/luftpumpen är att den är relativt billig att tillverka och installera och att den även kan användas som kylmaskin. De har i regel också en kompressor av inverter-modell vilket betyder att den är varvtalsstyrd och endast belastas med den effekt som för tillfället är nödvändigt till skillnad mot övriga värmepumpar som har kompressorer av on/off-modell och som jobbar med "max" varvtal så fort den är igång.

Nackdelar är att verkningsgraden är beroende av utomhustemperaturen, då värmebehovet är som störst är verkningsgraden som lägst. Problem med isbildning på förångaren minskar också verkningsgraden. Observera att pumpen vid kyl drift inte har någon positiv värmefaktor som vid värmedrift. Den har inte heller lika bra verkningsgrad som övriga värmepumpar. Framförallt inte om den är installerad i norra Sverige.

Vidare måste luftkanaler konstrueras så att oljud inte uppstår då luft/luftpumpen väsnas betydligt. Användningsområden för luft/luft-pumpen är med fördel där man har en relativt öppen planlösning för att få optimal värmespridning. Alla luft/luftpumpar är så kallade split-aggregat vilket innebär att man måste bygga ihop köldmediekretsen på plats vilket medför att installationen måste göras av person med köldmediecertifikat.

**Luft/vattenvärmepumpen:** fungerar på förångningssidan likadant som luft/luftvärmepumpen. Kondensorn avger dock sin värmeenergi mot ett vätskekylt batteri som är kopplat mot det vattenburna värmesystemet.

Det finns två huvudtyper av luft/vatten-värmepumpar; uteluftsbase-rade och frånluftsbase-rade. De frånluftsbase-rade tar sin förångnings-värme från spillvärmen i frånluftskanalerna till skillnad mot de ute-luftsbase-rade.

Fördelar med luft/vattenvärmepumpen är att den är relativt billig att installera jämfört med till exempel bergvärme. Frånluftsbase-rade pumpar har däremot begränsad värmefaktor men fungerar å andra sidan som frånluftsaggregat. An-vändningsområden för denna typ av värmepump är med fördel nyproducerade småhus.



Nackdelar med luft/vatten är precis som för luft/luft vad gäller driftsförhållanden, vid uteluftsba-serade pumpar är verkningsgraden som sämst när uppvärmningsbehovet är som störst. Man har också samma problem med isbildning på förångaren. Moderna luft/vatten har dock nästan lika bra värmefaktor som bergvärmepumpar, framför allt om den installeras i södra Sverige.

Luft/vatten finns både som splitaggregat och som enhetsaggregat. I den förstnämnda låter man köldmediet cirkulera över utedel och innedel precis som vid luft/luft medan man för den andra låter värmesystemets vatten gå ut och växlas i utedelen. Det finns alltså modeller både för installatörer med och utan köldmediecertifikat.



**Vätske/vätskevärmepumpen:** är utrustad med värmeväxlare på både förångnings- och kondensorsidan. Värmeupptagningen sker till exempel via en köldbärare ur sjöar, grundvattenhål och mark. Kondensorsidan överför sin värme mot ett vattenburet värmesystem.

Nackdelar med vätske/vätskevärmepumpen är jämfört med luftbaserade pumpar den höga installationskostnaden. I och med att förångningsenergin tas ur sjö, berg eller grundvatten måste det borras, grävas eller anlitas båtförare för att genomföra en installation.

Användningsområden för denna typ av värmepump är exempelvis småhus, industrier och lagerlokaler.

Fördelar med vätske/vätskevärmepumpen är att förångningssidan arbetar med en jämn temperatur som är relativt hög även på vintern, då energibehovet är som störst. Värmefaktorn är alltså relativt hög jämfört med luftvärmepumpar då energin tas ur mark, sjö eller grundvatten. Så även om investeringskostnaden är högre än för övriga värmepumpar så brukar den bättre verkningsgraden istället ge en kortare avkastning och på sikt vara en bättre lösning. Detta också för att livslängden på vätske/vätskevärmepumpen också oftast är längre än för luft/luftvärmepumparna.



Ytterligare en fördel med bergvärmepumpen är att man sommartid kan använda den kalla vätskan från borrhålet till att kyla bostaden med. Så kallad frikyla. Kyleffekten har man gratis, det enda som kostar är själva köldbärrinstallationen samt drift av cirkulationen. Samtidigt laddas borrhålet med av det uppvärmda huset. Egentligen är det ju solenergin vi överför till borrhålet. Dock skall man komma ihåg att det krävs större djup på ett borrhål för att klara av en byggnads totala kylbehov än vad som krävs för dess totala värmebehov och i normalfallet är det värmebehovet som styr borrhålets djup.



**Vätske/luftvärmepumpen:** arbetar med en vätskeväxlare på förångningssidan och ett luftbatteri på kondensorsidan. Förångningsenergin tas ur mark, grundvatten eller sjö. Kondenseringsvärmens överförs sedan av luftbatteriet vidare ut i byggnaden via luftkanaler.

Fördelar med vätske/luft-pumpen är jämn förångningstemperatur, vid komplettering av befintliga byggnader förenklas installationen tack vare att värmeenergin kan transporteras via luften. Även vid komplettering av småhus med befintlig elvärme kan installationen på kondensorsidan förenklas.

Nackdelar är den höga installationskostnaden på förångningssidan. På kondensorsidan måste man ta hänsyn till de ljudproblem som kan uppstå vid kondensorfläkten.

Användningsområden för denna typ av värmepump är nästan alltid kommersiella byggnader där man med fördel installerar luftburen värme, exempelvis industrier och större byggnader.

## Dimensionering av värmepump utifrån tidigare känd el- eller oljeförbrukning

Värmepumpen är en värmekälla med relativt hög anskaffnings- och installationskostnad. Då man är i stånd att byta ut en befintlig olje- eller elpanna bör man därför kontrollera om det lönar sig att installera en värmepump. Vid dyrare investeringar brukar man tala om pay-off tider, den tid det tar för en kostnadssparande investering att betala sig.



Observera att detta är en schablonberäkning och att samtliga tillverkare av Lundagrossistens värmepumpar har egen support för detta och/eller egna beräkningsprogram för att kunna välja rätt värmepump och borrhål.

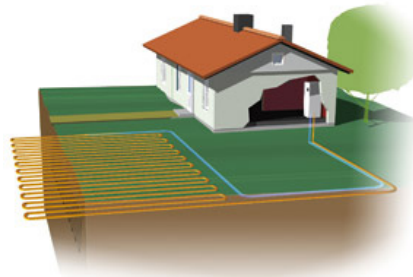
Det som det egentligen handlar om är ju årsmedeltemperaturen och DUT. Alltså vilket effektuttag man har på köldbäraren samt vilket toppeffektbehov man har vid dimensionerande utetemperatur för platsen byggnaden är belägen på - sett över hela året. Årsmedel-COP.

Beroende på om det är en nyinstallation eller byte av värmekälla måste man ta reda på en del fakta:

**Nuvarande eller beräknad el/oljeförbrukning,**  
varierar beroende på geografiskt läge och typ av byggnad.

**Varmvattenförbrukningens andel av det totala effektbehovet,**  
kan sättas till 4 - 6000 kWh/år i en normalstor familj.

**Effektbehov per kvadratmeter,**  
för nyproducerade hus 35-50 W/m<sup>2</sup>, äldre hus 50-80W/m<sup>2</sup>.



**Toppeffektbehov framräknat efter oljeförbrukning i m<sup>3</sup>,**  
för detta finns omräkningsfaktorer:

Södra Sverige	3,0
Mellersta Sverige	2,7
Norra Sverige	2,5

**Kollektorslangens värmeupptagningsförmåga,**  
vid PEM-rör DN40x2,4 PN 6,3 gäller:

Borrhål	35-40 W/m
Ytjordvärme	15 W/m

Observera att ytjordvärmen eller borrhålet skall dimensioneras efter den del av effekten som den står för. T.ex. om värmepumpen har en toppeffekt på 10 kW men COP är 4 står ju kompressorn för 2,5 kW och således skall kollektorn dimensioneras efter 7,5 kW.

För bestämning av förläggingsarean vid ytjordvärme läggs slangarna med ett c/c mått på 1-1,5 meter och med ett förläggingsdjup på 0,8-1,0 meter.

Väljer vi en så kallad on/off-värmepump skall denna dimensioneras efter 80-90 % av byggnadens toppeffektbehov för att få så hög verkningsgrad som möjligt och samtidigt inte få för korta gångtider för kompressorn. Väljer vi däremot en värmepump med frekvensstyrd kompressor kan vi välja en pump som klarar 100 % av toppeffektbehovet. Dock skall den ha en lägsta effekt som inte överstiger 40 % av toppeffektbehovet. Dessutom måste vi i båda fallen ta hänsyn till om tappvarmvattenbehovet ställer ytterligare krav på effekt.

### Exempel:

Bestäm lämplig värmepumpseffekt för att klara uppvärmningsbehovet för en villa i Malmö med en årlig oljeförbrukning på 4 m<sup>3</sup>. Huset är nyrenoverat och försett med golvvärme. Pumpen skall vara av vätske/vätsketyp. Ytjorden ger 15 W/m och borrhålet 40 W/m. Värmepumpen har ett COP på 3,0. Hur stor yta kräver kollektorslangen vid ytjordvärme, hur djupt borrhål vid grundvattenvärme?

### Lösning:

En förbrukning på 4 m<sup>3</sup> olja motsvarar med omräkningsfaktor 3,0 för södra Sverige ett topp-effekt-behov på:

$$4 \times 3,0 = 12 \text{ kW.}$$

Vi väljer att dimensionera pumpen så att den klarar av att tillgodose 80 % av topp-effekt-behovet:

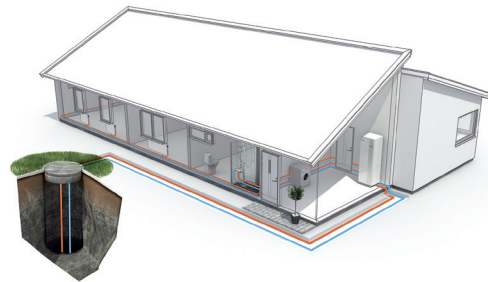
$$12 \times 0,8 = 9,6 \text{ kW}$$

För att leverera 9,6 kW behöver vi en yta av:

$$(6\,400 / 15) \times 1,5 = 640 \text{ m}^2$$

Eller ett borrhålsdjup på:

$$6\,400 / 40 = 160 \text{ meter}$$



### Svar:

Vi behöver en värmepump med en effekt på 9,6 kW. Skall vi nyttja jordvärme måste vi ha en yta på minst 640 m<sup>2</sup> och skall vi nyttja grundvattenvärme måste vi ha ett aktivt borrhål på 160 meter.

Väljer vi en värmepump som har en avgiven effekt på 10 kW och en tillförd effekt på 2,8 kW ser vi att vi får ett COP på c:a 3,6, alltså bättre än de 3,0 vi antog från början. Värmefaktor/COP räknas ut genom att dela den avgivna effekten med den tillförda. Observera att detta COP gäller vid just detta förhållande mellan förångnings- och kondenserings temperatur.

$$10 / 2,8 = 3,57$$

### Följdfråga:

Vi står i valet och kvalet mellan att installera en ny oljepanna istället för värmepumpen. Hur lång blir pay-offtiden på denna investering om kostnaden för hela installationen inklusive pump är 160 000:-? Motsvarande investeringskostnad för en oljepanna blir 45 000 kr. Vi räknar med en pannverkningsgrad på 75 %, 1 kWh kostar i Malmö 1,1 kr. Eldningsoljan ger motsvarande 10,1 kWh/liter. En kubikmeter olja kostar 13 000 kr.



### Tidigare uppvärmningskostnad:

$$13\,000 \times 4 = 52\,000 \text{ kr}$$

### Tidigare energiåtgång:

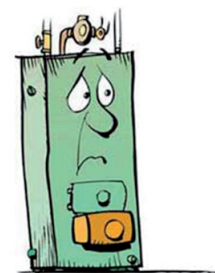
$$4\,000 \times 10,1 \times 0,75 = 30\,300 \text{ kWh}$$

Värmepumpen kommer att täcka 98 % av det totala energibehovet:

$$30\,300 \times 0,98 = 29\,694 \text{ kWh}$$

Resterande värmebehov tillgodoser vi med el vilket blir:

$$30\,300 - 29\,694 = 606 \text{ kWh}$$



Pumpen har en årsvärmefaktor på 3,65 (exkl. pumpar och tillsats):

$$29\,694 / 3,65 = 8\,135 \text{ kWh}$$

Det går alltså åt 8 135 kWh att driva kompressorn, total elenergi som går åt att värma upp huset blir:

$$606 + 8\,135 = 8\,741 \text{ kWh}$$

Kostnaden för tillförd elenergi blir:

$$8\,741 \times 1,1 = 9\,615 \text{ kr}$$

Besparing per år blir:

$$52\,000 - 9\,615 = 42\,385 \text{ kr}$$

(Fyller vi i samma fakta på Danfoss beräkningsguide på Lundagrossistens hemsida så kommer en energibesparingskalkyl i retur som bekräftar det vi just kommit fram till)

Återbetalningstiden blir:

$$(160\,000 - 45\,000) / 42\,385 = 2,71$$

Svar:

Pay-off tiden på vår investering är endast knappt tre år.



Skulle vi nu jämföra mot att installera en betydligt billigare installation i form av en elpanna med varmvattenberedning får vi följande resultat:

Tidigare energiåtgång olja:

$$4\,000 \times 10,1 \times 0,75 = 30\,300 \text{ kWh}$$

Energiåtgång el (Elpannas verkningsgrad sätts till 100 %):

$$\text{Energiåtgång el} = 30\,300 \text{ kWh}$$

Kostnaden för elenergi blir:

$$\text{Elpriset } 1,1 \text{ kr/kWh ger en elförbrukningskostnad på } 33\,330 \text{ kr/år.}$$

Besparing per år blir:

$$33\,300 - 9\,615 = 23\,685 \text{ kr}$$

Svar:

Installationskostnaden för en elpanna sätts även den till 45 000 kr.

$$(160\,000 - 45\,000) / 23\,685 = 4,86$$

Alltså skulle vi få en pay-off tid på ungefär fem år jämfört med en elpanna. Tänk dessutom på att förbrukningen redan första månaden, i snitt är nästan 2 000 kr lägre mot el, och att ett lån på 115 000 kr endast kostar runt 300 kr i månaden vid en ränta på 3 % (2014-03-04) utan hänsyn tagen till eventuella avdrag.

Dessutom finns det möjlighet att utnyttja RÖT-avdrag vid bergvärmeinstallationer. Arbetskostnaden för nyinstallation eller utbyte av värmepump får dras av med 30%. Eftersom det är vanligt att ett totalpris för hela entreprenaden offereras har skatteverket bestämt att arbetskostnaden får sättas till 35% (30% för luftvärmepumpar) av den totala entreprenadkostnaden. Detta innebär ett RÖT-avdrag på 30% av arbetskostnaden:

$$160\,000 \times 0,35 \times 0,3 = 16\,800 \text{ kr}$$

Total installationskostnad:

$$160\,000 - 16\,800 = 143\,200 \text{ kr}$$

## KYLA

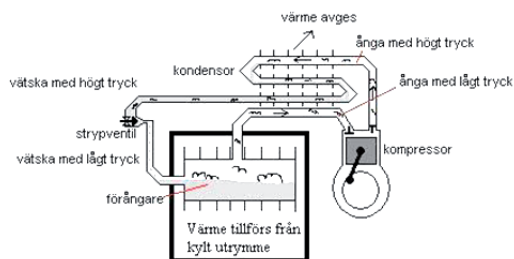
I takt med krav på ökad rumskomfort både hemma och på arbetet och att vi samtidigt använder fler apparater som alstrar värmeenergi har också behovet av fungerande kylanläggningar ökat.

Kylan kan produceras antingen i en central kylanläggning i fastigheten eller i en fjärrkylanläggning för att sedan distribueras på samma sätt som vanlig fjärrvärme.

Fjärrkylproduktion kan ske genom utvinning ur sjövattnen, grundvattnen eller med en vanlig kylanläggning. Det finns också mindre kylapparater som kan tillgodose kylbehovet i enstaka rum eller småhus.



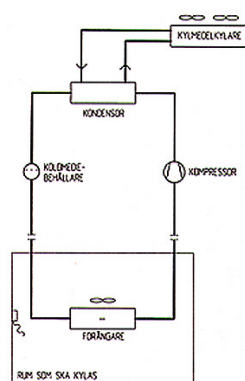
## Kylmaskinen



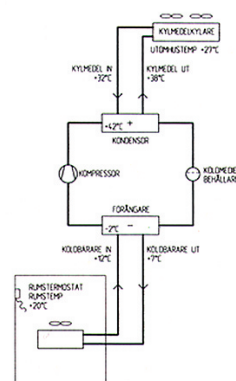
Principen för hur en kylmaskin fungerar bygger på den som gäller för värmepumpen, vätska som förångas upptar värme och avger denna vid kondensering. Förångning uppnås genom att med strypventilen sänker trycket på den kondenserade vätskan, kokning uppstår vid låg temperatur och värme upptas.

## Olika kylsystem

Det finns i huvudsak två principer för kylsystem, direkta eller indirekta. I ett direktverkande kylsystem är förångaren det kylande elementet som är i kontakt med det utrymme som ska kylas. Det åtgår relativt stora mängder köldmedium, därför används indirekta principen i huvudsak i mindre system.



Direkt



Indirekt

I ett indirekt kylsystem överförs kylan från köldmediet till köldbäraren via förångaren som vanligtvis är en plattväxlare. Kondensorvärme avleds på samma sätt till ett kylmedel och värmen avges sedan i en kylmedelskylare. Detta system har en mindre mängd köldmedium och är på så sätt billigare vid utbyte/påfyllning av medium samt en något miljövänligare lösning. Vid fjärrkyla installeras en värmewäxlare och ett köldbärarsystem, inkopplingsprincipen kan jämföras med vanlig fjärrvärme.



## Köldbärare

För att distribuera den producerade kylan används köldbärare, oftast är det vatten men vid låga temperaturer används olika frostskyddsvätskor, "brine".



Exempel på olika slags brine:

- Etylenglykol, vilket i stort sett är det samma som kylarglykol.
- Propylenglykol, giftfri till skillnad från etylenglykol, blir något mer trögflytande vid lägre temperaturer än etylenglykol.
- Etanol, vanlig sprit.
- Saltlösning, exempel på sådana är Tyfoxit, Temper och Pekasol.

Att tänka på är att alla slags brinelösningar påverkar Kv-värden för ventiler och andra komponenter och måste korrigeras med en faktor vid beräkningar av dessa. Dessutom måste man kontrollera att komponenterna är beständiga mot vald brine.



## Köldmedier

Köldmedier är samlingsnamnet på det medium som används till kylprocessen i en kylmaskin. Köldmedierna är valda utifrån dess egenskaper för övergång från gas till vätskefas och från vätska till gas. Kokpunkten för dessa medier ligger mellan -10 och -40°C.

Ingrepp i köldmediekrets måste utföras av certifierad person enligt Naturvårdverkets köldmedieförordning. Även företaget måste ha en certifiering. Köldmedierna delas in i tre grupper:

- Grupp 1, minst giftiga och icke brännbara
- Grupp 2, giftiga och i vissa fall brännbara
- Grupp 3, brandfarliga, explosiva och nya köldmedier som inte ännu är klassificerade

Tidigare miljöfarliga köldmedier, CFC och HCFC, byts nu ut mot nyare till exempel R134A, R410 och R407. Beteckningen R står för att de är klassificerade. Även propan och ammoniak används som köldmedier, men de är giftiga och explosiva och används främst i industriella sammanhang.



## Distribution av vätskeköldbärare

Den kyla som produceras i en kylmaskin eller i en fjärrkylanläggning och överförs till köldbäraren via en växlare måste distribueras ut till de utrymmen som ska kylas.

På samma sätt som i ett värmesystem så används vanliga kopparrör, stålrör och rostfria rör som isoleras för att undvika kondens. Används stålrör måste dessa också rostskyddsmålas. Isoleringen som används måste vara diffusionstät, alla upphängningar måste också avisoleras med distansskålar för att undvika köldbryggor, exempel på sådana distansskålar är Insul Support.



Drifttemperaturen i kylledningarna ligger mellan +6 till +18 grader. Man jobbar med ett lägre delta-T än vid ett värmesystem vilket kräver högre flöde än normalt, ca fem ggr högre flöde än ett värmesystem. Detta i sin tur påverkar valet av ventiler, rör och komponenter som måste dimensioneras större. Vi måste också ha samma typ av säkerhetsanordning som för ett traditionellt värmesystem så som expansionskärl och säkerhetsventil då det är ett slutet system där köldbärarens volym förändras beroende på temperatur.

Urluftning av ett köldbärarsystem måste göras oftare än i ett värmesystem då det är svårare att driva ut luft ur kallt vatten. För att underlätta avluftningen kan en microbubbleavskiljare monteras.

## Exempel på ett fjärrkylesystem

Vi tar ett exempel på ett system som försörjs med fjärrkyla från en anläggning baserad på sjövattekyla. Kylvattnet är direkt anslutet till köldbärarsidan.

Via ett kulvertsystem distribueras fjärrkylan fram till fjärrkylcentralen där kylmängden regleras med två parallellanslutna styrventiler, likt fjärrvärme mäts förbrukningen med en energimätningseenhet. Det behövs även avluftare, filter, temperatur- och tryckmätning direkt efter anslutningspunkten.

## Primär- och sekundärkrets

Vid direktanslutning av fjärrkyla är primärkretsen bestående av en cirkulationspump som sköter tryckhållningen, vid stora kylbehov är kylbatterierna ofta anslutna direkt mot primärkretsen.

Då primärkretsen skiljs åt från sekundärkretsarna med shuntgrupper är varje shuntgrupp anpassad för att ge rätt flöde och temperatur ut till apparaterna. En styrventil anpassar mängden kyla efter signaler från givare. Sekundärkretsen har en cirkulationspump som är varvtalsstyrd, i övrigt har den också injusteringsventil, termometrar, avstängnings- och avtappningsventiler.

## Överföring av kyla till lokaler

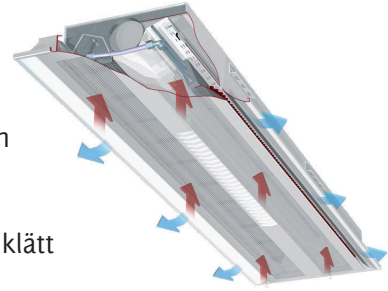
Kylan distribueras ut till "kylelementen" = kylapparaterna via rörsystemet. Kylapparaterna är normalt monterade i tak, men kan även monteras under fönster. Likt en värmeradiator avgörs den avgivna effekten beroende på flödet genom apparaten, temperaturskillnaden mellan tillopp och retur och temperaturskillnaden mellan rumsluften och köldbäraren, det vill säga det vi benämner "delta-T".

Exempel på olika kylapparater är kyltak, kylbafflar, kylkonvektorer och kombinationspaneler.

Ett **kyltak** består oftast av flera kylpaneler sammankopplade och ger bra kylning vid stora kylbehov. Eftersom kyltaket avger/upptar den största kylmängden via strålning minimeras luftrörelserna.

Med en **kylbaffel** kyls den varma rumsluften mot baffelns kalla ytor, rumsluften passerar ett kylbatteri i baffeln. Ca 30% av kylningen avges genom strålning, resten via konvektion.

Det finns även kombibafflar för både värme och kyla. Kylbafflarna kan också vara försedda med fläktar.



En enkel typ av kylapparat är **kylkonvektorn**, består av ett kopparrör klätt med aluminiumflänsar. Största mängden kyla avges via konvektion.

**Kombinationspanelen** kan både avge värme och kyla. Den kylande ytan är ungefär dubbelt så stor som den värmeavgivande. Energin avges till största delen via strålning.

Förutom dessa apparater finns även så kallade fläktkonvektorer, fasadapparater och induktionsapparater.



## Reglering/styrning av kyla

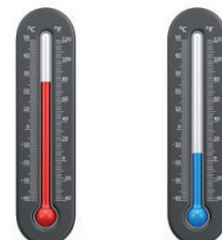
För styrningen av ett kylsystem svarar oftast en dator som får information från DUC:ar som styr och övervakar komponenterna i kylsystemet. Inomhustemperaturen tillåts variera beroende på utetemperatur för att inte förbruka för mycket energi, vid utetemperaturer mellan 22 - 30 grader styrs inomhustemperaturen till mellan 22 - 25 grader.

## Reglering av värme och kyla samtidigt

Eftersom vi oftast har både ett värmebehov och ett kylbehov vid vissa tider måste värme och kylan regleras med givare som har neutralzon för att båda systemen inte skall jobba samtidigt och på så sätt motverka varandra. Kyla och värme regleras i sekvens, vid rumsreglering används antingen elektriska termostater eller självverkande termostater med lös givare.

Används endast en elektrisk termostat som reglerar både värme och kyla måste den ha en "dödzon" på 1-2 grader.

Används separata termostater med lös givare måste kyltermostaten vara minbegränsad till en temperatur som ligger någon grad över radiatortermostatens maxbegränsning. I praktiken kan dock kyltermostatens begränsning vara lika som radiatortermostatens begränsning eftersom en maxbegränsning på 22 grader på radiatortermostaten ger en rumstemperatur på ca 20 grader utan lös känselkropp, kyltermostaten monteras med lös känselkropp och känner därför av "den riktiga rumstemperaturen".



## TAPPVATTEN

Installationer för tappvatten ska utformas så att tappvattnet, efter tappstället, är hygieniskt och säkert samt kommer i tillräcklig mängd. Tappkallvatten ska uppfylla kvalitetskraven för dricksvatten efter tappstället. Tappvarmvatten ska vara så varmt att man kan sköta personlig hygien och hushållssysslor.

En tappvatteninstallation får dock anordnas med vatten av otjänlig kvalitet om den är avskild från en dricksvatteninstallation och att tappställena är tydligt uppmärkta på ett sätt att det framgår att vattnet inte är avsett som dricksvatten.



Tappvatteninstallationer ska utföras av sådana material att inte ohälsosamma koncentrationer av skadliga ämnen kan utlösas i tappvattnet. Installationerna ska inte avge lukt eller smak till tappvattnet. De ska ha en sådan utformning och vara gjorda av ett sådant material att de har tillräcklig beständighet mot de yttre och inre mekaniska, kemiska och mikrobiella processer som de kan förväntas bli utsatta för.

Risk för skador på omgivande byggnadsdelar eller andra olägenheter på grund av frysning, kondensering eller till följd av utströmmande vatten ska begränsas. Installationer för tappvatten som är dolt placerade och inte inspekterbara, t.ex. i schakt, väggar, bjälklag eller bakom fast inredning, ska utföras utan fogar. Fogar på tappvattenledningar ska vara placerade så att eventuellt utläckande vatten snabbt kan upptäckas och så att vattnet inte orsakar skador.

Tappvatteninstallationer ska utformas för ett statiskt vattentryck på lägst 1 MPa och med hänsyn tagen till den påverkan som tryckslag medför.

### Återsugning

Tappvatteninstallationer ska utformas så att återströmning av förorenat vatten eller andra vätskor förhindras. Installationerna ska utformas så att inträngning av gaser och inläckning av vätskor inte kan ske.

Vid tappstället fins det olika krav på återsugningsskydd beroende på vilken typ av verksamhet som bedrivs i de lokaler som installationen är gjord. Vid ogynnsamma förhållanden kan det uppstå undertryck vid tappstället och har exempelvis ett duschhandtag ramlat ned i toaletten kan avloppsvatten sugas in i tappvattensystemet.

Tillförlitligheten på de olika säkerhetsanordningarna vid tappställena är rangordnade enligt nedan:

1. Luftgap
2. Vacuumventil i kombination med backventil
3. Vacuumventil
4. Backventil

**Luftgapet** är måttet mellan pipen och nivån på den vattenspegel som kan uppstå i exempelvis ett tvättställ eller utslagsback. Luftgap räknas som skydd endast om man inte kan ansluta en slang mot pipen.

**Vacuumventilen** öppnar och släpper in luft i ledningen och bryter på så sätt undertrycket. För att den skall fungera måste vacuumventilen vara ansluten direkt på den sugande ledningen minst 300 mm över tänkbar vattenspegel.

**Backventilen** anses ge ett fullgott skydd endast om den är monterad innan utloppsventilen i strömningsriktningen. Backventilen skall ej heller gå att avlägsna på ett enkelt sätt från exempelvis en tappventil.

### Övertryck och undertryck

Alla tappvatteninstallationer skall, om det finns risk för skadliga över eller undertryck, vara försedda med säkerhetsventil samt vacuumventil. Tappvatteninstallationer är normalt dimensionerade för 10 bar. Vid värmeexpansion kan högre tryck än det dimensionerande trycket uppstå och därför måste en säkerhetsventil monteras, oftast i anslutning till varmvattenberedaren. Vid leverans skall alla varmvattenberedare med en volym på upp till 500 liter vara försedda med en typgodkänd säkerhetsventil.

För att förhindra skadliga undertryck i installationen, exempelvis vid tömning av ett system så kan behållaren i en förrådsberedare sugas ihop, bör det anslutas en vacuumventil i anslutning till förrådsberedaren, vacuumventilen monteras ofta på ett ventilrör.

### Täthetskontroll

Innan tappvatteninstallationen tas i bruk måste den även täthetskontrolleras vilket vanligen sker genom provtryckning med vatten.

Utbytbara ledningar trycks med 1,0 MPa under tio minuter. Ej utbytbara ledningar provtrycks under två timmar med samma tryck.



### Renspolning

Innan en tappvatteninstallation tas i bruk skall den renspolas. Renspolningen sker normalt med vanligt vatten men görs även med kemikalier. Spolningen sker tills vattnet är helt klart och under minst fem minuter. Hastigheten på vattnet skall vara minst 1 m/s med ett flöde på 0,1 l/s för ledningar med diameter 10 mm och 0,3 l/s för ledningar med diameter 20 mm. Vid renspolning demonteras perlatorer och påfyllningsventiler till WC-stolar för att förhindra risk för igensättning.

### Kallvattenmätning

Det vatten som levereras genom det kommunala ledningsnätet debiteras vanligtvis fastighetsägaren. Va-verket är skyldig att se till att vattnet håller en tjänlig kvalitet fram till överlämningspunkten.

Mätningen av vattenförbrukningen sker med en kallvattenmätare. Placeringen av mätaren skall godkännas av va-verket, vanligtvis är önskemålet att mätaren placeras innanför grundmuren på fastigheten, så nära överlämningspunkten som möjligt. För att minimera risk för läckage mellan överlämningspunkten och vattenmätaren kan va-verket ställa krav på att servisledningen skall monteras utan fogar. Är servisledningen dragen under gjuten platta bör den förläggas i någon typ av skyddsrör. Om det inte är möjligt att uppfylla dessa krav kan vattenmätaren placeras utanför byggnaden i en så kallad mätarbrunn.



## Tappvattenförsörjning både från va-verk och egen brunn

Det förekommer att fastigheter försörjs med vatten både från va-verk och egen brunn. Eftersom vattnet från den egna brunnen inte är kontrollerat av det lokala va verket får det inte finnas risk för att det egna vattnet kan strömma över i va-nätet. För att förhindra denna risk för överströmning får de två anläggningarna inte stå i fast förbindelse med varandra, ej ens med avstängningsventiler. Anläggningarna får endast stå i indirekt förbindelse med ett luftgap som är minst 50 mm.

## Lägsta varmvattentemperatur

Installationer för tappvarmvatten ska utformas så att en vattentemperatur på lägst 50 °C kan uppnås efter tappstället. För att minska risken för skållning får temperaturen på tappvarmvattnet vara högst 60 °C efter tappstället. Temperaturen på tappvarmvattnet får dock inte vara högre än 38 °C om det finns särskild risk för olycksfall. Anordningar för reglering av tappvarmvattnet ska utformas så att risken för personskador genom förväxling av tappvarm- och tappkallvatten begränsas.

Installationer för tappvatten ska utformas så att möjligheterna för tillväxt av mikroorganismer i tappvattnet minimeras. Installationer för tappkallvatten ska utformas så att tappkallvattnet inte värms upp oavsiktligt. Cirkulationsledningar för tappvarmvatten ska utformas så att temperaturen på det cirkulerande tapp-varmvattnet inte understiger 50 °C i någon del av installationen.

## Legionella

För att minska risken för tillväxt av bl.a. legionella-bakterier i tappkallvatten bör tappkallvatteninstallationer inte placeras på ställen där temperaturen är högre än rumstemperatur. Risken finns bl.a. i varma schakt eller varma golv, i vilka installationer för t.ex. tappvarmvatten, tappvarmvattencirkulation och radiatorer är förlagda. Om det är omöjligt att undvika att placera tappkallvatteninstallationer på sådana ställen så bör samtliga installationer utformas och isoleras så att temperaturökningen på tappkallvattnet blir så låg som möjligt. I samtliga rörledningar för tappvarmvattencirkulation bör det vara möjligt att mäta vattentemperaturen. För att mängden legionellabakterier i installationer där tappvarmvatten är stillastående, bl.a. i beredare eller ackumulatorer för uppvärmning med t.ex. el, sol, ved, värmepumpar och fjärrvärme, inte ska bli skadlig bör temperaturen på tappvarmvattnet inte understiga 60°C.

Handdukstorkar, golvvärme och andra värmare bör inte kopplas in på cirkulationsledningar för tappvarmvatten. Proppade ledningar, dvs. sådana som inte är direkt anslutna till tappställen, på installationer för tappvarmvatten bör vara så korta att temperaturen på vattnet i dessa proppade ledningar inte understiger 50 °C. Gemensam rörledning för flera duschplatser med en temperatur på högst 38 °C bör inte vara längre än 5 meter.

## Högsta varmvattentemperatur

Varmvattentemperaturen vid tappställen för hushållsändamål får på grund av skållningsrisken ej överstiga 65°C. För att säkerställa en högsta tappvarmvattentemperatur kan termostatblandare användas.

## Slangställ, flexslangar

Med slangställ menas en flexibel ledning med fabriksmonterade kopplingar, avsedd att koppla samman apparater, till exempel diskmaskiner och kaffeautomater, med den befintliga tappvatteninstallationen. Denna typ av installation är tillåten endast då den anslutna apparaten förutsätts ha samma eller kortare livslängd än slangens, samt att den byts ut då apparaten byts. Det är därför inte tillåtet att montera exempelvis WC-stolar med slangar då dessa antas ha längre livslängd än slangens.

## DIMENSIONERING AV TAPPVATTENSYSTEM

Likväl som ett värmesystem måste dimensioneras för att kunna transportera en viss värmemängd måste också ett tappvattensystem dimensioneras. Skillnaden här är att vi jobbar med högre tryck och uppfordringshöjder. Ett tappvattensystem dimensioneras för ett högsta tryck på 1,0 MPa.

Dimensionering av tappvattensystem kan ske på två sätt; genom beräkning eller genom så kallad förenklad dimensionering. Här skall vi gå igenom hur man utför en förenklad dimensionering.

### Förenklad dimensionering sker i nio steg:

1. Bestämning av lägsta tryck i förbindelsepunkt
2. Bestämning av normflöden för varje enskilt tappställe
3. Summering av normflöden i fördelningsledningar
4. Bestämning av sannolikt flöde i servisledningen
5. Dimensionering av servisledning
6. Dimensionering av fördelningsledningar
7. Bestämning av sannolikt flöde i fördelningsledningarna
8. Dimensionering av kopplingsledningar
9. Kontroll av tryckfall fram till sämst belägna tappställe

### 1. Bestämning av lägsta tryck i förbindelsepunkten

Det lägsta trycket i förbindelsepunkten beror på om vattenförsörjningen sker via det kommunala vattenledningsnätet eller om byggnaden har en egen pumpanläggning. Vid kommunal vattenförsörjning varierar trycket mellan 4-6 bar, vilket är lika med 0,4 - 0,6 MPa.

Vid egen pumpanläggning varierar tillgängligt tryck, kontroll kan ske genom att avläsa manometern vid hydropressen.

### 2. Bestämning av normflöden för enskilda tappställen

Sker enligt dessa tabeller:

Enheter med både varm & kallvatten	
Badkar	0,3 l/s
Diskbänk:	0,2 l/s
Tvättställ:	0,1 l/s
Dusch:	0,2 l/s
Tvättlåda:	0,2 l/s
Utslagsback:	0,2 l/s

Enheter med kallvatten	
Vattenklosett:	0,1 l/s
Tvättmaskin:	0,2 l/s
Tappventil:	0,2 l/s
Diskmaskin:	0,2 l/s

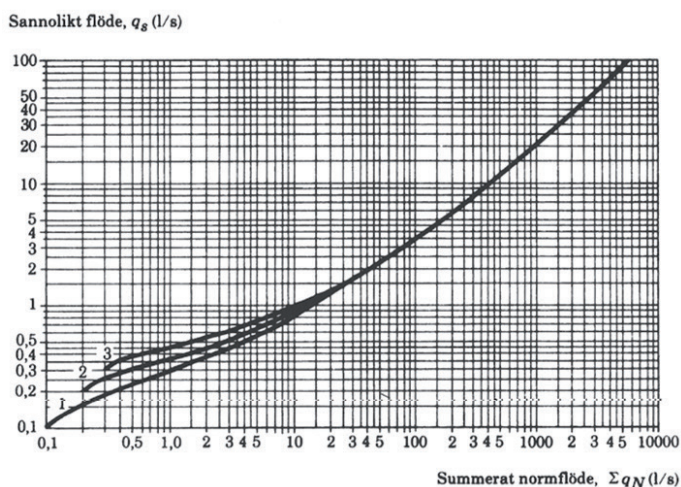
### 3. Summering av normflöden i fördelningsledningar

Beräkning sker genom att addera samtliga normflöden för enskilda tappställen så att vi får ett totalt normflöde i anslutningen mot servisledningen.



#### 4. Bestämning av sannolikt flöde i servisledningen

Sker med hjälp av de summerade normflödena för hela anläggningen. Sannolikt flöde bestäms sedan genom att avläsa diagrammet överst på nästa sida. Tänk på att summerat normflöde ibland kan vara lika med sannolikt flöde när det gäller exempelvis ett duschutrymme i en simhall då femton duschar kan vara igång samtidigt.



#### 5. Dimensionering av servisledning

Vi har nu ett sannolikt flöde i servisledningen som vi med hjälp av nomogram kan bestämma en lämplig dimension på. Vi har tillgång till två nomogram på nästa uppslag beroende på om servisledningen skall dras med kopparrör eller PEM-rör. För att avläsa nomogrammet måste man ha två ingångsvärden, sannolikt flöde och maxhastighet. Maxhastigheten för servisledningar i koppar kan sättas till 2 m/s. För PEM- och PEX-rör kan maxhastigheten sättas något högre. Maxhastigheten tar man hänsyn till främst på grund av att det sker en inre förslitning i rören.

#### 6. Dimensionering av fördelningsledningarna

Sker med hjälp av tabell nedan. Vi har vid punkt tre bestämt normflödena för fördelningsledningarna. Observera att dimensionerande flöde är normflöde, ej sannolikt flöde.

Maxhastigheten för fördelningsledningarna ser olika ut beroende på rådande förhållanden:

Fördelningsledning		
Utbytbar	KV	4 m/s
Utbytbar	VV	3 m/s
Ej utbytbar	KV	2 m/s
Ej utbytbar	VV	1,5 m/s

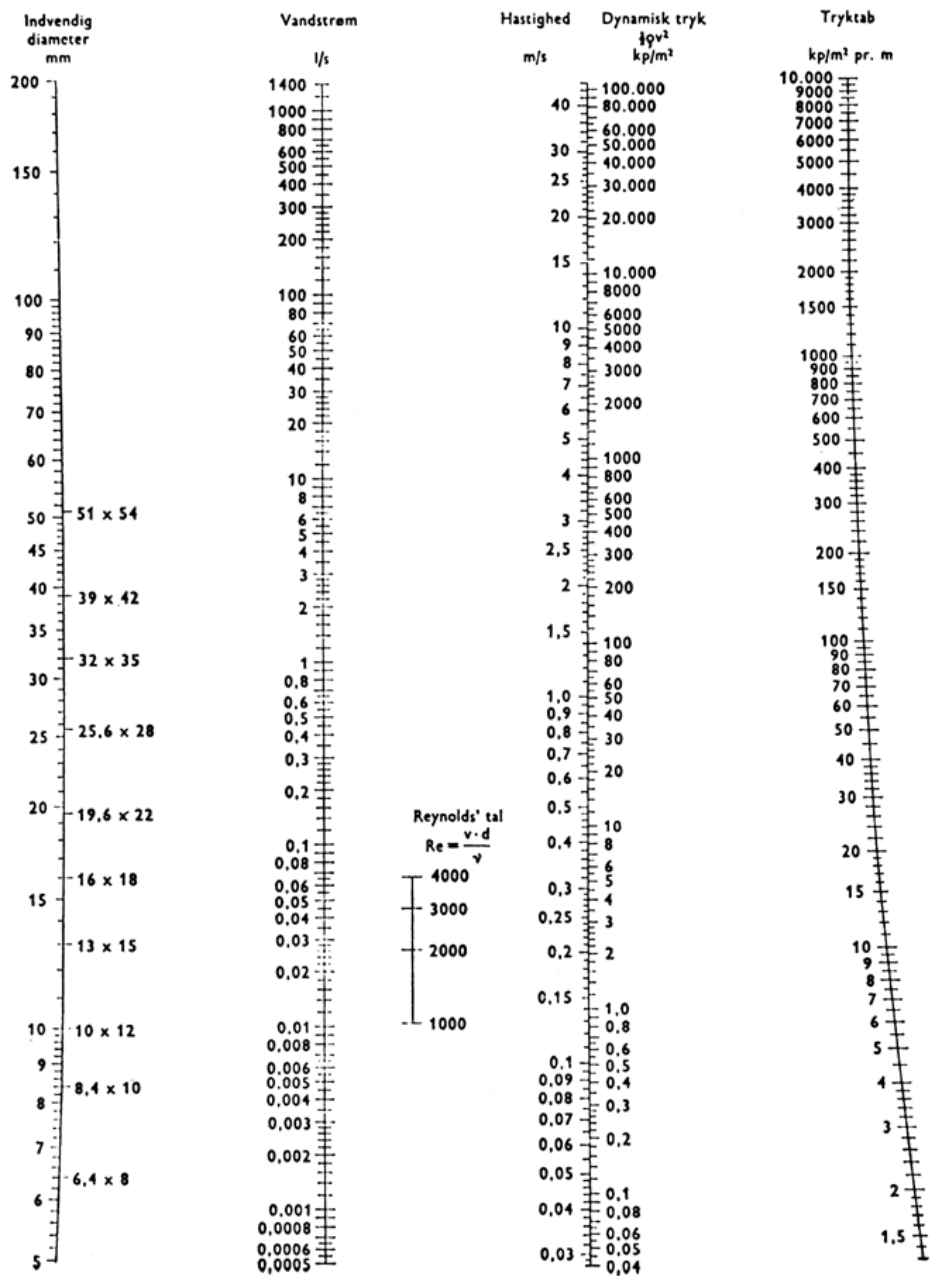
Kopplingsledning:		
Utbytbar	KV	16 m/s
Utbytbar	VV	12 m/s
Ej utbytbar	KV	4 m/s
Ej utbytbar	VV	3 m/s

Cirkulationsledning:		
	VV	1,5 m/s

Ledningsmaterial	Summerat normflöde, l/s	Dimension $d_y \times t^{(1)}$
Koppar	0,2	12 × 1,0
	0,6	15 × 1,0
	0,8	18 × 1,0
	1,6	22 × 1,0
	4	28 × 1,2
	10	28 × 1,2
	30	35 × 1,5
PEM	2	25 × 2,3
	12	32 × 2,9
	45	40 × 3,7
PEX	0,2	15 × 2,5
	0,6	18 × 2,5
	0,8	22 × 3,0
	1,6	28 × 4,0

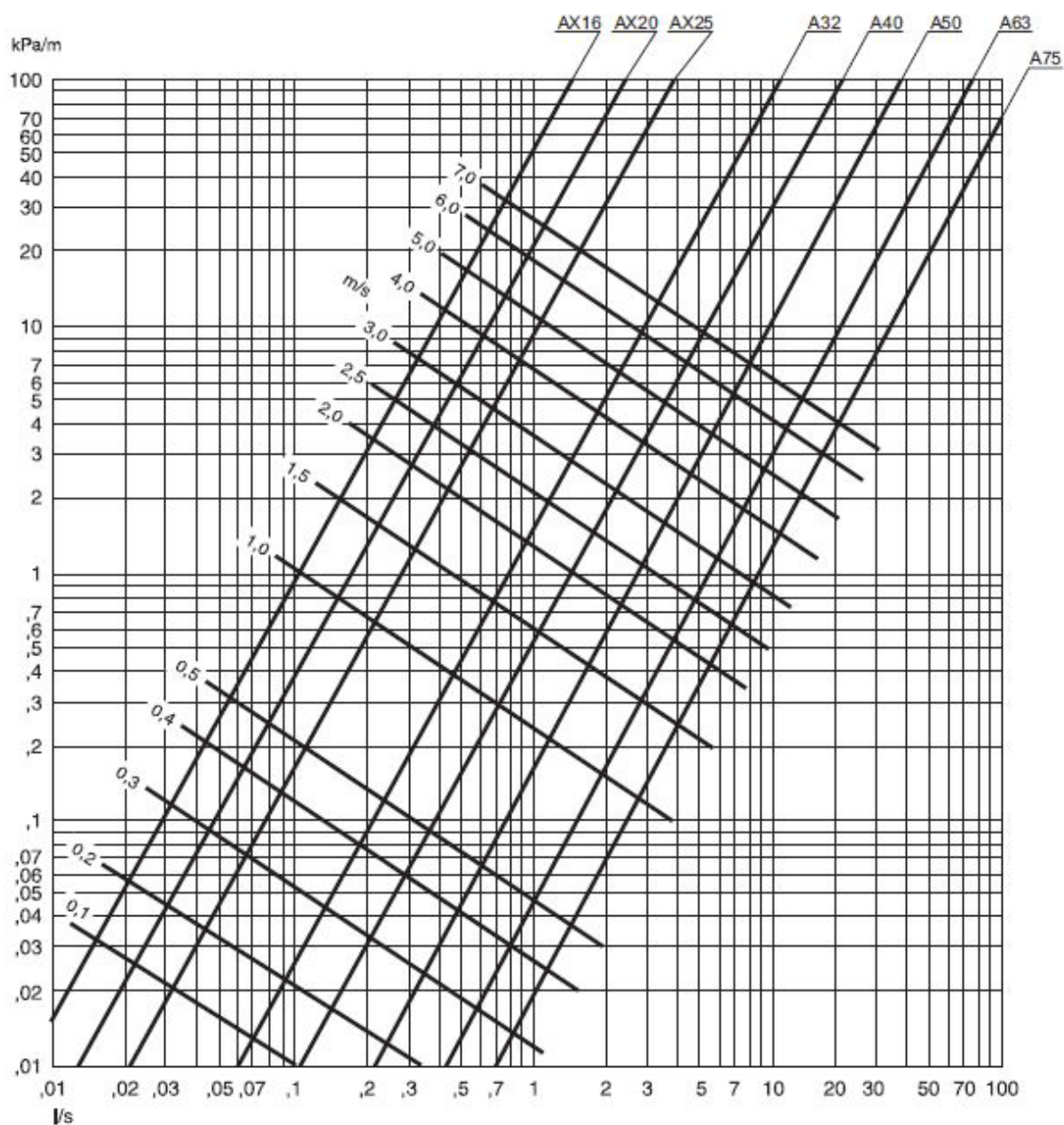
## 7. Bestämning av sannolikt flöde i fördelningsledningarna

Bestäm sannolikt flöde i fördelningsledningarna med hjälp av nomogrammet för cu-rör. Detta flöde används sedan för att kontrollera tillgängligt tryck vid sämst belägna tappställe.

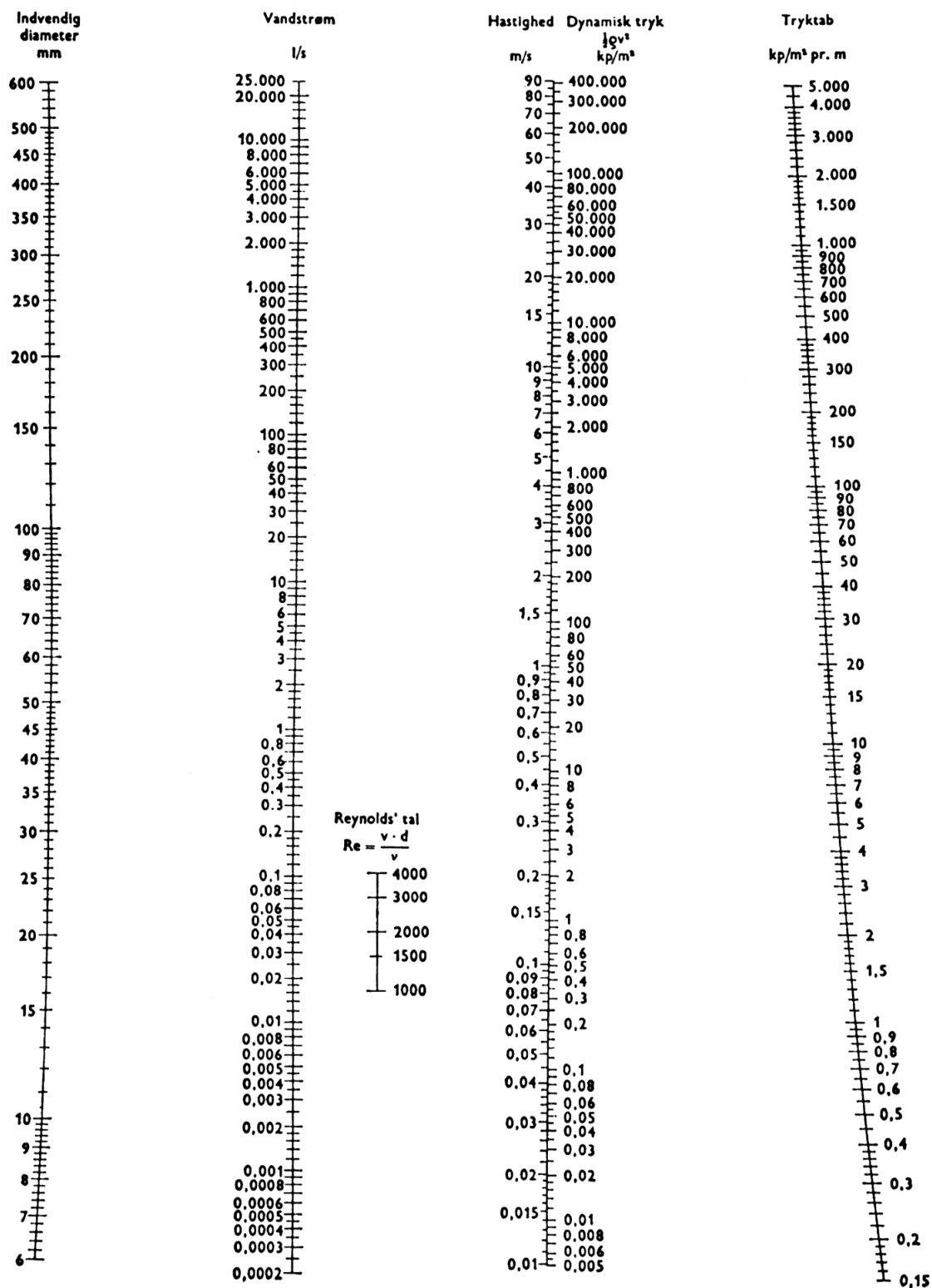


Nomogram tappvattenpex.

## Dimensionering av rörledningar i värme- och tappvattensystem



Nomogram Pem-rör.



## 8. Dimensionering av kopplingsledningarna

Välj dimensioner för kopplingsledningarna med hjälp av "Tabell för maxlängd på cu-rör, kopplingsledningar med hänsyn tagen till risken för tryckstötter". Normflöde är dimensionerande flöde.

Tappventil Normflöde, l/s	Rörlednings dim $d_g \times t$ mm	Ledning med större dim $d_g \times t$ mm	Största längd m
0,1	12 × 1	15 × 1	2
		18 × 1	4
		22 × 1	5
0,2	15 × 1	18 × 1	3,5
		22 × 1	3,5
		Ingen begränsning	Ingen begränsning
Tappventil Normflöde, l/s	Rörlednings dim $d_g \times t$ mm	Ledning med större dim $d_g \times t$ mm	Största längd m
0,3	15 × 1	18 × 1	3,5
		22 × 1	3,5
		28 × 1	4
	18 × 1	Ingen begränsning	Ingen begränsning

Tabell för maxlängd på cu-rör, kopplingsledningar med hänsyn tagen till risken för tryckstötter.

## 9. Kontroll av tryckfall fram till sämst belägna tappställe



Detta görs genom att flöden och dimensioner för servis-, fördelnings- och kopplingsledningar avläses i nomogram och ger ett tryckfall i kp/m<sup>2</sup>/m.

$$1 \text{ kp/m}^2 = 1 \times 10^{-4} \text{ bar} = 10 \text{ Pa.}$$

Finns det betydande höjdskillnader i installationen måste också dessa tas i beaktning, en nivåhöjning på 1 meter motsvarar 1 mvp vilket motsvarar 10 kPa i tryckförlust.

Tryckfall över vinklar, böjar och T-rör avläses i tabellen med motståndstal.

Övriga tryckfall genom beredare, kulventiler, smutsfilter och så vidare summeras ihop med det framräknade tryckfallet i ledningarna (se tillverkarens uppgifter för tryckfall). Tillgängligt tryck erhålles nu genom att dra av det totala tryckfallet till sämst belägna tappställe från det tillgängliga trycket från pump eller kommunalt vattennät. Jämför tillgängligt tryck med det tryck som krävs för att ge normflöde över tappstället, se tillverkarens uppgifter. Som exempel kan nämnas att en ettgreppsblandare har ett tryckfall på 50 kPa vid normflöde 0,1 l/s.

Enkelmotstånd	Motståndstal z	
Böj	0,5 för $\frac{r}{d_i} \leq 3$	
	0 för $\frac{r}{d_i} > 3$	
Vinkel	1,0	
Dimensionsändring	0,2	
Avgrening	$v_a$	$\frac{v_a}{v} \leq 1 ; z = 2,0$
		
	$v (z = 0)$	
		$\frac{v_a}{v} > 1 ; z = 1,0$
	$v (z = 0)$	
Ventiler	$d_i \leq 25 \text{ mm}$	$d_i > 25 \text{ mm}$
Sättesventil	8	5
Kilslidventil	0,3	0,2
Kulventil	0,1	0,1

$v$  = hastighet

$r$  = böjningsradie

$d_i$  = innerdiameter

Tabell visande motståndstal för rördelar såsom böjar, t-rör och ventiler.

## Väntetid för tappvarmvatten

Genom att låta varmvattnet cirkulera i ledningarna minskar väntetiden på varmvatten vid tappstället. Beroende på utförandet av cirkulationsledningen eller om cirkulationsledning saknas kan det ändå uppstå väntetid på varmvattnet. BBR anger att väntetiden för varmvatten inte bör överstiga 10 sekunder vid ett flöde av 0,2 l/s. För att beräkna väntetiden på varmvatten då man saknar cirkulationsledning finns det ett speciellt diagram (se nästa sida).



## Dimensionering av VVC

För att kunna bestämma dimensionen på en VVC-returledning samt välja rätt cirkulationspump måste vi ta reda på vårt flödesbehov. Detta gör vi med hjälp av formeln nedan:

$$Q = \frac{P}{(C_p \times (t_1 - t_2))}$$

$Q$  = flöde l/s

$P$  = effekt kW

$C_p$  = Specifik värmemängd för vatten kWs/kg

$t_1$  = framledningstemperatur från VVB

$t_2$  = returtemperatur till VVB

Normalt sätter man effekten (värmeförlusten) till 10 W/m och temperaturskillnaden ( $t_1 - t_2$ ) till 5°. Specifik värmemängd för vatten är 4,18 kWs/kg.

**Exempel:** Du har en vvc-returledning som är 30 m och vi antar effekten till 10 W/m och temperaturdifferensen till 5°. Bestäm VVC-pump samt dimensionera vvc-ledningen. Vv-ledningen är redan bestämd till cu-rör 28 mm.

### Lösning:

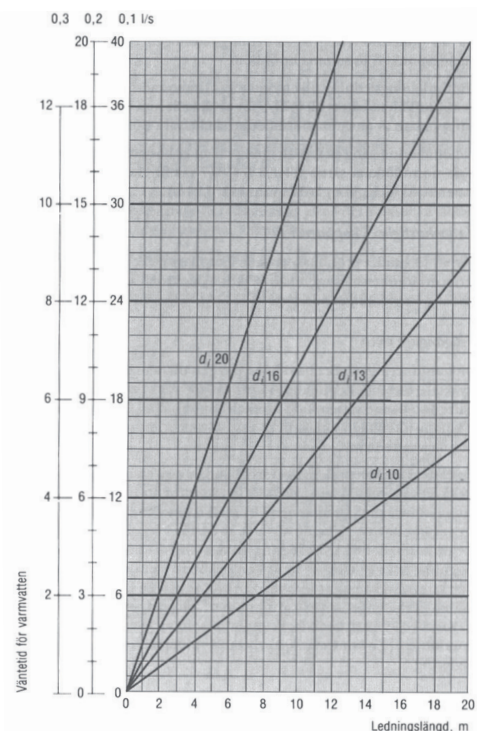
1. Bestäm effekten:  $2 \times 30 \times 10 = 600 \text{ W} = 0,6 \text{ kW}$  (OBS!  $2 \times 30 \text{ m}$  vv+vvc)
2. Bestäm flödet med formeln ovan:  $Q = 0,6 / (4,18 \times 5) = 0,0287 \text{ l/s}$
3. Tryckfall i 30 m, 28 cu är (enligt nomogrammet för dimensionering värmerör)  $2 \text{ Pa/m} = 60 \text{ Pa} = 0,06 \text{ kPa}$
4. Vi tillåter samma tryckfall på 100 Pa/m som för värmesystem (det är ju att betrakta som ett sådant när varmvattnet står stilla) för att inte få för höga hastigheter i röret eller eventuella missljud. Nomogrammet visar då att valt tryckfall per meter samt flödet 0,0287 l/s ganska precis prickar 12 cu-rör. Det totala tryckfallet för vvc-ledningen blir då  $100 \times 30 = 3\,000 \text{ Pa} = 3 \text{ kPa}$ .
5. Som ni ser är tryckfallet i vv-ledningen försumbart och inte blir tryckfallet särskilt stort på vvc-ledningen heller. Däremot får vi inte glömma att vi har tryckfall även över blandningsventil, backventil och vvc-ventil, så vi sätter dessa till 30 kPa. Detta ger ett totalt tryckfall på 33,06 kPa för pumpen att klara av.

**Svar:** Vi väljer 12 cu-rör som vvc-ledning och en pump som klarar flödet 0,0287 l/s och 33 kPa.

## Tryckstöt

Tryckstöt i ett tappvattensystem kan uppstå då ett flöde snabbt stängs av. Risken för tryckstöt finns då man har gamla typer av ettgreppsblandare i kombination med underdimensionerade rör eller vid grova ledningar och kulventiler som har liten stängningstid.

På grund av att de klana rören skapar höga hastigheter och att en omodern ettgreppsblandare kan stänga av flödet mycket snabbt kan det uppstå tryckstöt. Tryckstöterna ökar påfrestningen på fogar och infästningar med risk för läckage och vattenskador som följd. Kulventiler i dimensioner över DN 40 måste vid normflöden över 0,1 l/s förses med utväxling för att förhindra en snabb stängning.



## DIMENSIONERING AV TAPPVATTENPUMP VID EGEN BRUNN

För att kunna bestämma en lämplig tappvattenpump vid egen brunn bör man känna till följande:

1. Vilket sannolikt flöde kräver installationen?
2. Hur stort är tryckfallet fram till den sämst belägna tappventilen?
3. Vilket är det önskade trycket vid tappstället?
4. Från vilken nivå skall vattnet lyftas?

### 1. Det sannolika flödet

Beräknas fram vid dimensionering av tappvattensystemet. Normflödena för varje tappställe sammanräknas och avläses i ett diagram i vilket man erhåller ett sannolikt flöde. För ett normalhushåll, enfamiljs småhus, brukar det sannolika flödet ligga mellan 2 - 4 m<sup>3</sup>/h.

### 2. Tryckfall fram till sämst belägna tappställe

Är också det framräknat vid dimensioneringen av tappvattensystemet i huset. Vid dimensionering av tappvattenpump tillkommer även tryckfallet genom de detaljer som monteras i samband med pumpen, hydropress, samlingsrör avstängningsventiler och längden på ledningen fram till byggnaden.

### 3. Önskat tryck vid tappstället

Ligger som lägst runt 2 - 3 bar vid en vanlig blandare.

### 4. Lyfthöjden

Räknas från vattenytan i borrhålet eller brunnen upp till högst belägna tappställe. Ett vanligt misstag vid dimensionering av djupbrunnspumpar är att man räknar lyfthöjden från den nivå som pumpen ligger under ytan. Pumpen behöver endast lyfta vattnet från vattenytans nivå. Pumpen kan ligga upp till tio meter under vattennivå vilket motsvarar ett tryckfall på 1 bar.

Känner man till dessa fakta kan man välja lämplig pump med hjälp av formeln:

$$H = p_{\text{tapp}} + H_{\text{geo}} + H_f$$

$H$  = Lyfthöjden för pumpen i enhet mvp.

$p_{\text{tapp}}$  = Önskat tryck vid sämst belägna tappställe i enhet mvp.

$H_{\text{geo}}$  = Nivåskillnad mellan vattenspegel och högst belägna tappställe, enhet meter.

$H_f$  = Friktionsförlust i rör och rördelar, mvp.



**Exempel:**

Bestäm lämplig kapacitet på en djupbrunnspump som skall försörja ett enfamiljshus, nivåskillnad mellan vattenspegel och högst belägna tappställe är 55 meter. Tryckförlusterna genom rör och delar fram till sämst belägna tappställe beräknas vara 12 mvp. Önskat tryck vid tappställe är 4 bar, flödet som de två familjerna kan tänkas förbruka är max 1,5 m<sup>3</sup>/h.

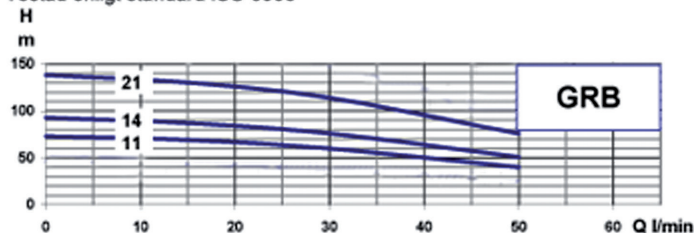
**Lösning:**

Vi tillämpar formeln och anger önskat tryck vid tappställe i mvp istället för bar.

$$H = 40 + 55 + 12 = 107 \text{ mvp}$$

Vi behöver en pump som har en flödeskapacitet på ungefär (Q) 1,5 m<sup>3</sup>/h (25 l/min) vid tryckfallet (H) 11 bar. Tittar vi i Lundagrossistens katalog bland djupbrunnspumpar hittar vi en Debe GRB som ger 25 l/min vid 120 mvp (12 bar). En mindre kapacitet på flödet kan annars kompenseras med en större trycktank/hydrofor.

Kapacitetsdiagram vid 2850 rpm  
Testad enligt standard ISO 9906

**Dimensionering av Jetpump, typ Valco**

För tappvattenförsörjning med hjälp av jet-pump typ Valco görs dimensioneringen på samma sätt men med den skillnaden att längd, dimension och lyfthöjd på sugledningen måste kontrolleras.

Lyfthöjden på sugsidan hos alla pumpar är begränsad till det atmosfäriska trycket som ligger runt 10 mvp beroende på om vi har hög- eller lågtryck. På grund av friktionsförluster i sugledning och bottenventil ligger den praktiska sughöjden runt 6 - 7 meter.



Längden på sugledningen bestämmer också vilken dimension den skall ha, dock lägst DN 32. I Lundagrossistens katalog finns en tabell som visar max ledningslängd vid olika dimensioner och storlek på pump. På samma sida finns även en tabell som visar friktionsförlusterna i mvp/100m för PEM-rör vid olika dimensioner. Denna tabell går naturligtvis bra att använda då man bestämmer friktionsförluster i djupbrunnspumpsanläggningar.

## Dimensionering av tryckvattenbehållare typ Valcopress

Pumpar av typen djupbrunnspump eller jetpump styrs oftast av en tryckströmbrytare som startar pumpen då trycket i systemet understiger ett förinställt värde. Pumpen arbetar upp till inställt maxvärde och tryckströmbrytaren slår av. För att få vatten med tillräckligt tryck när du tappar vatten och pumpen inte har startat installeras en tryckvattenbehållare. Tryckvattenbehållaren behövs för att pumpen skall få längre gångtider och inte starta och stoppa hela tiden vid förbrukning av tappvatten.



För att bestämma volymen på tryckvattenbehållaren utgår man från minimitryck vid tappstället, lägger till friktionsförluster fram till tappstället från det ställe där tryckvattenbehållaren är installerad. Då får du en tryckförlust som kallas  $P_{min'}$ , som sedan avläses i kurvan för den valda pumpen för att erhålla flödet  $Q_{max}$  vid detta tryck.

Med hjälp av tabellen nedan kan du sedan med hjälp av  $p_{min}$  och  $Q_{max}$  välja en lämplig storlek på Valcopress, se vilket förtryck behållaren skall ha samt vilket start och stopptryck tryckströmbrytaren ska ställas in på.

P <sub>min</sub> [m]	Q <sub>max</sub> [m³/h]																		P <sub>för</sub> [m]	P <sub>start</sub> [m]	P <sub>stopp</sub> [m]
	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8			
	Membranbehållarens storlek [liter]																				
25	8	8	18	18	18	18	24	33	33	50	50	50	50	80	80	80	80	80	22,5	26	40
30	8	8	18	18	18	24	33	33	50	50	50	50	80	80	80	80	80		27	31	45
35	8	18	18	18	18	24	33	33	50	50	50	80	80	80	80	80			31,5	36	50
40	8	18	18	18	18	24	33	50	50	50	80	80	80	80	80				36	41	55
45	8	18	18	18	24	33	33	50	50	50	80	80	80	80					40,5	46	60
50	8	18	18	18	24	33	50	50	50	80	80	80	80						45	51	65
55	18	18	18	18	24	33	50	50	50	80	80	80							49,5	56	70
60	18	18	18	18	24	33	50	50	80	80	80	80							54	61	75
65	18	18	18	24	24	33	50	50	80	80	80	80							58,5	66	80

**OBS:** De storlekar för membranbehållare som specificerats i tabellen är minimikrav. Det rekommenderas att en behållare som är en storlek större används.

## Tryckstegringspumpar i tappvattensystem

Vid kommunal vattenförsörjning är det tillgängliga trycket cirka 4 - 6 bar, vilket normalt skall räcka för att ge erforderliga normflöden vid tappställena. Kan tillräckligt tryck inte erhållas vid tappställena kan det behöva installeras en tryckstegringspump. Vid val av tryckstegringspump till en byggnad måste man ta reda på tillgängligt tryck vid överlämningspunkten, sannolikt flöde och önskat tryck vid överlämningspunkten.



### Exempel:

Välj lämplig tryckstegringspump till en byggnad med 15 st lägenheter. Tillgängligt tryck vid överlämningspunkten är 250 kPa. Vi behöver ett tryck på 600 kPa för att klara normflödena.

### Lösning:

Vi skall öka det tillgängliga trycket med:  $600 - 250 = 350 \text{ kPa}$

15 st lägenheter normalt utrustade med fyra tappställen, Disk, WC, dusch och tvättställ ger ett totalt normflöde på 0,6 l/s. Vi kan dock anta att vissa lägenheter är utrustade med både tvätt- och diskmaskin, därför sätter vi ett totalt normflöde för dessa lägenheter till:  $0,8 \text{ l/s} \times 15 = 12 \text{ l/s}$ .

För att få fram ett sannolikt flöde tittar vi i diagrammet för summerade normflöden och läser av att vid normflöde 12 l/s ger detta ett sannolikt flöde på ungefär  $1,3 \text{ l/s} = 4,7 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Önskad tryckökning är 350 kPa.

### Svar:

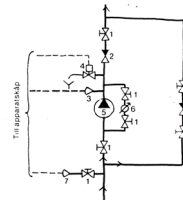
Kollar vi på Wilos hemsida hittar vi en tryckstegringspump VE 404 S1 Boost 1 som ger ett flöde på  $6 \text{ m}^3/\text{h}$  vid 350 kPa. Detta är en komplett pumpstation med trycktank och elektronisk styrning som utan problem ger oss det flöde vi behöver.

Vattenbehovet i exempelvis ett bostadshus är inte konstant under dygnets 24 timmar, förbrukningstoppar brukar ligga under morgontimmarna samt sena eftermiddagar. Beroende på detta kan en tryckstegringsanläggning konstrueras på olika sätt för att ge det bästa resultatet med tanke på funktion och driftekonomi.

Här nedan ser du fyra olika lösningar redovisade.

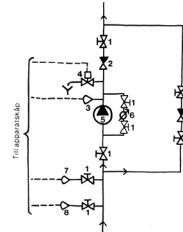
#### Pumpen arbetar kontinuerligt

Lösningen kan användas då man har tryckökningsbehov endast dagtid.



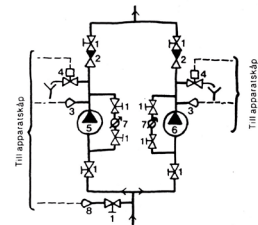
#### Pumpen arbetar vid behov

Kan tillämpas då det inkommande trycket varierar kraftigt. En tryckströmbrytare startar pumpen när trycket sjunker. När inget behov av tryckstegring finns går vattnet via en bypass-ledning.



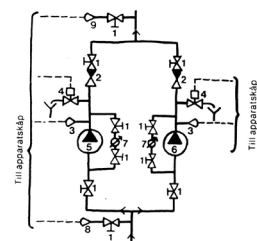
#### Två pumpar som alternerar dag och natt

En bra lösning då man har högre krav på driftsäkerhet, det finns alltid en pump i reserv.



#### Två pumpar, varav en arbetar kontinuerligt

En energisnål lösning, man kan använda sig av pumpar med olika kapacitet. Pump två kopplas in endast vid behov.



## AVLOPPSSYSTEM

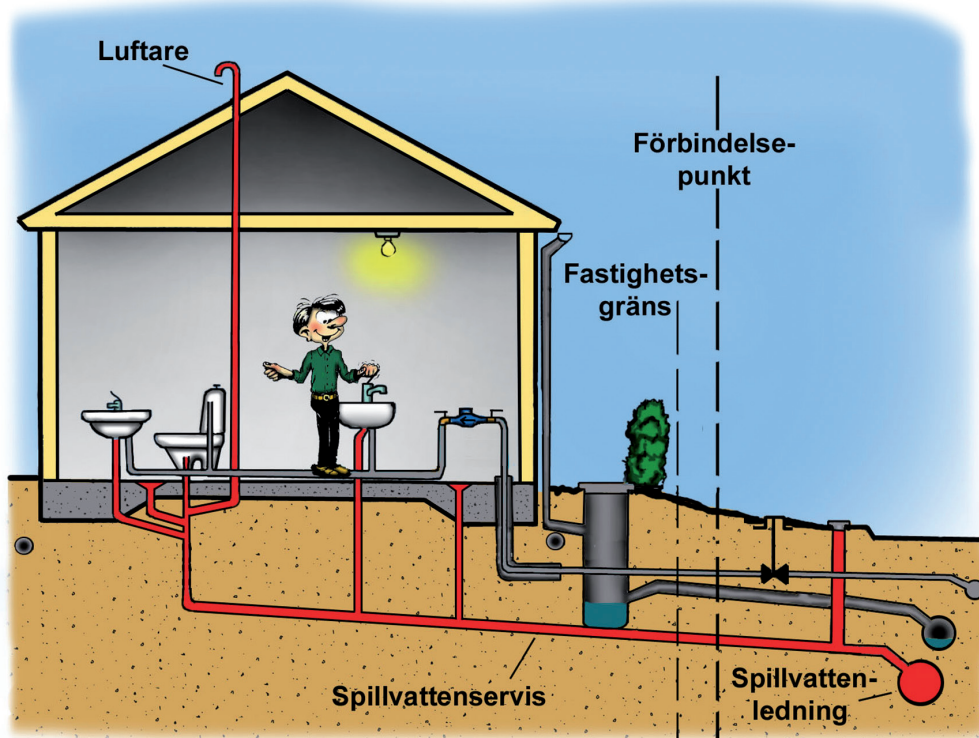


## SPILLVATTEN

Spillvatteninstallationer ska utformas så att vatten kan avledas utan att installationen eller avloppsanläggningen skadas samt så att deras funktioner inte påverkas. Den ska utformas så att den kontinuerligt ska kunna avleda minst 150 % av de betjänade tappställets normflöden. Spillvattenflödet får dock inte vara mindre än att det kan föra bort sådana föroreningar för vilka installationen är avsedd. Lukt får inte spridas från avloppsnätet.

Spillvatteninstallationer för självfall ska vara utformade och luftade så att tryckförändringar som bryter vattenlåsen inte uppstår. Luftningsledningar ska anordnas så att det inte uppstår olägenheter på grund av lukt eller fuktpåslag på byggnadsdelar. Spillvatteninstallationer får inte luftas via byggnaders ventilationssystem.

Installationer skall utformas så att avloppsvattnet antingen förs bort via allmän va-anläggning eller renas via enskilt avlopp. Anslutning till allmän va-ledning ska göras ovan uppdämningsnivån för den allmänna va-ledningen. Regler om enskilda avlopp ges ut av Naturvårdsverket.

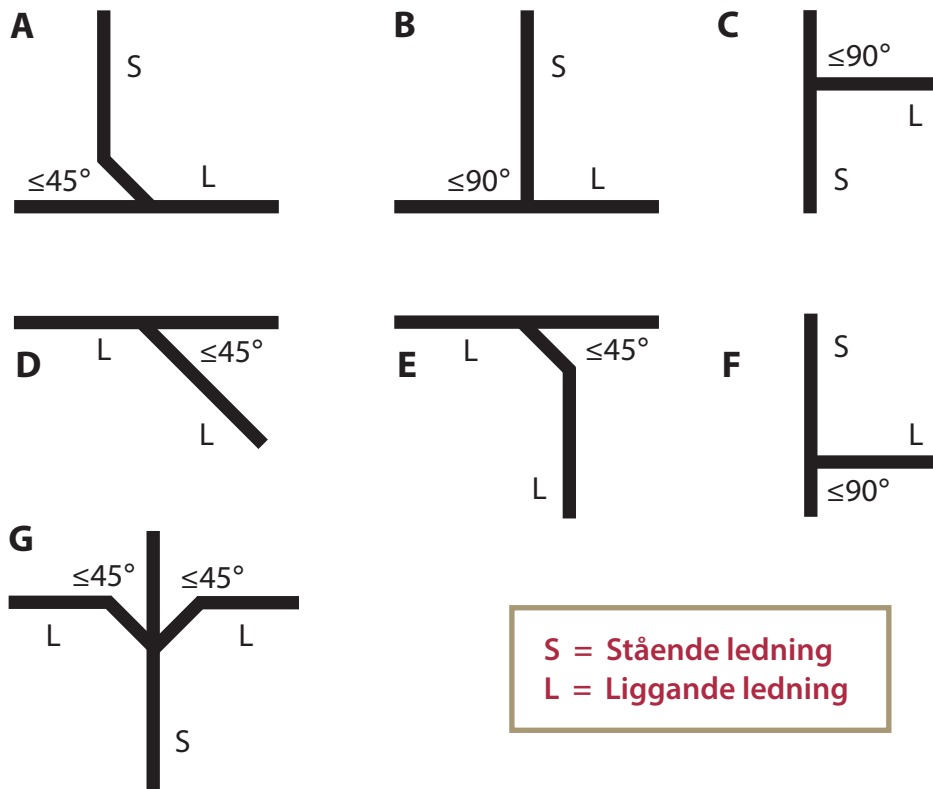


## Riktningsförändringar i avloppssystem

Avloppsenheter skall anslutas så att spillvatten inte kan tränga in i annan avloppsenhets vattenlås. Urinal, disklåda, avloppstratt, hushållsdiskmaskin och andra avloppsenheter där spillvattnet kan orsaka lukt, får inte anslutas till golvvavlopp. Avloppsenheter skall förses med luktlås så att obehaglig lukt inte kan uppstå. Luktlås skall kunna rensas.

### Rekommendationer för riktningsförändringar av avloppsledningar.

- A:** Stående samlingsledning ansluts till liggande ledning med grenrör med vinkel  $\leq 45^\circ$ .
- B:** Stående anslutningsledning kan anslutas till liggande samlingsledning med grenrör och vinkel  $\leq 90^\circ$ .
- C:** Liggande ledning ansluts till stående ledning med grenrör och vinkel  $\leq 90^\circ$ .
- D:** Liggande ledning ansluts till liggande ledning med grenrör och vinkel  $\leq 45^\circ$ .
- E (D):** Riktningsförändring(böjar) på liggande ledning utförs med språng och vinkel  $\leq 45^\circ$ .
- F:** Stående ledning som övergår i liggande ledning kan utföras med vinkel  $\leq 90^\circ$  förutsatt att det anordnas en rensöppning i dess omedelbara närhet.
- G:** Anslutning av två liggande ledningar på samma nivå till stående ledning kan utföras med anslutningsvinklar  $\leq 45^\circ$ .  
Dubbla grenrör(korsgrenrör) kan användas endast i de fall det säkerställts att överspolning inte kan äga rum.





## DIMENSIONERING OCH UTFORMNING AV SPILLVATTENSYSTEM

Oavsett typ av installation tar vi hand om spillvattnet i olika typer av avloppsenheter som; tvättställ, wc-stolar, utslagsbackar, diskhoar, golvbrunnar etc.

### Golvavlopp skall anordnas i utrymme:

- För disk- eller tvättmaskin (disk- eller tvättmaskin för hushållsbruk får dock anordnas i utrymme utan golvavlopp om maskinen är placerad på vattentätt underlag som är så anordnat att utläckande vatten blir synligt, d.v.s. med diskmaskinsunderlägg)
- För badkar eller dusch
- Som skall användas för eller rengöras med spolning
- för avloppsenheter utan bräddavlopp eller annat översvämningsskydd
- För apparat med automatisk vattenpåfyllning som inte är försedd med översvämningsskydd
- För biltvätt
- Med anordning som vid reparation kräver avtappning av stora vattenmängder såvida inte vattnet kan avledas till annan avloppsenhet utan olägenhet
- Där det föreligger stor risk för okontrollerad utströmning av vatten. T.ex. i pannrum från säkerhetsventil om denna inte ansluts mot annan enhet med vattenlås.

Golvbrunn bör vara placerad så att den är lätt åtkomlig för rensning när den sitter i anslutning till badkar, duschkabin, tvättmaskin och dylikt.

### Dimensionering av spillvattensystem

Vid dimensionering av spillvattensystem tar man precis som vid tappvattensystem hänsyn till tappställets normflöden. Vi redovisar här det som kallas förenklad dimensionering av avloppssystem.

### Förenklad dimensionering sker i sex steg:

1. Bestämmande av plushöjd vid förbindelsepunkt.
2. Bestämmande av normflöde för enskilda avloppsenheter.
3. Summering av normflöden i samlingsledningar.
4. Dimensionering av anslutningsledningar.
5. Dimensionering av samlingsledningar.
6. Dimensionering av luftningsledning.

Vid dimensionering av spillvattensystem enligt den förenklade metoden är det också några villkor som måste beaktas:

- Spillvattenledning skall alltid anläggas med fall.
- Ledning i mark får ha lägst DN75 och ha max två avloppsenheter anslutna.
- Anslutningsledning för WC får ha lägst DN100.
- Till ledning DN50 kan det anslutas endast en disklådsenhet, till ledning DN75 kan det anslutas max tre disklådsenheter. Till stående luftad ledning DN75 kan det anslutas upp till sex disklådsenheter utan liggande ledning.
- Avloppsledning får ej minska i dimension i strömningsriktningen.

## 1. Bestämning av plushöjd

Detta görs för att kontrollera att man kan få erforderligt fall fram till förbindelsepunkten. Huvudledningens uppdämningsnivå kontrolleras. Uppdämningsnivå är den plushöjd som huvudman för avloppsnätet har som höjd för att bestämma lägsta höjd för anslutning av avloppsenhet.

## 2. Bestämning av normflöden för enskilda avloppsenheter

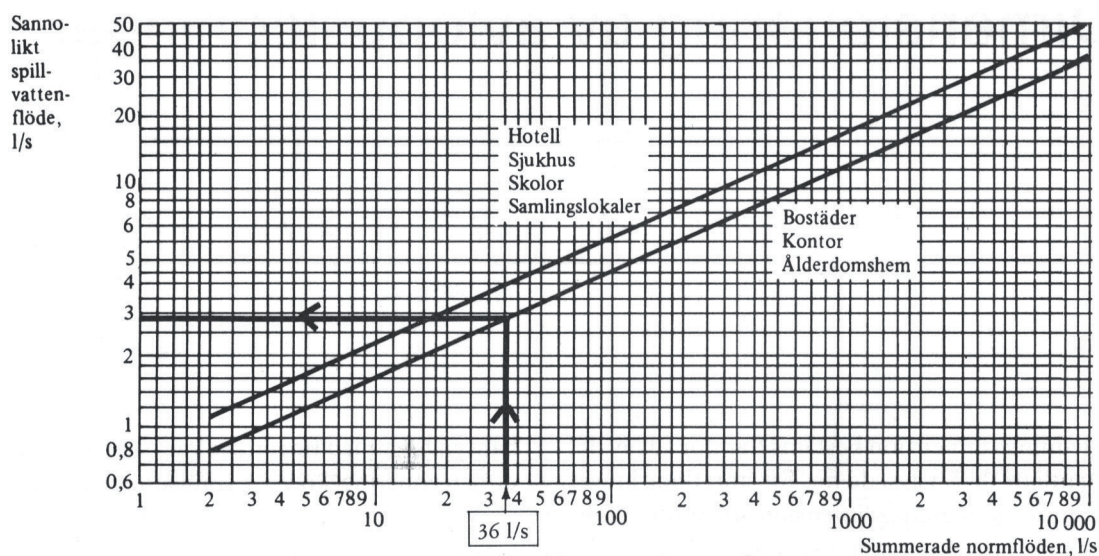
Normflöden för avloppsenheter enligt nedan:

Enhet	Normflöde l/s
Tvättställ	0,3
Diskbänk	0,6
Diskbänk i restaurang	1,2
Tvättmaskin < 5 kg	0,6
Tvättmaskin > 5 kg	1,2
Hushållsdiskmaskin	0,6
Diskmaskin i restaurang	1,2
Mindre utslagsback	0,9

Enhet	Normflöde l/s
Större utslagsback	1,8
Vattenklosett	1,8
Badkar	0,9
Bidé	0,3
Urinal	0,3
Golvbrunn	1,5
Tvättränna / meter	0,4

## 3. Summering av normflöden i samlingsledningarna

Detta sker genom att summera normflödena för samtliga avloppsenheter med början längst bort från servisledningen för att sedan gå in i diagrammet och läsa av det sannolika flödet.





#### 4. Dimensionering av anslutningsledningarna

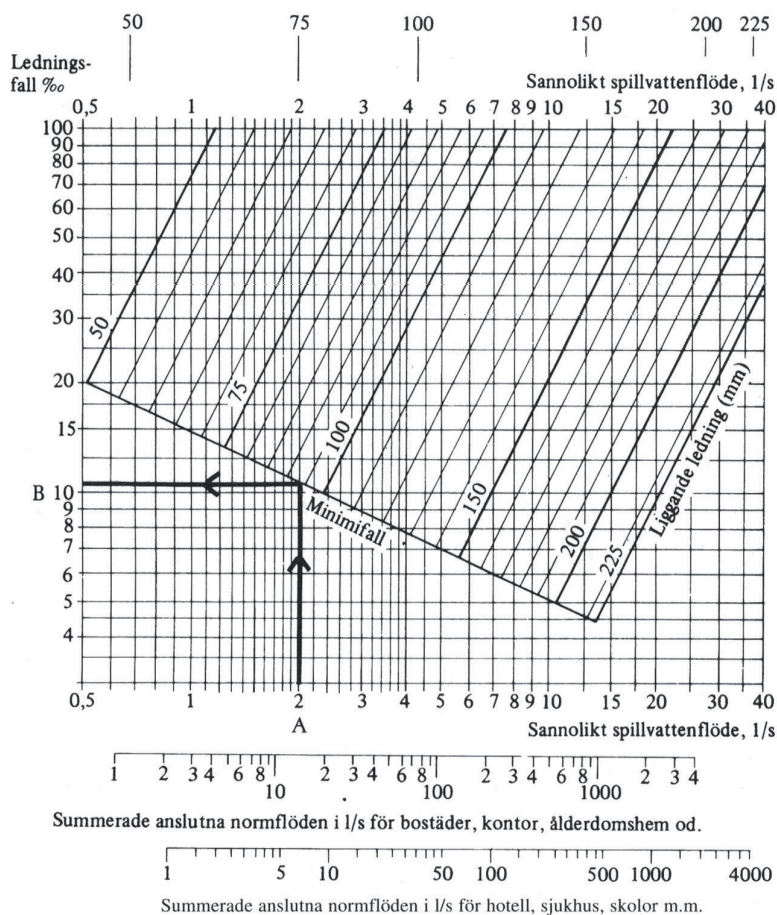
Är ledningen oluftad erhålles dimensionen ur tabellen bredvid. Är ledningen luftad gäller inte begränsningar i ledningslängd och fallhöjd. Den nedre delen av tabellen visar största horisontella längd och fallhöjd för oluftad samlingsledning.

Normflöde, l/s	Minsta ledningsdimension	Största horisontella längd, m	Största fallhöjd mellan vattenlås och luftad samlingsledning, m
0,3	32	2	1
0,6	40	3	1
0,9	50	10	2
1,2	50	10	2
1,5	75	10	4
1,8	100	10	4

Summerade normflöden, l/s	Minsta ledningsdimension	Största horisontella längd		Största fallhöjd mellan vattenlås och luftad samlingsledning, m
		Byggnad m	Mark m	
1,2	50	10	0	2
2,9	75	10	5	4
6,3	100	10	10	4
12,6	150	icke begränsad		4

#### 5. Dimensionering av samlingsledningar

Luftad samlingsledning dimensioneras med hjälp av tabellen nedan. Tänk på att sannolikt flöde inte kan vara mindre än största normflöde från en enskild avlopps-enhet.



Att observera vid bestämning av fall på avloppsledning är det sannolikt flöde som är styrande då man läser av diagrammet, ej den bestämda ledningsdimensionen.

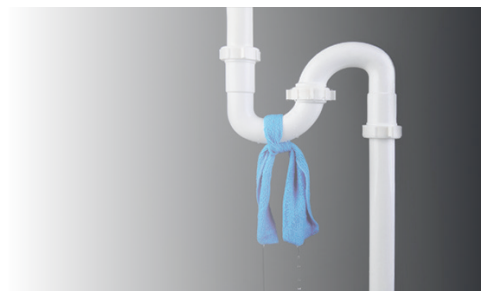
## 6. Dimensionering av luftningsledning

Luftningsledning krävs på alla avloppsanläggningar med självfall och är till för att förhindra att vattenlås och dylikt sugs ur vid tömning av avloppsenheter. Sker detta bryts luktspärren och det uppstår oönskad lukt från avloppsanläggningen. Luftningsledningen kan utföras på två sätt, genom en fast förbindelse med uteluft eller med en automatisk luftningsventil. En fast förbindelse med uteluften är att föredra då en automatisk avluftningsventil måste placeras i ett frostfritt utrymme för att inte riskera att frysa. Luftledning får ej anslutas mot ventilationssystem. Luftningsledningar dimensioneras enligt tabellen nedan med hjälp av de summerade normflödena.

Summerade normflöden, l/s	Luftledningsdimension	
	DUT varmare än -18°C	DUT kallare än -18°C
≤5	50	75
>5	75	100 i kallt utrymme
	75	75 i övrigt

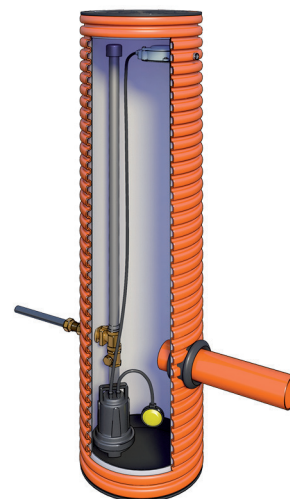
### Täthetskontroll av avloppsledningar

Täthetskontrollen utförs genom provtryckning, ledningen proppas och fylls våningsvis med vatten. Efter två timmar kontrolleras att läckage inte förekommer.



### Uppfordringsanordningar, pumpgropar

När spillvattnet inte kan avledas genom självfall måste spillvattnet pumpas upp till en självfallsledning. Vanligtvis samlas spillvattnet med hjälp av självfall till en så kallad pumpgrop varifrån spillvattnet sedan pumpas vidare med hjälp av en lämplig pump till en lämplig självfallsledning.



## Dimensionering av avloppspump i brunn

Pumpen dimensioneras på samma sätt som en djupbrunnspump d.v.s. efter tryckhöjden och det flöde pumpen skall klara av att transportera.

$$\text{Tryckhöjden} = \text{Statisk höjd till självfallsledning} + \text{friktionsförluster i rörledning}$$

Tryckledningen dimensioneras för en lägsta hastighet av 0,7 m/s.

Vanligtvis står pumpen i en brunn så att en bufferteffekt uppnås. Brunnen ges en volym som minst motsvarar det flöde som beräknas bli tillfört under två timmar. Flödet uppskattas efter de anslutna tappställenas normflöden och med antaganden om normala driftförhållanden för den verksamhet som bedrivs.

En pumpgrop kan var tillverkad av plast men är vanligen gjuten i betong. Den kan vara tillverkad på plats men också komma komplett monterad med pumpar, rör, armatur och reglerutrustning. Den kan placeras både i och utanför byggnadens konstruktion. Då den placeras utanför byggnaden måste den vara placerad på frostfritt djup för att förhindra frysning med driftstörningar som följd.

Pumpgropen skall vara försedd med en gastät betäckning samt förses med luftningsledning som står i direkt kontakt med uteluften. Pumpgropar finns i en mängd olika fabrikat, storlekar och lösningar. Beroende på mängd och typ av spillvatten samt byggnadens konstruktion utformas och placeras pumpgropen därefter. Den skall vara utformad så att slam ej kan fastna och lagras. Detta görs ofta genom att reducera den plana ytan i gropens botten till minsta möjliga samt att reducera antalet vinklar och vrår till noll.

För att sedan transportera spillvattnet till en ledning med självfall pumpas spillvattnet med hjälp av erforderlig pump.

För att pumpen skall starta och stanna vid tömning av brunnen installeras någon form av nivåvipa. Ur servicesynpunkt måste pumpen vara åtkomlig från golv- eller marknivå, den kan t.ex. anordnas så att den går att lyfta upp ur pumpgropen t.ex. med hjälp av ett så kallat gejdör. Utloppet från pumpgropen skall ha återströmningsskydd, t.ex. i form av en backventil. Lämpligen ovanför marknivå så att den enkelt kan rengöras.



Uppfordringsanordningen förses också med någon form av driftavbrottsskydd. Normalt görs detta i en installation med kontinuerlig övervakning av en signalanordning som ger larm till en övervakningscentral. En installation utan kontinuerlig övervakning används normalt minst två pumpar som har automatisk omkoppling och därmed går i skift.

Vid enstaka avloppsenheter som inte kan utföras med självfall gäller dock att den kan installeras utan särskilt driftavbrottsskydd, förutsatt att den effektiva brunnsvolymen är minst 200 liter.



För att hantera spillvatten från t.ex. tvättmaskiner, tvättställ kan enklare typer av pumpar användas. Då spillvattnet innehåller föroreningar från exempelvis en WC väljs en typ av skärande pump som finfördelar spillvattnet.

## DAGVATTEN

I takt med att vi förtätar och försvårar för den nederbörd som faller att tränga ned i marken måste vi se till att avleda det regn och smältvatten som samlas på dessa ytor. En dagvatteninstallation skall kunna avleda regn- och smältvatten för att förhindra översvämning. Om det finns risk för att det uppsamlade dagvattnet orsakar föroreningar, exempelvis uppsamlat vatten från en parkeringsplats eller bensinstation kan dagvattenanläggningen behöva förses med någon typ av avskiljningsanordning.



Avledning av dagvatten sker normalt inte via det kommunala avloppsnätet om inte förhållandena är sådana att det inte kan ske på annat sätt. Vanligtvis är fastighetsägarenskyldig att se till att dagvattnet leds bort på bästa sätt.

### Dimensionering av dagvattensystem

Dagvattensystem dimensioneras med utgångspunkt från det sannolika regnvattenflödet. Minsta dimension i mark är DN75. Det sannolika regnvattenflödet beräknas enligt formel:

$$q = i_s \times (Y_1 \times A_1 + Y_2 \times A_2 + Y_3 \times A_3 \dots)$$

$q$  = Sannolikt regnvattenflöde i liter per sekund.

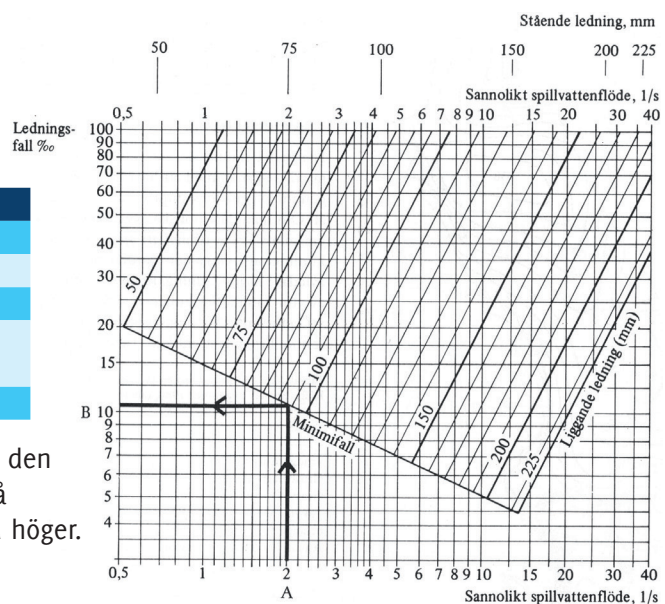
$i_s$  = Sannolik regnintensitet i liter per sekund och kvadratmeter på orten beräknad för varaktighet i 10 minuter med en återkommande frekvens på fem år. För ytor understigande 10 000 m<sup>2</sup> kan regnintensiteten sättas till 0,013 l/s m<sup>2</sup> gällandes i hela landet.

$A$  = Horisontellt projicerad area i kvadratmeter.

$Y$  = Ytkoefficient enligt tabell nedan beroende på material.

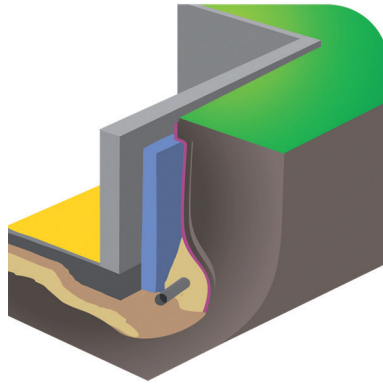
Typ av yta	Area m <sup>2</sup>	Y
Trädgårdstomt	< 1500	0,3
Grusbelagd yta	> 1500	0,6
Gräsyta	> 1500	0,1
Takyta - asfalt, betong		1,0
Annan tät beläggning		1,0
Annan yta oavsett beläggning		1,0

Efter att ha räknat fram sannolikt flöde för den aktuella ytan tas rätt dimension och fall på ledningen fram med hjälp av diagrammet till höger.



## DRÄNERINGSVATTEN

Dränering av husgrunder är ett måste för att ge ett fullgott skydd mot fuktskador som orsakas av dag- eller grundvatten. Dräneringen utförs med ett uppsamlande och kapillärbrytande skikt bestående av tvättad singel. Dräneringsvattnet avleds med hjälp av dräneringsslang eller dräneringsrör. Dräneringsledningen skall ha en minsta innerdiameter på 70 mm och förläggas med ett fall på 1:200.



Beroende på förutsättningar leds dränvattnet vidare på följande sätt:

### Avledning till egen LOD-anläggning (LOD = Lokalt Omhändertagande av Dagvatten).

Dräneringsvattnet ska avledas antingen med självfall direkt till marken, om detta kan ske utan att dräneringen försämras, eller till dagvattenförande ledningar.

### Avledning med självfall till allmän dagvattenledning.

Förutsättning för denna lösning är att dränledningen ligger över dagvattenledningens uppdämningsnivå. Kan detta inte uppfyllas måste ledningen förses med backventil eller byggnaden skyddas mot det eventuella dagvattenflöde som kan uppstå vid uppdämning av ledningen.

### Avledning med självfall till allmän spillvattenledning.

I duplikatsystem där man har separata ledningar för dagvatten samt spillvatten ligger oftast uppdämningsnivån för spillvattenledningen lägre. Detta medger gynnsammare förhållanden med tanke på risken för översvämning i den högre liggande dagvattenledningen. Eftersom detta förläggningssätt ökar belastningen på spillvattensystemet måste genomförandet godkännas av huvudman för avloppsanläggningen.

### Avledning med självfall till allmän dränvattenledning.

I vissa fall förekommer det att avloppssystemet är försett med en separat ledning för dränvatten. Dränvattenledningen har då en uppdämningsnivå som ej riskerar uppdämning i avledningsledningarna. Till den separata dränvattenledningen får det inte kopplas andra ledningar än dränledningar. Ledningar för dräneringsvattnet ska förses med en brunn med slamsamlingsanordning som placeras före ledningens anslutning till dagvattenledningen.

### Avledning via pumpning till allmän dagvattenledning.

Vid sådana förhållanden då det inte går att utföra dränledningen med självfall mot avloppssystemet kan dränvattnet avledas via en pumpgrop. För att förhindra återströmning i gropen måste tryckledningen passera en punkt som ligger högre än uppdämningsnivån för den ledning dränvattenledningen skall anslutas mot.



## AVSKILJNINGSANORDNINGAR

För att få bruka det allmänna va-anläggningsnätet förbinder sig varje fastighetsägare att följa vissa bestämmelser. Va-verket är inte skyldigt att ta emot spillvatten som väsentligt skiljer sig från det normala hushållsspillvattnets. Om så skulle ske måste fastighetsägaren installera någon sorts avskiljare. Detta sker om spillvattnet kan innehålla något av följande ämnen.

**Avskiljare bör finnas om spillvattnet kan innehålla mer än obetydliga mängder av:**

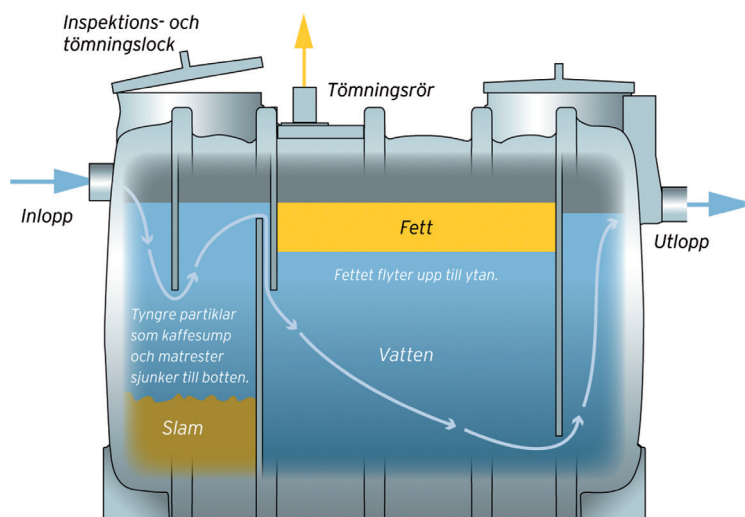
- Slam eller fasta partiklar som ger påtaglig risk för avsättningar.
- Fett eller andra ämnen som avskiljs vid spillvattnets avkylning.
- Bensin eller andra brand- och explosionsfarliga vätskor.
- Olja och andra i vatten olösliga ämnen.

### Fettavskiljare

Enligt BBR skall fettavskiljare installeras om det finns risk för att mer än obetydliga mängder av fett skickas ut i avloppet. Då fett ansamlas i avloppsnätet kan det orsaka stopp med översvämningsskador och utsläpp av orenat avloppsvatten i vattendragen. Ansamlat fett kan också ge problem med bildning av svavel-väte med risk för frätskador i ledningar och med risker ur arbetsmiljösynpunkt.

Den vanligaste typen av fettavskiljare är den gravimetriska. Avskiljaren har stor volym som gör att spillvattnet får lång uppehållstid i tanken. Fetter hinner då avskiljas från vattnet och flyter upp till ytan, då fett har lägre densitet än vatten. Tanken är sedan utformad så att det renade vattnet tar vägen ut genom avskiljarens botten medan fettets ansamlas i tankens övre del. Avskiljningsförmågan beror på fettets egenskaper (densitet, partikelstorlek) och av vattnets flöde och temperatur. Se nedan exempel på olika smältpunkter:

Typ av fett	Smältpunkt
Sojabönsolja	-12°C
Olivolja	-6°C
Torskleverolja	-3°C
Smörfett	21°C
Palmkärnsolja	22°C
Talg (nöt, får)	38°C





## Dimensionering av avskiljare för avloppssystem

Beroende på typ av verksamhet och belastningen i avloppsflöde från spillvattensystemet måste man bestämma lämplig storlek på avskiljare. Beroende på lokala myndigheters krav kan avskiljare dimensioneras på ett antal olika sätt. Vi tittar närmare på två metoder för dimensionering av fettavskiljare.

### Dimensionering av fettavskiljare enligt SS-EN 1825-2

Storleken bestäms av ett framräknat normflöde, NS enhet l/s, enligt formel:

$$NS = Q_s \times f_d \times f_t \times f_r \times f_m$$

$Q_s$  = Maximalt spillvattenflöde i liter per sekund, tas fram genom de summerade flödena för respektive tappställe och sannolikheten för samtidig användning. Värden erhålles ur tabellen nedan.

Apparat	Ansl./Dim.	Flöde l/s	Samtidighetsfaktor vid antal st				
			1	2	3	4	>5
Kokgryta	25	1,0	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
Kokgryta	50	2,0	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
Tippbar gryta, utlopp	Ø70	1,0	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
Tippbar gryta, utlopp	Ø100	3,0	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
Spollåda med sil	Ø40	0,8	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
Spollåda med sil	Ø50	1,5	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
Spollåda utan sil	Ø40	2,5	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
Spollåda utan sil	Ø50	4,0	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
Diskmaskin		2,0	0,60	0,50	0,40	0,34	0,3
Högtryckstvätt/ångtvätt		2,0	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
Tappventil för rengöring	DN 15	0,5	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
(ej ansluten till specifik utrustning)	DN 20	1,0	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2
	DN 25	1,7	0,45	0,31	0,25	0,21	0,2

$f_d$  = Faktor för fettdensitet:

Normal fettdensitet	1,0
Fett med densitet >0,94	1,5

$f_t$  = Spillvattentemperaturfaktor:

< 60°	1,0
> 60°	1,3

$f_r$  = Korrektionsfaktor för användande av spol- och rengöringsmedel (diskmedel)  
1,0 om rengöringsmedel aldrig används och 1,3 om det används ibland eller alltid.

$f_m$  = Korrektionsfaktor för onormalt mycket fett

1,0 vid normal mängd fett och >1,0 vid onormalt mycket fett

Dimensionering av fettavskiljare kan också utföras enligt förslag till Europainorm med utgångspunkt från typ av anläggning och genomsnittlig drifttid per dygn. Förutom värden som erhålles i tabellen läggs även här till faktor för diskmedel.

Genomsnittlig drifttid	Hotell	Restaurang	Sjukhus	Catering 24 tim/d	Personal-matsal
2 tim/dygn	6,40	5,44	3,33	2,82	1,28
4 tim/dygn	3,47	2,95	1,80	1,53	0,69
6 tim/dygn	2,32	1,97	1,20	1,02	0,46
8 tim/dygn	1,74	1,47	0,90	0,76	0,35
12 tim/dygn	1,16	0,98	0,60	0,51	0,23
16 tim/dygn	0,87	0,74	0,45	0,38	0,17
24 tim/dygn	0,58	0,49	0,30	0,26	0,12

Observera att spillvattenflödet är beräknat i l/s för 100 portioner/dygn.

**NS = fr x tabellfaktorn x (antal portioner/100)**

**Exempel:**

Bestäm lämplig storlek på avskiljare till en restaurang som serverar 500 portioner per dygn med en drifttid på 12 tim/dygn. Diskmedelsfaktorn kan sättas till 1,3.

**Lösning:**

Läs av tabellen på föregående sida under kolumnen *Restaurang* och raden *12 tim/dygn*.

Tabelfaktorn = 0,98 Diskmedelsfaktorn fr = 1,3

$$NS = 1,3 \times 0,98 \times 500/100 = 6,4$$

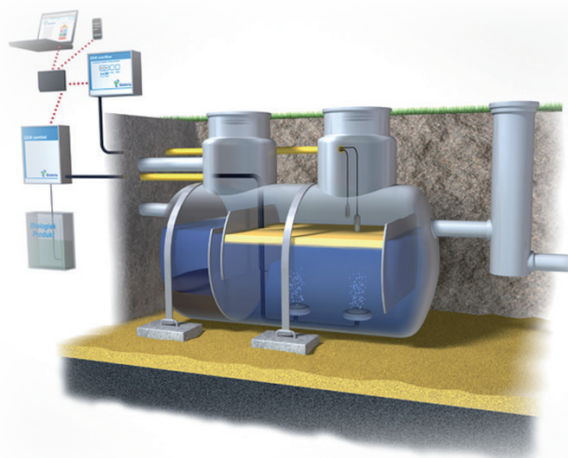
Flera fabrikat finns tillgängliga: GPA, Rensa (Lipidus) och Aco. Dessa dimensioneringsmodeller betraktas som fullt tillräckliga oavsett kommunala/lokala bestämmelser.

**Installation av fettavskiljare**

Avskiljaren kan beroende på konstruktion placeras både inomhus eller i mark. Vid installation av fettavskiljare finns det en del föreskrifter som skall följas i möjligaste mån.

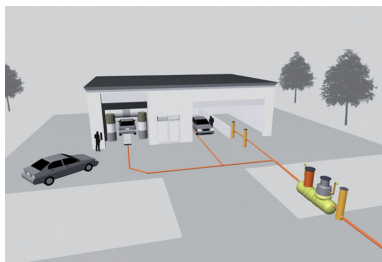
- Avskiljaren skall placeras så att anslutningsledningar blir så korta och enkelt rensbara som möjligt.
- Tömning av avskiljaren med tankbil skall kunna göras så enkelt som möjligt, vid svåråtkomliga utrymmen skall en fast sugledning mellan gata och avskiljarutrymme finnas.
- I avskiljarutrymme skall det finnas tappställe med varmvatten och slangställ så att renspolning av avskiljaren är möjlig.
- Spillvatten från WC får inte anslutas till avskiljare. Tvättställ och liknande kan däremot anslutas.

Precis som vid avloppstankar och dylikt måste en avskiljare placeras på frostfritt djup. Vid lösa jordlager eller hög grundvattennivå måste tanken förankras. Om avskiljaren placeras närmare än 1 meter från förekommande fordonstrafik måste den förses med en tryckutjämningsplatta som gjuts av betong. Vidare måste avskiljaren förses med körbara betäckningar.



## Oljeavskiljare

Olika oljor och lösningsmedel orsakar föroreningar och slambildningar i reningsverken. En oljeavskiljare minskar dessa föroreningar effektivt och skall installeras om det finns risk för att föroreningar i form av olja, bensin eller andra lösningsmedel kan orsaka försvåring av reningsprocessen. Krav på oljeavskiljare ställs av bland andra Boverket, Naturvårdsverket och lokala VA-verk. Exempel på anläggningar som normalt skall utrustas med oljeavskiljare är; bensinstationer, biltvättar, garage, bilparkeringsgarage, oljedepåer och industrier med hantering av lösningsmedel och oljor.



Den vanligaste typen av oljeavskiljare är den så kallade gravimetriska, oljan tvingas att passera genom en tank med låg hastighet. Eftersom olja har lägre densitet än vatten flyter den upp och samlas på ytan. För att ytterligare förbättra funktionen hos avskiljaren kan den vara försedd med ett så kallat koalecensfilter, ett slags nät som sammanför oljan till större oljedroppar och på så sätt ökar oljans förmåga att flyta upp till ytan.

## Dimensionering av oljeavskiljare utomhus

För dimensionering av oljeavskiljare utomhus gäller formel:

$$NS = fd \times i \times A$$

NS = Nominell storlek

fd = Densitet för olja	<0,85 g/cm <sup>2</sup>	fd = 1
	0,85 - 0,90 g/cm <sup>2</sup>	fd = 2
	0,90 - 0,95 g/cm <sup>2</sup>	fd = 3

i = Regnintensitet, kan sättas till 0,013 l/s/m<sup>2</sup> för hela Sverige.

A = Det avvattnade områdets area. Beroende på belastningen på slamfången måste vi bestämma rätt storlek på detta.

Formel för att bestämma volym Vs på slamfång:

$$Vs = 100 \times Ns / fd$$

Vid låg belastning, exempelvis bensinstation under tak.

$$Vs = 200 \times Ns / fd$$

Vid hög belastning, exempelvis parkeringsplats.

Vid dimensionering av oljeavskiljare utomhus kan denna behöva kompletteras med en by-passledning som vid extrema regnvattenflöden leder den första mängden genom oljeavskiljaren för att sedan låta vattnet passera förbi. Detta görs för att oljeavskiljaren skall kunna fungera normalt, det vatten som kommer i andra omgången är så pass rent att någon oljeavskiljning ej är nödvändig.

**Exempel:**

Bestäm lämplig oljeavskiljarstorlek (NS-flöde) och volym på slamfång för en bensinstation under regntak, ytan är 600 m<sup>2</sup>.

**Formler:**

$$NS = fd \times i \times A$$

$$Vs = 100 \times NS / fd$$

**Givna data:**

$fd = 1$ , bensen och lättare oljor.

$i = 0,013$  l/s m<sup>2</sup>

$A = 600$  m<sup>2</sup>

**Lösning:**

$$NS = 1 \times 0,013 \times 600 = 7,8 \text{ l/s}$$

$$Vs = 100 \times 7,8 / 1 = 780 \text{ liter}$$

**Svar:**

Vi behöver en oljeavskiljare med ett NS-flöde på 8 l/s och ett slamfång på 800 liter.

**Oljeavskiljare inomhus**

För dimensionering av oljeavskiljare inomhus gäller formel:

$$NS = 2 \times fd \times Qs$$

NS = Nominell storlek

$fd =$ Densitet för olja	<0,85 g/cm <sup>3</sup>	$fd = 1$
	0,85 - 0,90 g/cm <sup>3</sup>	$fd = 2$
	0,90 - 0,95 g/cm <sup>3</sup>	$fd = 3$

$Qs =$  Sannolikt spillvattenflöde, se tabell nedan

För fordonstvättautomater gäller flöde 2,0 l/s och flöde 3,0 l/s vid högtryckstvätt samt att slamfånget skall vara minst 5000 liter.

Även här måste vi bestämma volym på slamfånget:

$$Vs = 200 \times NS / fd$$

Gäller för normala förhållanden.

$$Vs = 300 \times NS / fd$$

Vid rengöring av entreprenadmaskiner, lastbilar, jordbruksmaskiner etc.

Sannolikt flöde från antal ventiler	1	2	3	4	5
Spolventil DN15	0,5	0,5	0,35	0,25	0,1
Spolventil DN20	1,0	1,0	0,7	0,5	0,2
Spolventil DN25	1,7	1,7	1,2	0,85	0,3
Högtryckstvätt	2,0	1,0			

**Exempel:**

Bestäm lämplig oljeavskiljare (NS-flöde) i en industrihall med tre tvättplatser för lastbilar. Tappventilerna har DN25. Bestäm även lämplig volym på slamfånet.

**Formler:**

$$NS = 2 \times fd \times Qs$$

$$Vs = 300 \times NS / fd$$

**Givna data:**

$$fd = 1, \text{ dieselolja.} \quad Qs = 3 \times 1,2$$

**Lösning:**

$$NS = 2 \times 1 \times (3 \times 1,2) = 7,2 \text{ l/s}$$

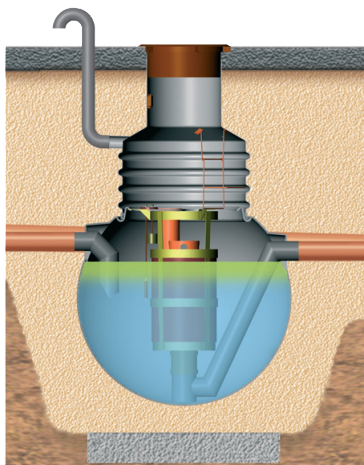
$$Vs = 300 \times 7,2 / 1 = 2160 \text{ liter}$$

**Svar:**

Vi behöver en oljeavskiljare med NS-flöde på minst 7,2 l/s och ett slamfång på minst 2160 liter.

**Installation av oljeavskiljare**

Oljeavskiljare skall placeras på frostfritt djup, förekommer det fordonstrafik inom 1 meter från oljeavskiljaren skall det gutas en tryckutjämningsplatta och avskiljaren skall förses med körbara betäckningar. Tanken måste förankras om det råder svåra jordförhållanden eller hög grundvattennivå.



[illegible]



## ENHETER INOM VVS-DIMENSIONERING

De enheter som man stöter på vid dimensionering av VVS-system är i första hand tryck, flöde och hastighet.

Vid dimensionering skall enheter anges enligt SI-systemet, Systeme Internationale, där metersystemet är det gällande.

Tryck anges där i Pascal och flöde i liter per sekund, hastighet anges i meter per sekund.

Trots att SI-systemet är infört sedan mitten på 70-talet används än idag enheter såsom bar och tum. Bar omnämns ibland lite slarvigt i uttrycket kilo vilket menas kilopond per kvadratcentimeter.

### Tryck

MPa	kPa	bar	mvp	kp/cm <sup>2</sup>
1	1000	10	100	1,020
0,001	1	0,001	0,01	1,020 x 10 <sup>-3</sup>

### Energi

Nm Ws	kWh	kcal
1	2,778 x 10 <sup>-7</sup>	0,2388 x 10 <sup>-3</sup>
3,6 x 10 <sup>6</sup>	1	859,8
4,187 x 10 <sup>3</sup>	1,163 x 10 <sup>-3</sup>	1

### Effekt

kW	W	kcal/s
1	1000	0,2388
4,187	4,187 x 10 <sup>3</sup>	1



## Cylindriska rörgångor enligt SS-ISO 228/1

Ansl.	Dim.	Gångstigning gångor/tum	Utv. diam rördim mm	Utv. diam gångdim mm	Inv. diam gångdim mm
R6	1/8"	28		9,7	8,7
R8	1/4"	19		13,1	11,5
R10	3/8"	19		16,6	15,0
R15	1/2"	14	21,3	20,9	18,8
R20	3/4"	14	26,9	26,4	24,3
R25	1"	11	33,7	33,2	30,4
R32	1 1/4"	11	42,4	41,8	39,1
R40	1 1/2"	11	48,3	47,7	45,0
R50	2"	11	60,3	59,5	56,8
R65	2 1/2"	11	76,1	75,1	72,4
R80	3"	11	88,9	87,4	85,0
R100	4"	11	114,3	112,8	110,2

### Dimensionering av fördelningsledningar enligt schablonmetod.

Med fördelningsledning avses rörledning som försörjer mer än ett tappställe.  
Schablonmetod kan användas för bostäder, kontor och liknande, där i huvudsak enbart kök och hygienutrymmen är anslutna.  
För dimensionering av fördelningsledningar inom mindre anläggningar kan nedanstående tabell användas.

Summa normflöden (l/s)	Rördimension
0,6	U16 max 10 m
1,5	U20 max 15 m
5,0	U25

### Dimensionerade flöden (normflöden).

Tappvatteninstallationer dimensioneras efter de olika tappställes normerande flöden, enligt tabell:

Tappställe	Normflöde (l/s) kv	Normflöde (l/s) vv
Badkar	0,3	0,3
Dusch	0,2	0,2
Tvättställ	0,1	0,1
WC-stol	0,1	-
Bidé	0,1	0,1
Diskbänk	0,2	0,2
Tvättlåda	0,2	0,2
Utslagsback	0,2	0,2
Tappventil	0,2	(0,2)
Vattenutkastare	0,2	-
Tvättmaskin (hushåll)	0,2	-
Diskmaskin (hushåll)	(0,2)	0,2

### Dimensionering av kopplingsledningar enligt schablonmetod.

Med kopplingsledning avses rörledning som endast försörjer utrymme där endast en person i taget normalt vistas (t ex badrum).  
Tabellen avser längsta tillåtna längd på kopplingsledningar med hänsyn till risk för tryckslag.

Normflöde i tapp- stället (l/s)	Rördimension	Max längd
0,1	U16	20 m
	U20	Ingen begr.
0,2	U16	15 m
	U20	25 m
	U25	Ingen begr.
0,3	U16	12 m
	U20	20 m
	U25	Ingen begr.

### Hur mycket vätska innehåller röret ?

$$\text{Radien} \times \text{Radien} \times \text{Pi} \times \text{Längden}$$

Ange alla mått i enheten **dm** (decimeter)  
så får du resultatet i antal **liter**.

*Radien = halva innerdiametern*

*Pi = 3,14*

## Anteckningar

[illegible]

[illegible]

**LUNDAGROSSISTEN**  
**VVS-KUNSKAP**

steg **2**

**lundagrossisten**