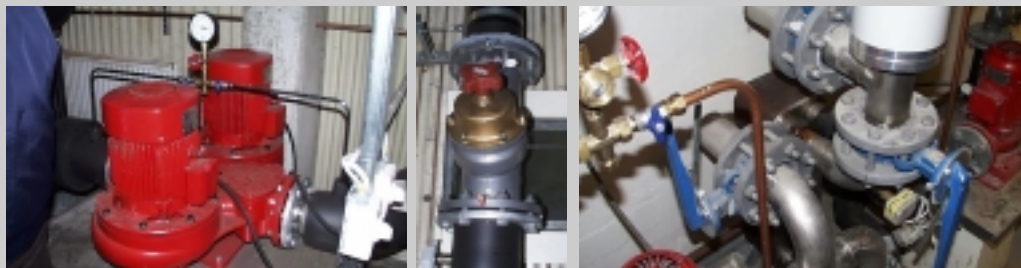


UTBILDNINGSKOMPENDIUM



Nr.6

VVS-KUNSKAP STEG TVÅ

Förord

Lundagrossistens Utbildningskompendium Nr 6 är en fortsättning på kompendium Nr 2. Här behandlas områdena lagar och föreskrifter, ritteknik, värme, tappvatten, avlopp och kyla på en lite mer avancerad teoretisk nivå än tidigare. Målet är att ytterligare öka kunskaperna inom de områden där våra kunder är verksamma för att underlätta i det dagliga arbetet.

Lagar och föreskrifter som styr en VVS-installation

PBL och BVL

Alla VVS-installationers utförande styrs av olika lagar och bestämmelser och föreskrifter. De viktigaste lagarna som styr detta är:

- Plan och bygglagen, PBL.
- Lagen om tekniska egenskaper på byggnadsverk, BVL.

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

I BVL finns lagar som styr det tekniska utförandet av byggnader. Dessa lagar är utformade enligt europeiska krav på byggande.

BBR 94, Boverkets Byggregler

Eftersom PBL och BVL är lagtexter och mycket allmänt formulerade tillämpar man något som kallas Boverkets Byggregler, BBR 94. I BBR 94 finns anvisningar gällande bland annat; brandskydd, bärförmåga, hygien, miljö, bullerskydd, energihushållning och isolering.

BBR's anvisningar är dock inte tvingande, kan installationen utföras på ett alternativt sätt med fullgod funktion räknas den som godkänd.

AMA 98

AMA är en slags mall att använda vid upprättande av beskrivningar och utförande av olika arbeten. Detta för att underlätta mellan kontraktsskrivarna vid formuleringen av de tekniska krav som finns i beskrivningar.

Om man vid kontraktsskrivning åberopar AMA innebär detta att texten blir bindande och beskrivningar och arbeten måste utföras enligt AMA's instruktioner.

I VVS-AMA 98 finns det bland annat beskrivningar på hur ett material eller en produkt skall ha för utförande samt vilka montagemått som gäller.

Dessutom finns till varje del det som kallas *Råd och anvisningar till AMA, RA*.

RA beskriver bland annat hur texten i beskrivningar skall formuleras och vad som skall ingå i texten.



AMA består av fem delar:

Anläggnings AMA 98

Hus AMA 98

VVS AMA 98

Kyl AMA 98

El AMA 98

AA VVS 96

AA VVS 96 är allmänna leveransbestämmelser avseende VVS och VA-material för yrkesmässig verksamhet i Sverige. Bestämmelserna har utarbetats av VVS-Fabrikanternas Råd, Svenska Rörgrossistföreningen och VVS-Installatörerna.

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.

Föreskrifterna i AA VVS 96 tillhandahålls av bland andra Rörgrossistföreningen och återfinns också i början på RSK-katalogen.

Typgodkännande

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

Typgodkännanden utfärdas bland annat av SITAC och Swedcert 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.
- Armatur. Ljud och flödesegenskaper testas, spolvatten mängd, återfyllningstid, livslängd på armaturen samt servicevänlighet.
- Manövrering och funktion. Spolförmåga, renspolning, vattenlåsets djup.



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.

Förfarande vid ny- och ombyggnation, 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:

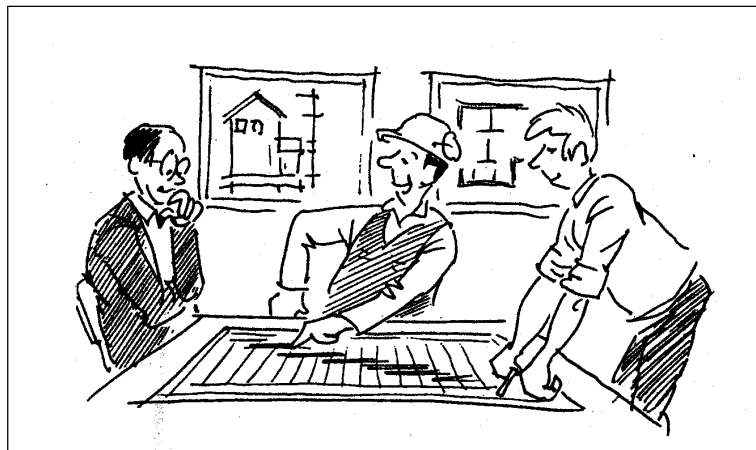
- Byggnads-, målnings- och mattläggningsarbeten
- Markarbeten.
- VVS-installationer.
- Elinstallationer.



De regelverk som styr olika entreprenadformer är AB 92 och ABT 94.

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

Regelverken styr exempelvis vilken rangordning kontraktshandlingar, ritningar, anbud med mera har vid en entreprenad.



Om det i kontraktshandlingarna förekommer mot varandra stridande uppgifter eller föreskrifter gäller de inbördes i följande ordning:

1. kontrakt
2. ABT 94
3. beställning
4. anbudshandlingar
5. förfrågningsunderlag
6. övriga handlingar

- **Totalentreprenad**

Beställaren tecknar kontrakt med, och är betalningsansvarig mot, en entreprenör som svarar för projektering. Entreprenören tar in anbud från underentreprenörer.

Förfrågningsunderlaget brukar bestå av A-ritningar och en rambeskrivning som anger beställarens minimikrav.

Konstruktionsansvaret vilar på respektive underentreprenör.

- **Generalentreprenad**

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.

- **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 konstruktionsansvaret 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 anbuds förfarandet utgår från delad entreprenad, beställaren tar in anbud från separata entreprenörer.

Entreprenaden övergår sedan till generalentreprenad och beställaren tecknar kontrakt med en generalentreprenör.

Förfarande vid ny- och ombyggnation

Bygglov

Innan vissa installationer eller ombyggnader kan utföras krävs det att man kontakter myndigheter 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.

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.



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.

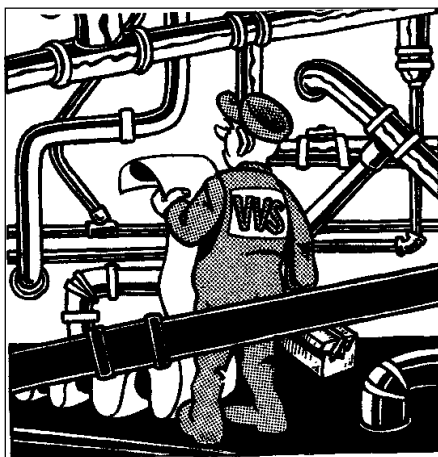
Kontrollplan

Snarast möjligt efter byggsamrådet skall en kontrollplan upprättas, innehållet i planen beslutas av byggnadsnämnden. Byggherren utser en kvalitetsansvarig som ser till att åtgärderna i kontrollplanen blir utförda. Kvalitetsansvarig måste vara certifierad med så kallad riksbehörighet eller ha godkänts av byggnadsnämnden.

Teknisk beskrivning

Till bygghandlingarna hör alltid den tekniska beskrivning, även kallad program som är utformad enligt AMA. I den tekniska beskrivningen finns uppgifter om entreprenadform, entreprenörer, konstruktörer, tidplan, besiktningar med mera. Detta kallas också administrativa föreskrifter.

I de tekniska föreskrifterna 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.



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

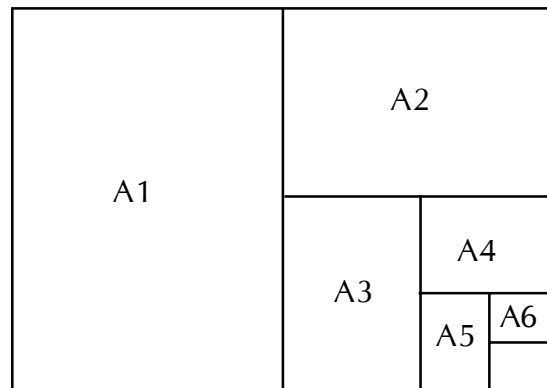
Ritningsformat

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.

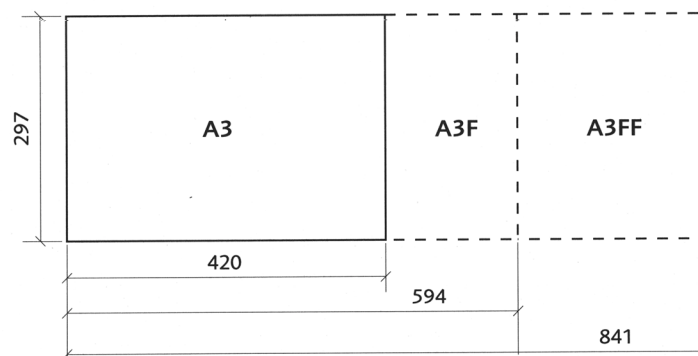


A0	841x1189 mm
A1	594x841 mm
A2	420x594 mm
A3	297x420 mm
A4	210x297 mm
A5	148x210 mm



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.



Förlängt standardformat

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

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

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

Skalor

Det finns en standardiserad skalserie där man utgår från siffrorna 1, 2, 5 och 10 som därefter multipliceras med 10.

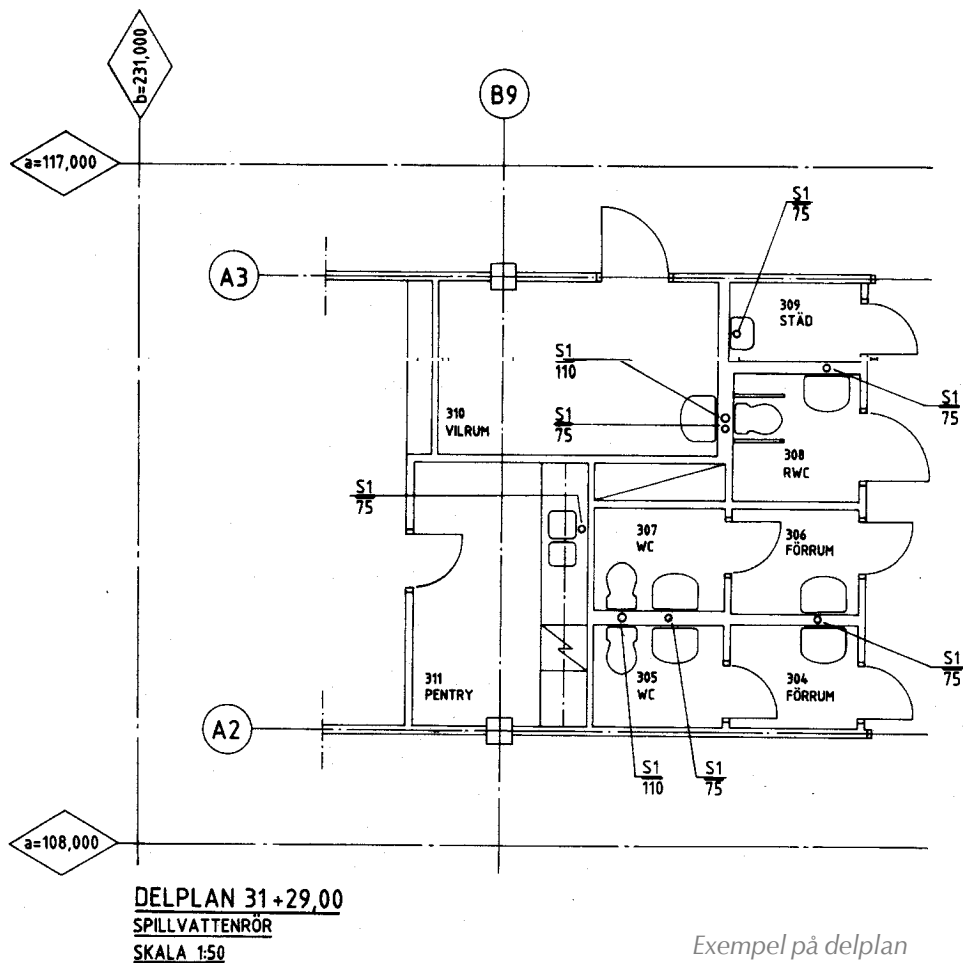
1:1	1:10	1:100
1:2	1:20	1:200
1:5	1:50	1:500

Planritningar för installationer utförs normalt i skala 1:50, men i byggnader med glesa installationer kan skala 1:100 vara tillräckligt.



Ritningsvyer

Planritningar ger en överblick av byggnaden eller byggnadsdelen sedd ovanifrån. VVS-installationen ritas in på en anpassad arkitekturritning som visar uppgifter om rumsnummer. Planritningen visar placering av rör, ventiler, golvbrunnar, radiatorer med mera. Vid svårigheter att tyda planritningen kan delar av ritningen redovisas i större skala, så kallade delplaner.



En installationsdel kan förtydligas genom att ritas från flera håll, vyer kan ritas in på planritningen eller på separat ritning. Exempel på olika ritningsvyer förutom planritning är snitritning, sektionsritning och detaljritning.

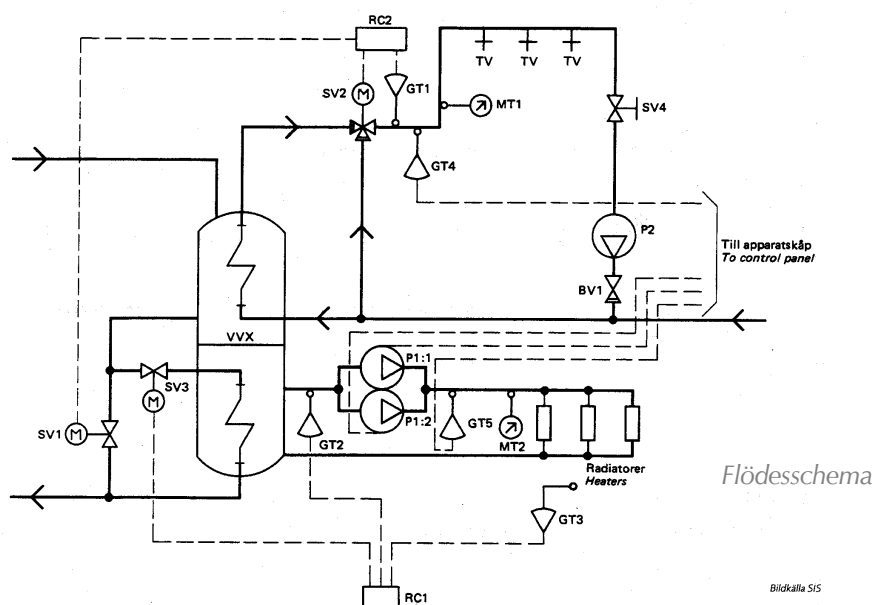
Scheman

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

Flödesschemat visar en översikt på flödesriktningar, dimensionerande flöden, temperaturer och kopplingsprinciper.

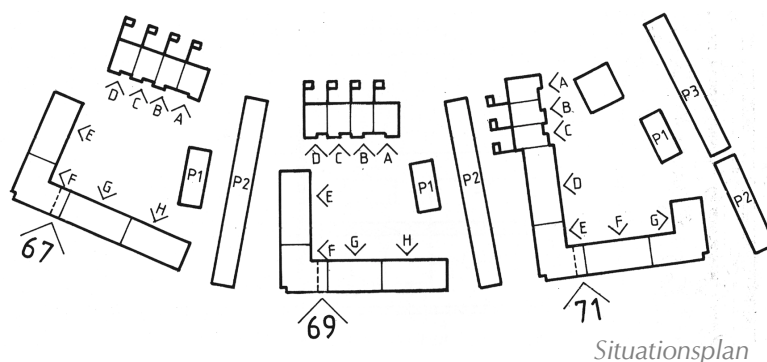
Principschema visar en översikt på hur apparater eller detaljer kan kopplas in. Kallas även kopplingsschema.

Stamschema visar den 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 rörtyp, användning och placering ritas rörledningar på ett antal olika sätt. På planritningar ritas rörledningar med olika typer av streckningar 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.

Symbollinjer för rörledningar på olika nivåer i en byggnad:

Rörledning i eller över tak



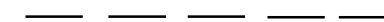
Rörledning under tak



Rörledning ovan golv



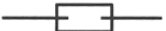
Rörledning i golv eller mark



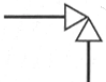
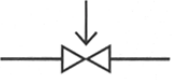
Ritningssymboler

Det finns cirka 140 stycken olika ritningssymboler inom VVS, styr, regler och övervakning. Symbolerna har förändrats över tiden och nya kommer till tack vare datorstödda ritprogram.

Rörledningar 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 en vertikal ledningsdragning

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

15

15

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

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

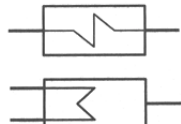
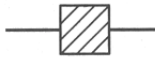
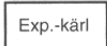
15

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

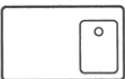
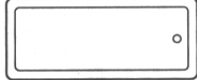
15

Saknas streck passerar ledningen igenom våningsplanet.

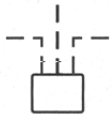
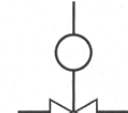
Apparater och övriga enheter

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	-	

Sanitetsenheter

Utslagsback	UB	
Diskbänk	DB	
Tvättställ	TS	
Badkar	BK	
Vattenklosett	VK	

Styr och reglerutrustning

Beskrivning	Beteckning	Symbol
Reglercentral	RC	
Handställdon	ST	
Övriga ställdon, grundsymbol	ST	
Styrventil, manuell	SV	
Styrventil med automatiskt ställdon	SV	

Den första bokstaven betecknar mätinstrumentet och den andra bokstaven betecknar den engelska storheten.

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	

Övriga beteckningar (ej standardiserade)

Beskrivning	Beteckning
Avtappning	AVT
Kikkran, packboxkran	KK
Shuntgrupp	SG
Växventil, trevägsventil	VXV
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



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.

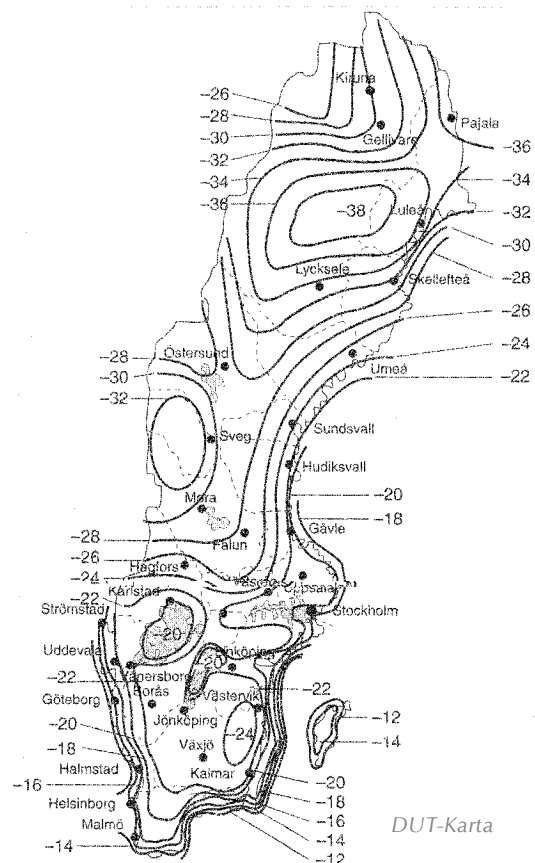


Dimensionerande utetemperatur

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

Beroende på att Sverige är ett avlångt land med stora skillnader i klimat har landet delats in i temperaturzoner där varje zon har getts en lägsta 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 effektförlust per kvadratmeter och timme, W/m²/h.

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

Byggnadsdel	U
Yttervägg	0,25
Yttertak, vindsbjälklag	0,20
Golvbjälklag, platta på mark	0,25
Fönster, värde för vägg avdraget	1,5
Ytterdörr, värde för vägg avdraget	1,25

U-värden för olika byggnadsdelar

Beräkning av en byggnads effektbefov

En byggnadsdels effektbefov bestäms enligt formeln:

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

P = Effektbefov i Watt

A = Byggnadsdelens yta m²

U_p = Värmegenomgångskoefficienten för byggnadsdelen W/m²/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 är normen att hälften av luften skall bytas på en timme.

Ventilationsförluster beräknas enligt formeln:

$$P = \eta \times P_L \times \Delta_t$$

P = Effektförlust i Watt

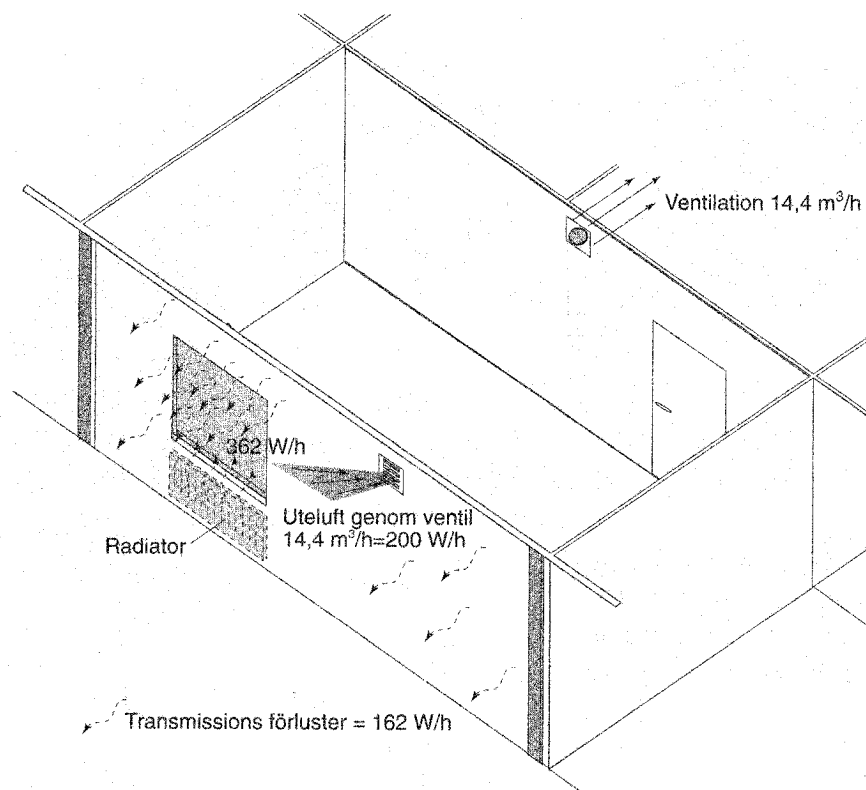
η = Luftomsättning per timme i m^3 .

P_L = Värmeeffektbehov i Watt per m^3 och grad.

Δ_t = Skillnaden mellan utetemp. och innetemp. i grader.

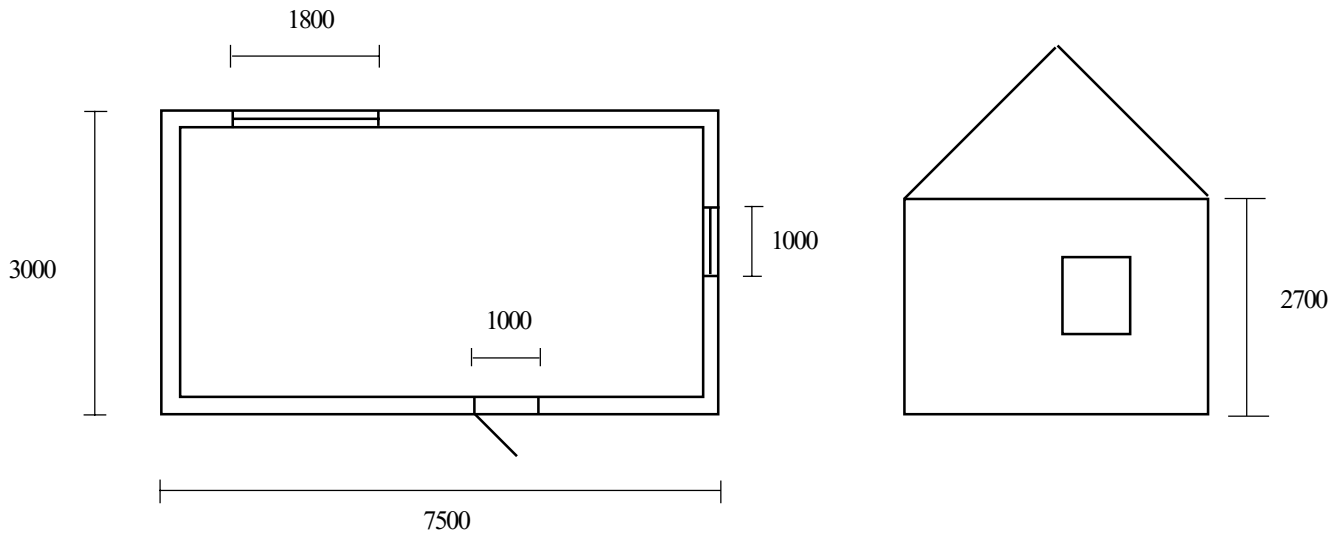
Kompensation för luftläckage

Bortsett från ventilationsförluster är ingen byggnad tät till 100 % och som scablonvärde sätts luftläckaget till 0,80 liter per sekund och kvadratmeter för bostäder och 1,6 l/s m^2 för andra utrymmen. Observera att arean gäller byggnadens klimatskärm, de ytor som har kontakt med utomhusluften.



Exempel:

Bestäm byggnadens effektbehov. Den är placerad i Stockholm, lätt träkonstruktion, önskad rumstemperatur är 20°C. Byggnaden används som sommarstuga, önskad luftväxling är en gång var tredje timme. Fönsterhöjd 1200 mm. Vi tar ej 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

$$P = \eta \times P_L \times D_t$$

$P_{\text{golv}} = (3,0 \times 7,5) \times 0,25 \times (20 - -18) = 214 \text{ W}$, i en större byggnad hade vi räknat golvytan 3 meter in från yttervägg.

$$P_{\text{tak}} = (3,0 \times 7,5) \times 0,2 \times (20 - -18) = 171 \text{ W}$$

$$P_{\text{vägg}} = ((3,0 \times 2,7) \times 2) + ((7,5 \times 2,7) \times 2) \times 0,25 \times (20 - -18) = 539 \text{ W}$$

$$P_{\text{fönster}} = (1,8 \times 1,2) + (1,0 \times 1,2) \times 1,5 \times (20 - -18) = 191 \text{ W}$$

$$P_{\text{dörr}} = (1,0 \times 2,1) \times 1,25 \times (20 - -18) = 100 \text{ W}$$

$$P_{\text{ventilation}} = ((7,5 \times 3,0 \times 2,7 / 3) \times 0,33 \times (20 - -18) = 254 \text{ W}$$

$$P_{\text{total}} = 214 + 171 + 539 + 191 + 100 + 254 = \mathbf{1469 \text{ W}}$$

Svar:

Det totala effektbehovet för denna byggnad är 1,5 kW vilket motsvarar ca 67 W/m² eller 25 W/m³.

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 golytan 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 radiator 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 tilloppet och 45 grader på returen, detta kallas lågtemperatursystem.

I äldre värmesystem är systemtemperaturen oftast 80/60.

Är byggnaden tilläggsisolerad kan radiatorerna då bli för stora, det kan då vara lämpligt att sänka systemtemperaturen till 60/45.

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



Delta-T

I tabellen stöter man på begreppet "delta-t", Δ_t , som anger skillnaden mellan snittemperaturen i värmesystemet och den önskade snittemperaturen i den aktuella lokalen.

Exempel:

Systemtemperatur	55/45
Önskad snittrumstemperatur	20° C
$\Delta_t = ((55 + 45)/2) - 20 = 30 \quad \Delta_t = 30$	

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

Dimensionering av värmare

Exempel:

Bestäm lämpliga radiatorer till exemplet på sidan 19, systemtemperatur är 55/45 och högsta radiatorhöjd är 500 mm.

Lösning:

Det totala effektbehovet 1,5 kW skall fördelas på två radiatorer under varje fönster:

$$\frac{1500}{2} = 750$$

Varje radiator skall ge 750 W. Nu beräknar vi delta-T, vi vill ha en systemtemperatur på 55/45, genomsnittlig rumstemperatur skall vara 20 grader.

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

Tillgängligt mått för värmarna är 500x1800 samt 500x 1000. För att få plats med koppel inom fönstren begränsningsyta behöver vi 200 mm.

Tittar vi i tabellen för radiatorer i Lundakatalogen ser vi att en M21-516 ger 1071 Watt vid Δt 30 och en M21-508 ger 536 Watt.

Svar:

Vi behöver en M21-516 samt en M21-508 för att klara effektbehovet 1,5 kW vid Δt 30.



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.

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.

ρ = Densitet kg/l vid 50°C. Vatten 1kg/l, Vatten med 30% glykol 1kg/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 dimensionen på anslutningsrören till radiatorn på 1071 W i exemplet på sidan 19. Radiatorn har en avgiven effekt av 1071 W vid systemtemperatur 55/45, vad blir flödet över radiatorn? Värmemediet är vanligt vatten.

Givna data:

$$P = 1,071 \text{ kW} \quad \rho = 1 \text{ kg/l} \quad C_p = 4,18 \text{ kJ/kg} \quad t_1 = 55^\circ \quad t_2 = 45^\circ$$

Formel:

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

Lösning:

$$Q = \frac{1,071}{1 \times 4,18 \times (55 - 45)} = 0,026 \text{ l/s}$$

Detta är vad vi behöver veta för att bestämma rätt dimension på anslutningsrören till radiatorn. 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.

Vid en titt i nomogrammet ser vi att vid flödet 0,026 l/s, och max tryckfall 100 Pa/m hamnar vi strax ovanför dimension 12 mm för Cu-rör.

Vi bestämmer oss för att koppla radiatorn med dimension 15 mm och får då ett tryckfall på ungefär 35 Pa/m, hastigheten blir då ungefär 0,16 m/s.

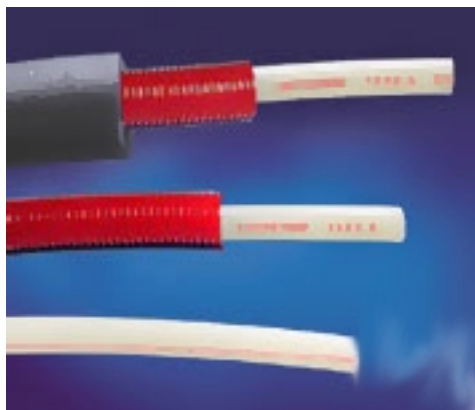
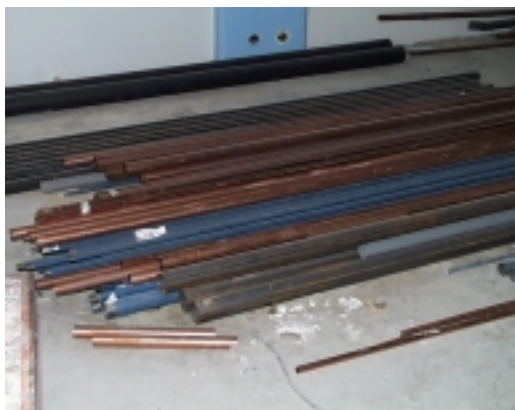
Tittar vi i tabellen för gängade rör, typ blå rör ger flödet 0,026 l/s motsvarande DN10 och vi får ett tryckfall på ungefär 60 Pa/m och en hastighet på 0,2 meter per sekund.

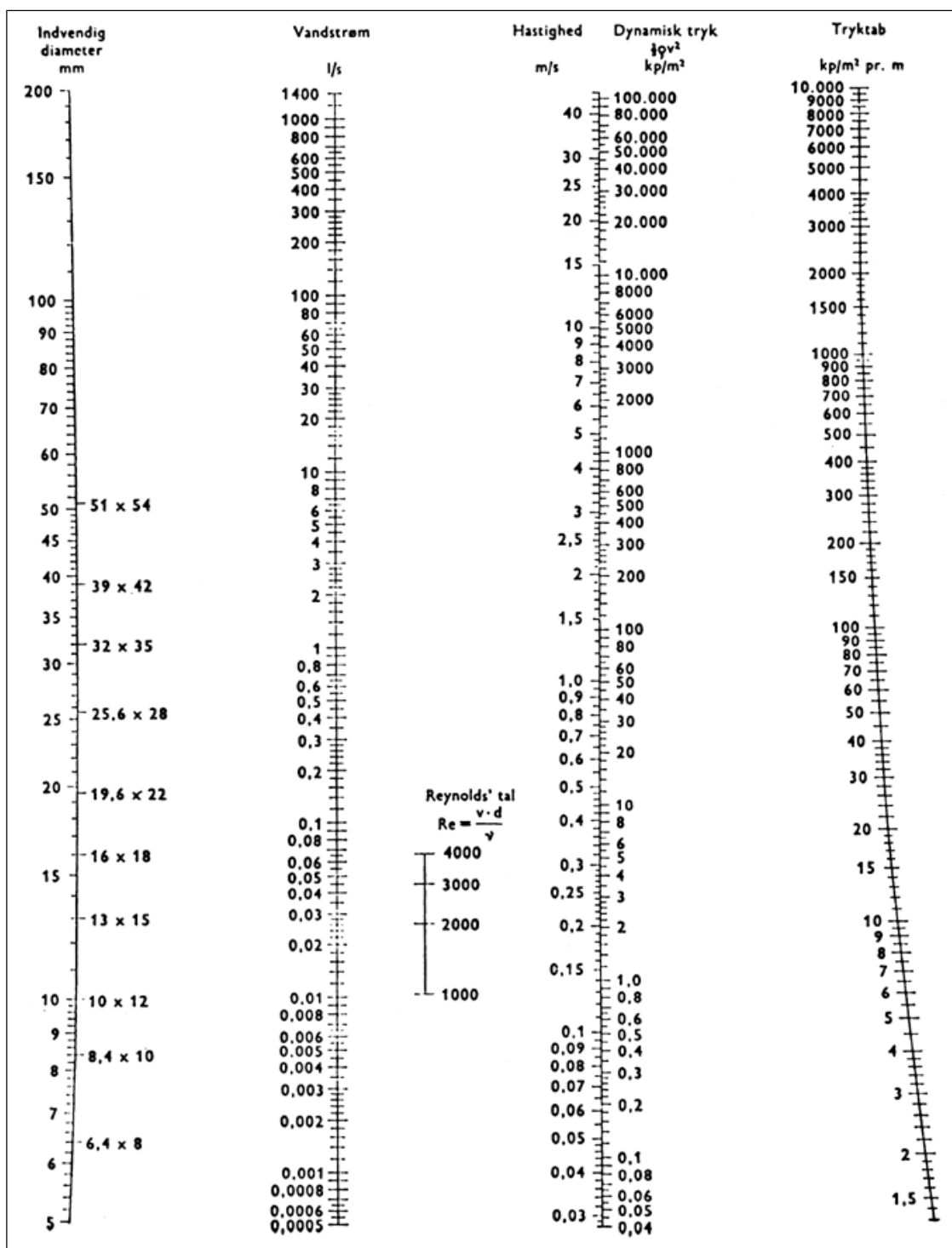
I nomogrammet för pex-rör ger samma data dimension 18 mm eval-Pex, strömningshastigheten blir då under 0,2 l/s vilket är lägsta gräns för att få så kallad "luftmedryckning".

Minskar vi dimensionen till 15 mm ger detta ett tryckfall på ca 110 Pa/m och en hastighet runt 0,3 l/s. Maximal hastighet i pex-rör ligger runt 2,5 m/s för att undvika ljud och allt för höga tryckfall.

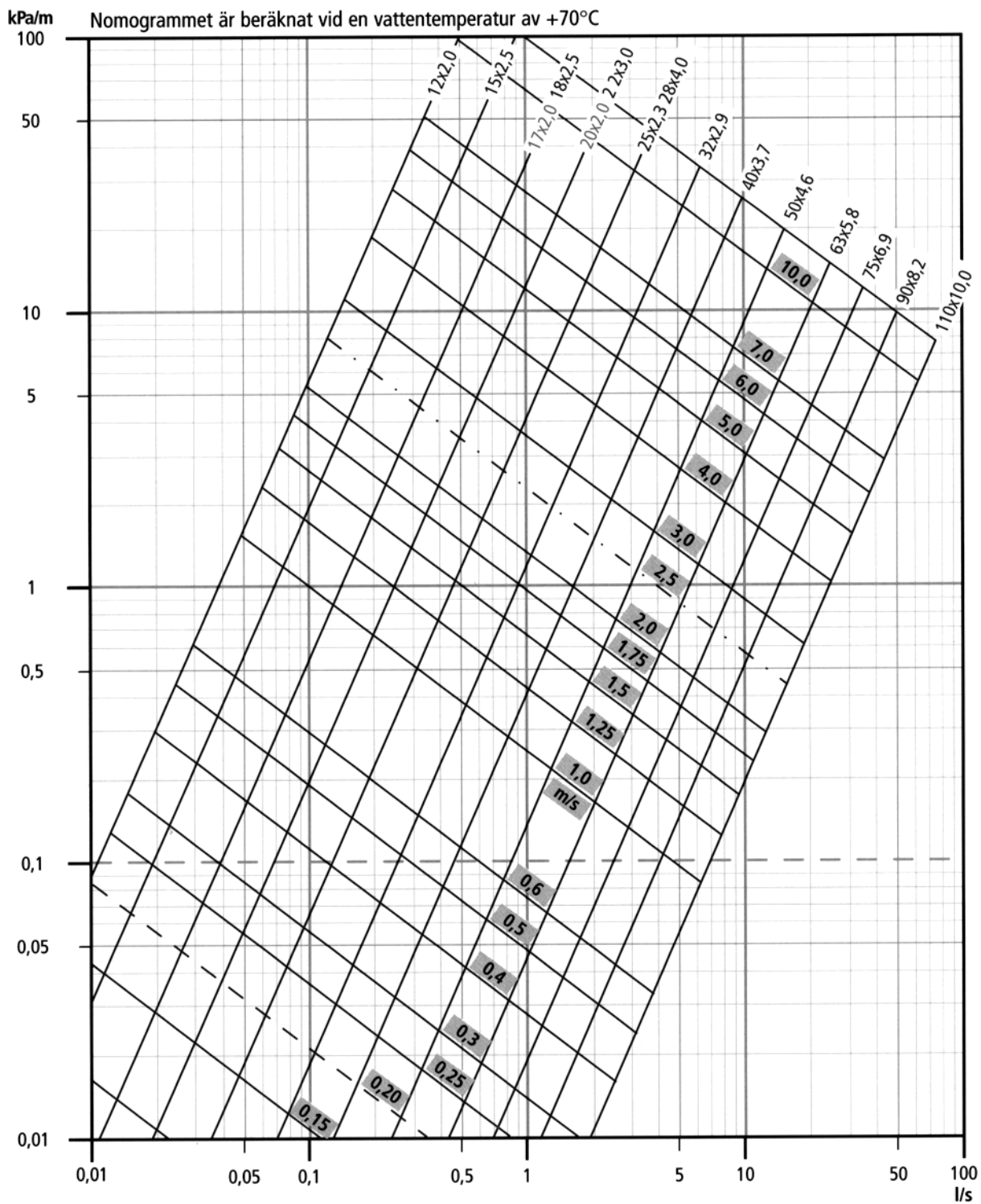
Svar:

Dimension på anslutningsrören till radiatorn på 1071 Watt är 12 mm cu, dn 10 blått rör eller 15 mm pex.





Nomogram för cu-rör



Korrigeringsfaktor för olika temperaturer
Råhetstal 0,0005

Temperatur °C:	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Faktor:	0,95	0,98	1,00	1,02	1,05	1,10	1,14	1,20	1,25

Nomogram för Wirsbo-pepxrör

Lundagrossisten

Bestämning av tryckfall över radiator

För att bestämma tryckfallet över en radiator måste vi känna till flödet ver radiatoren samt vilket Kv- värde 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 m³/h över en detalj i ett rörsystem vid tryckfallet 100 kPa.

Exempel:

Bestäm tryckfallet över radiatoren i exemplet på sid. 22-23

För framtagande av Kv-värde gäller formeln:

Q = Flöde m³/h

ΔP = Tryckfall i kiloPascal.

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

I detta fall vet vi att vi skall koppla radiatoren 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, inställd på största möjliga flöde.

Först omvandlar vi formeln:

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

Givna data:

$Q = 0,026 \text{ l/s} = 0,094 \text{ m}^3/\text{h}$ $K_v = 0,7$

Lösning:

$$\Delta P = \left(\frac{0,094}{0,7} \right)^2 \times 100 = 1,8 \text{ kPa}$$

Svar:

Tryckfallet över radiatoren blir 1,8 kPa vid flödet 0,026 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 genom ett värmesystem och att motståndet över varje enhet måste vara lika stort oavsett var enheten är belägen.

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

I vårt exempel med radiatören 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.

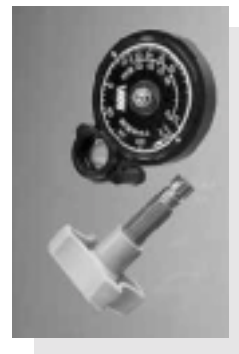
Beroende på fabrikat har de olika ventiltillverkarna rekommendationer på maximalt tryckfall över ventillerna. I TA's katalog anger man som exempel ett max tryckfall på 30 kPa vid 0,2 l/s för att inte riskera oljud.

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:

$$Q = 0,018 \text{ l/s} = 0,065 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta P = 8 \text{ kPa}$$

Beräkning:

$$K_v = \frac{0,065^2 \times 100}{8} = 0,053$$

Svar:

Ventilen skall förinställas på Kv-värde 0,053.

Tryckfall i ledningssystem

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.

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.

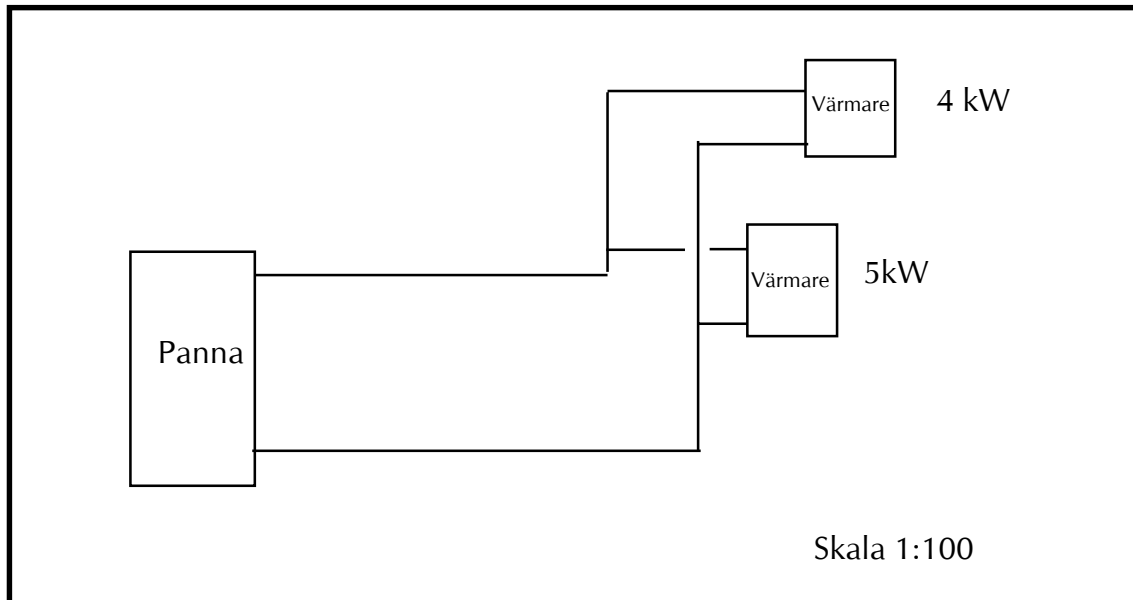
p_d = Dynamiskt tryck, enligt tabell.

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 = 4kW

Värmare 2 = 5kW

$\rho = 1 \text{ kg/l}$

$C_p = 4,18 \text{ kWs/kg}$

$t_1 = 55^\circ$

$t_2 = 45^\circ$

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

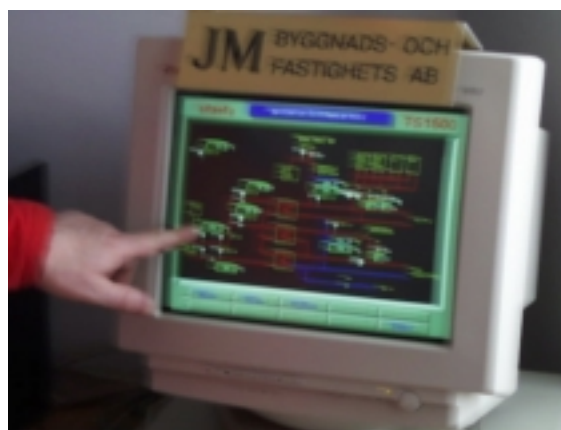
Flöde över värmare 2: $Q = \frac{5}{1 \times 4,18 \times (55 - 45)} = 0,12 \text{ l/s}$

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:s Cu-rör som ger ett tryckfall på 60 Pa/m. Vid flöde 0,12 l/s ligger vi ungefär lika. Vi väljer därför närmast större dimension, 22 mm som anslutningsledningar till varje värmare. Detta ger då ett tryckfall på ungefär 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 dimension 22 och 28 mm. Vi väljer dimension 28 som ger ett tryckfall på ungefär 70 Pa/m vid 0,22 l/s.

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 ζ				
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

I tabellen ovan ser vi olika motståndstal för detaljer beroende på dimension och flödesriktning.

För värmaren på 4 kW har vi följande förhållanden:

Böjar DN 20, 2 st

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

Rör DN 20, ca 7,6 m

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

Formel:

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

$$p = (60 \times 7,6) + ((1 + 1 + 0,5 + 0,5) \times 45) = 591 \text{ Pa} = > 0,59 \text{ kPa}$$

Tryckfallet över denna värmare är i kombination med reglerventil 10 kPa vilket medför att tryckfallet inklusive anslutningsledningar blir **10,59 kPa**.

För värmaren på 5kW gäller följande:

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

Rör DN 20 ca 1,9 m.

Dynamiskt tryck blir vid flöde 0,12 l/s och 22 Cu-rör 65 Pa/m.

Formel:

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

$$p = (80 \times 1,9) + (2 + 2 \times 65) = 0,41 \text{ kPa}$$

Tryckfallet över denna värmare är 9 kPa inklusive reglerventil vilket medför att det totala tryckfallet över denna värmare inklusive anslutningsledningar blir **9,41** kPa.

Nu kontrollerar vi tryckfallet över fördelningsledningen:

Böj DN 25, 2 st.

Rör DN 25, 12m.

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:

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

$$p = (70 \times 12) + (0,5 + 0,5 \times 80) = 0,92 \text{ kPa}$$

Tryckfallet över fördelningsledningen är **0,92** kPa.

Nu dimensionerar vi en lämplig cirkulationspump till systemet:

Vid dimensionering av cirkulationspump till ett värmesystem utgår man från den sämst belägna komponenten och tryckfallet över denna. Det arbete pumpen skall utföra är att transportera erforderligt flöde, värmemängd, samt övervinna det tryckfall som uppstår då vattnet cirkulerar i systemet.

I vårt fall är det värmaren på 4 kW som är den sämst belägna med ett tryckfall på $10,59 + 0,92 = 11,5 \text{ kPa}$.

Vi skall hitta en pump som klarar av att transportera flödet 0,22 l/s vid tryckfallet 11,5 kPa. Till vår hjälp finns det i pumpfabrikanternas kataloger pumpdiagram som visar pumpens prestanda vid olika tryck och flöden.

Tittar vi Grundfos katalog på sidan 25 finner vi att en **UPS 25-40** inställd på hastighet 2 ger ungefär 0,3 l/s vid 11 kPa.



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.

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.

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



Tabellen visar ångtryck H_v vid olika temperaturer

Exempel:

Kontrollera H_{sug} för en Grundfos TP 32-50 R med en friktionsförlust i sugledningen på 3 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 TP 32-50 R vid 3 mvp = 1,0

$$p_b = 1$$

$$H_v = 1,23$$

$$H_s = 0,5$$

Lösning:

$$H_{\text{sug}} = 1 \times 10,2 - 1,0 - 3 - 1,23 - 0,5 = 4,47$$

Svar:

Vi får en H_{sug} på 4,47 mvp som är högre än det lägsta ångtrycket vid temperatur 50°C vilket är 1,23 mvp.



Systemkurva

Ett värmesystems tryck och flödesbehov kan beskrivas i en systemkurva eller anläggningskaraktistika.

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_1 = Flödet i m³/h

Exempel:

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

Formel:

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

Lösning:

$$h_2 = 1,15 \times (2,5 / 2)^2 = 1,8 \text{ mvp} = \mathbf{18 \text{ kPa.}}$$



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.

I ett värmesystem ändras tryckfallet och flödesbehovet hela tiden i och med att ställdon, radiatorventiler med mera öppnar och stänger. De flesta 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.



Kontroll av en cirkulationspumps verkningsgrad och effektförbrukning

I samband med att man väljer cirkulationspump till ett system bör man kontrollera pumpens verkningsgrad och effektförbrukning mot den driftspunkt som pumpen arbetar vid.

En fel vald pump kan ge en dålig verkningsgrad och hög effektförbrukning. I valet mellan två pumpar av samma fabrikat men i olika prislägen kan det ändå vara lönsammare att välja den dyrare med tanke på slitage och elförbrukning.

Exempel:

Kontrollera verkningsgrad och effektförbrukning för en Grundfos UPS 32-30 F. Pumpen skall transportera ett flöde på 1,9 l/s och trycka 11 kPa.

Lösning:

Vi tittar i diagrammet för ovanstående pump och ser att om pumpen är inställd på hastighet 1 ger denna ungefär 11 kPa vid 7m³/h. Verkningsgrad (Eta) blir då ca 25 % och effektförbrukningen ca 50 Watt.

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 m³/h genom en rördetalj vid tryckfallet 100 kPa.

Formel:

$$K_v = \sqrt{\frac{q^2 \times 100}{\Delta p}}$$

q = Flöde i m³/h.

Δp = Tryckfall över enheten i kPa.

För att beräkna Kv-värde måste man känna till tryckfallet och flödet över sämst belägna enhet i systemet och utgå ifrån denna. 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 m³/h. Vi vill ha samma tryckfall och flöde över stam två, vilket Kv-värde skall injusteringsventilen ställas in på ?

Givna data:

$\Delta p = 150 \text{ kPa}$

$q = 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$

Lösning:

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

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 produktkatalog 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

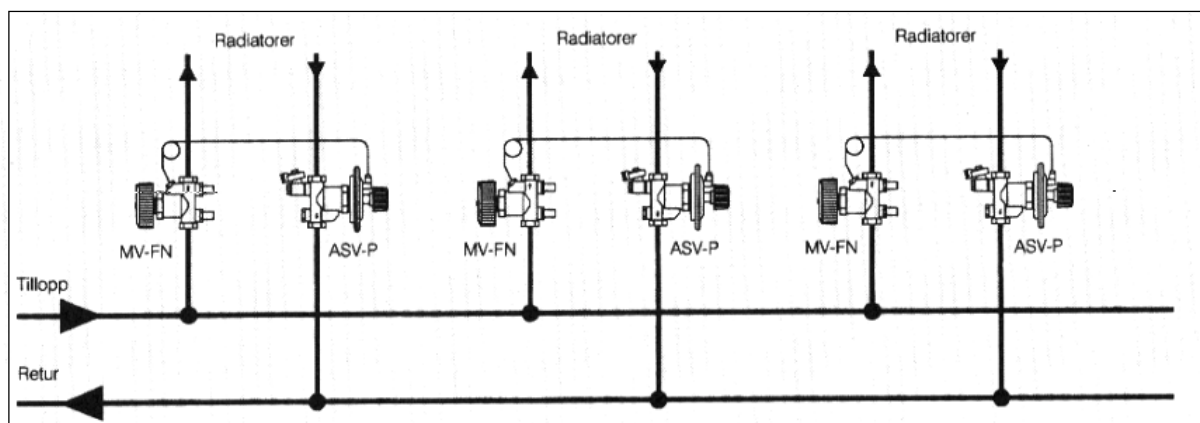
Vi har tidigare läst att tryckförhållandena i ett värmesystem förändras hela tiden.

En injusteringsventil måste göras med samtliga radiatorventiler fullt öppna och med termostatkropparna borttagna.

I verkligheten öppnar och stänger ventilerna beroende på effektbehov. 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 kapillärrör som gör att ventilkombinationen känner av skillnaden mellan tillopp och retur och ASVP då reglerar flödet efter behov.



Principschema för inkoppling av ASVP tillsammans med ASVM

Expansionskärl

För att göra en dimensionering av ett slutet expansionskärl i 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 fjärrvärmecentral 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. Beräkns utifrån givna volymer per kiloWatt och beroende på typ av värmare i systemet.

P₃ = Säkerhetsventilens öppningstryck i bar.

P₂ = Kärlets förtryck i bar.

P₂ Kärlets förtryck 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.

P₃ Är systemets högsta tillåtna tryck, vilket är lika med säkerhetsventilens öppningstryck. Säkerhetsventilens öppningstryck kan sättas till 1 bar över anläggningens drifttryck.

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 kärler 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 expansionskärlet till en oljeeldad radiatoranläggning på 50 kW. Systemtemperatur är 55/45, rent vatten i ledningarna. Den statiska höjden är 8 meter och säkerhetsventilens öppningstryck är 2,5 bar.

Formel:

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

Lösning:

Volymförändringen, a, i % vid 10° blir enligt diagram ungefär 1,2 %.

Systemets totala volym, V, blir $50 \times 15 = 750$ liter.

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

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

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

Kontroll av kärlets nyttoverkningsgrad:

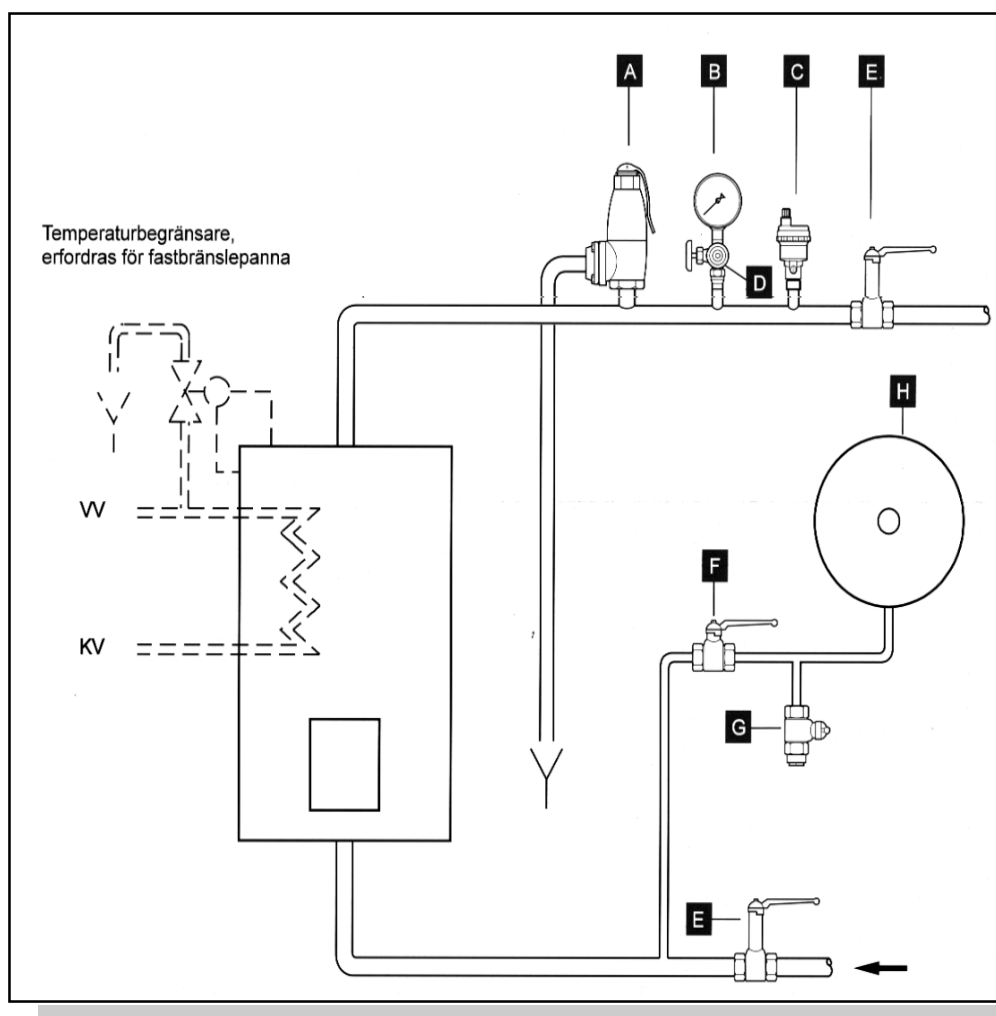
$$\eta = \frac{P_3 - P_2}{P_3 + 1}$$

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

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, tempepraturbegränsare, flödesvakter och så vidare. Armaturljonnsson har tagit fram ett överskådligt häfte som heter Handbok Säkerhetsutrustning, baserat på de anvisningar som står i Varm- och hetvattenanvisningar (VVA 1993). Häftet visar på olika pannanläggningar, öppna och slutna, fast- eller oljeeldat samt även fjärrvärmecentraler.



Fjärrvärme

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

Fördelar med detta mot 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.

Värmeväxlingsmediet i fjärrvärmesystemet är vatten som ligger på en temperatur mellan 120 - 60 °C beroende på effektbehov. 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 det som i fjärrvärmesammanhang kallas för undercentral, där sitter värmeväxlare som överför energin från primärsida till sekundärsida. I undercentralen finns oftast ytterligare en värmeväxlare för tappvarmvattenförsörjningen.



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 tryckkärlskvalitet. 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 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.

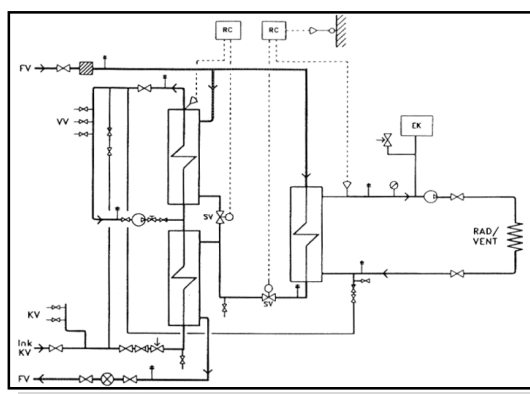
Beroende på fastighetens behov eller storlek tillämpar man olika kopplingsprinciper för värmeväxlingen:

Direktanslutning; innebär att byggnadens värmesystem ansluts direkt till fjärrvärmenätet. Detta är möjligt endast i så kallade LT-system där tillloppstemperaturen ligger på 80°C istället för HT-systemens 100°C. Trycket i ett LT-system ligger på 0,6 MPa mot HT-systemets 1,6MPa.

Parallellkoppling; är lämpligt i fastigheter med värmebehov på upp till 100 kW eller större byggnader med litet tappvarmvattenbehov, exempelvis kontor och lager.

Tvåstegskoppling; är den vanligaste kopplingsprincipen och ger en god avkylning av värmevattnet.

Trestegskoppling; förekommer i vissa fjärrvärmesystem och ger en mycket god avkylning av värmevattnet, men är känsligt för kalkhaltigt vatten.

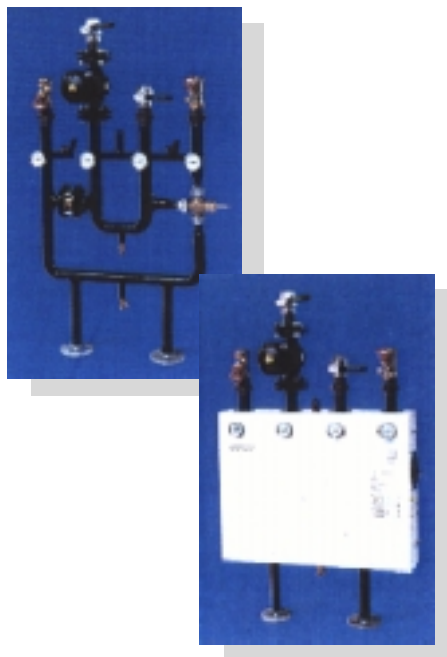


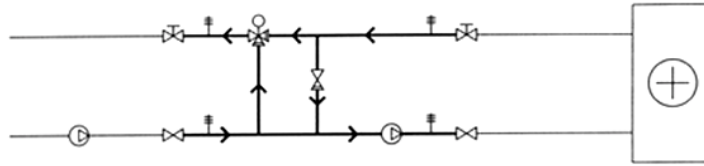
Tvåstegskoppling

Shuntkopplingar, shuntgrupper

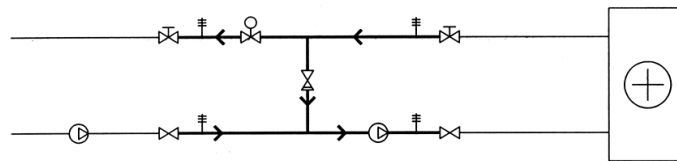
Shuntkopplingens uppgift i ett värmesystem är att reglera temperaturen mellan primär och sekundärkrets i värme eller ventilationssystem.

Man skiljer ofta på primär- och sekundärkrets i ett värmesystem; primärkretsens är den värmeproducerande delen där bland annat panna eller värmepump ingår. Sekundärkretsens är den distribuerande delen där radiatorer och rörsystem ingår. För att erhålla bästa verkningsgrad strävar man efter att hålla så hög temperatur i primärkretsens som möjligt. Av praktiska och komfortmässiga skäl vill man hålla en lägre temperatur i sekundärkretsens. Shuntkopplingens huvuddetalj är styrventilen som är av två-, tre-, eller fyrvägstyp. Beroende på typ av anläggning väljs olika kopplingsprinciper för shuntning av värmevattnet.

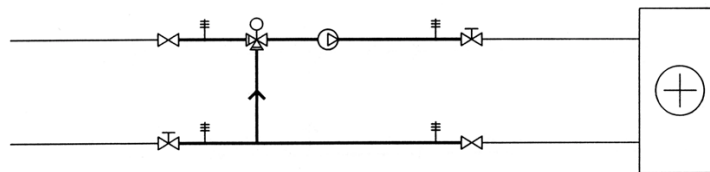




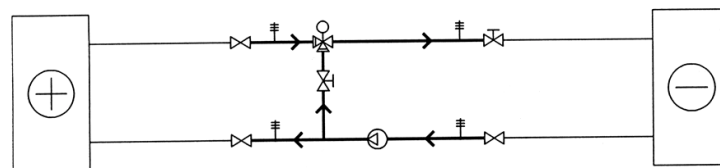
Konstant flöde i sekundär- och primärkrets. Används då man önskar hög returtemperatur till panna. Använd i konventionella värmesystem samt vid golvvärme och kylanläggningar. Flödet regleras av en blandande trevägs styrventil.



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

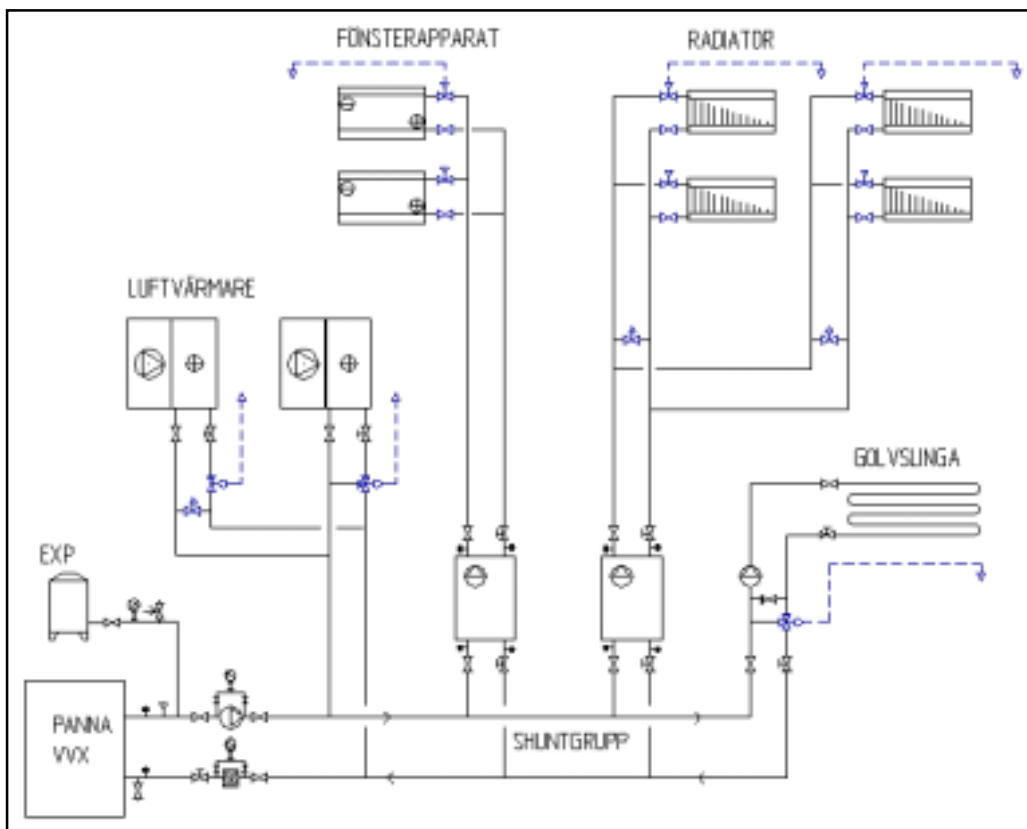


Variabelt flöde i primärkrets och konstant flöde i sekundärkrets. Vanlig i anläggningar med separata pumpar ute i systemet eller då man har ett lågt tillgängligt tryck vid shuntkopplingen. Flödet regleras av en blandande trevägs styrventil.



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 tvåvägs, blandande styrventil reglerar flödet.

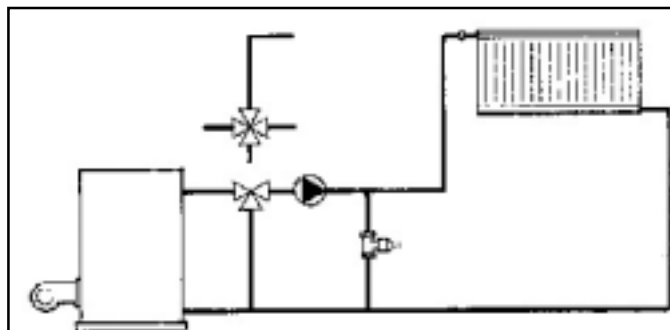


Bilden ovan visar en principskiss för ett värmesystem med både golvvärme, fläktkonventorer och radiatorer. I systemet ingår två shuntgrupper typ TTM Shuntopac eller TA SHUNT. I systemet sitter det även monterat differenstryckventiler mellan tilllopp och retur vid radiatorstammarna och en luftvärmare.

Differenstrycksventiler

Differenstrycksventiler typ MMA EDR eller Danfoss AVDO är till för att släppa igenom ett större flöde vid ökat differenstryck mellan tilllopp och retur.

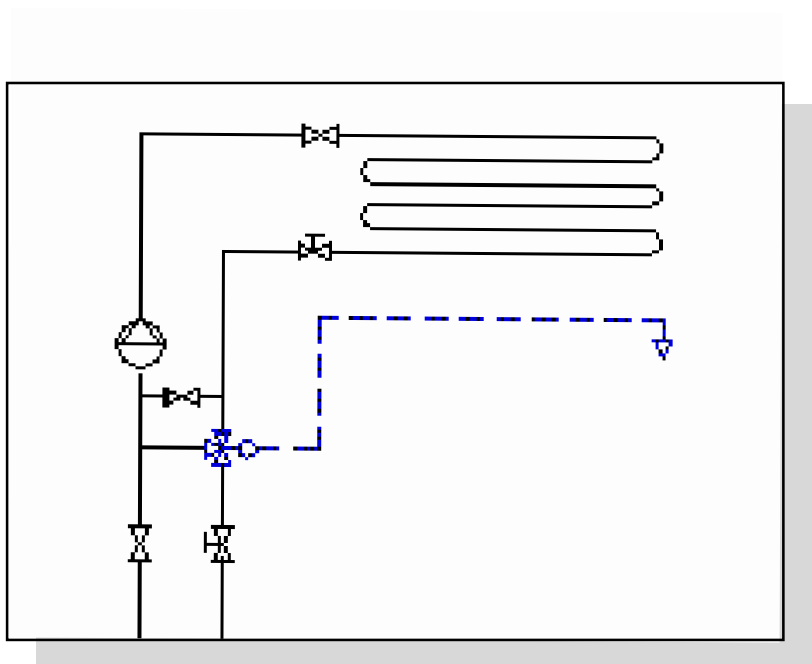
Ökat differenstryck uppstår då ventiler stänger, för att förhindra att ljud uppstår samt för att skona cirkulationspumpen öppnar ventilen mellan tilllopp och retur.



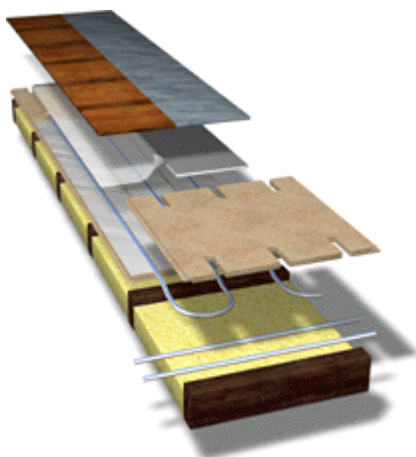
Bilden ovan visar en enkel tillämpning för användning av differenstrycksventil i en oljeeldad värmeanläggning, här är den till för att behålla cikulationen i pannan vid helt stängd radiatorventil och för att pumpen inte skall gå mot stängd ventil.

Ett enkelt sätt att ansluta golvvärme till befintlig radiatorkrets

Vid anslutning av golvvärme till en befintlig radiatorkrets kan man spara in lite materialkostnader genom att använda sig av en vanlig trevägs ventil typ Esbes blandnings ventil AS eller MMA's trevägsventil EDVH tillsammans med en självverkande termostat ENTZ 2 med kapillärrör. Givaren används då som en anliggningsgivare för att erhålla rätt framledningstemperatur i golvvärmeslangen. Det är viktigt att använda sig av en termostat som har begränsningsområde så att maxtemp. i tillloppsledning inte överstiger 45 grader.

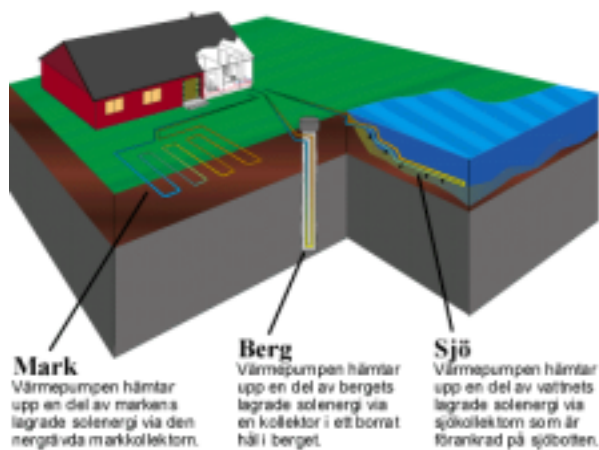


Bilden ovan visar ett exempel då man använder sig av en trevägsventil med termoställdon och rumsgivare. Denna lösning kräver att framledningstemperaturen är begränsad till max 45-50 grader. För höga framledningstemperaturer i golvvärmerören ger försämrade komfort och riskerar att rören skadas. Max diftemp för exempelvis Wirsbo Pe-pex ligger på 60 grader C. Momentant kan dock temperaturer på upp till 90 grader C klaras.

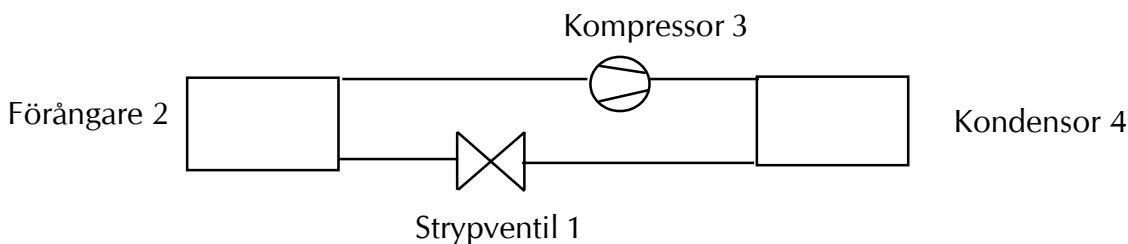


Värmepumpen

Med en värmepump kan "gratisvärme" från en värmekälla där värme finns tillgänglig vid låg temperatur nyttjas, t.ex. grundvatten, sjövattnet, berg eller ur mark. Den lågvärdiga energin omvandlas i värmepumpen och avges från denna vid en högre temperaturnivå och kan då användas till att värma exempelvis luft, tappvarmvatten eller värmevatten i ett vattenburet värmesystem. För att åstadkomma temperaturhöjningen måste värmepumpen drivas med högvärdig drivenergi dvs elenergi.



En värmepump består i huvudsak av fyra viktiga komponenter:



Värmepumpsprocessen

Principen för en värmepump liksom för en kylmaskin bygger på att utnyttjar förhållandena vi övergång mellan ång- och vätskefas hos ett köldmedium. Sänker man trycket ovan en vätska kan den bringas till kokning vid godtycklig temperatur. Vatten kan fås att koka rumstemperatur om man har vatten i ett utrymme där trycket sänks ordentligt.

När vätskan kokar tar den upp energi från omgivningen, den upptagna energin kallas ångbildningsvärme. Det motsatta förhållandet råder när ångan övergår till vätska, då avges motsvarande energi som kallas kondenseringsvärme.

Trycket sänks på köldmedievätskan efter strypventilen (1), vätskan kokar vid en låg temperatur i förångaren (2) då värme tillförs från värmekällan. Kompressorn (3) suger ångan från förångaren och komprimerar den till ett högre tryck och för den vidare till kondensorn (4) där den kondenserar och avger då kondenseringsvärmen samt den drivenergi som tillförts kompressorn.

En värmepumps effektivitet, värmefaktorn, uttrycker förhållandet mellan avgiven värmeenergi och tillförd drivenergi. Värmefaktor 3 anger att för varje kWh elenergi man tillför kompressorn får 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.

Olika typer av värmepumpar

Luft/luft-värmepumpen arbetar efter principen att värmeupptagningen sker då utomhusluften får passera genom ett batteri som är 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. Den kan även användas som kylmaskin.

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.

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 ett visst kylbehov under årets varma månader, exempelvis butiker och kontor.

Luft/vatten-värmepumpen fungerar på förångningssidan likadant som luft/luft-pumpen. Kondensorn avger dock sin värmeenergi mot ett vätskekylt batteri som är kopplat mot det vattenburna värmesystemet.

Det finns två huvudtyper av luft/vatten-värmepumpar; uteluftsbaseade och frånluftsbaseade.

De frånluftsbaseade tar sin förångningsvärme från spillvärmen i frånluftskanalerna, en vanlig typ av frånluftsvärmepump är Nibe Fighter 310 och 410. Exempel på en uteluftsbasead modell är CTC Ecoair tillsammans med CTC Ecoel.

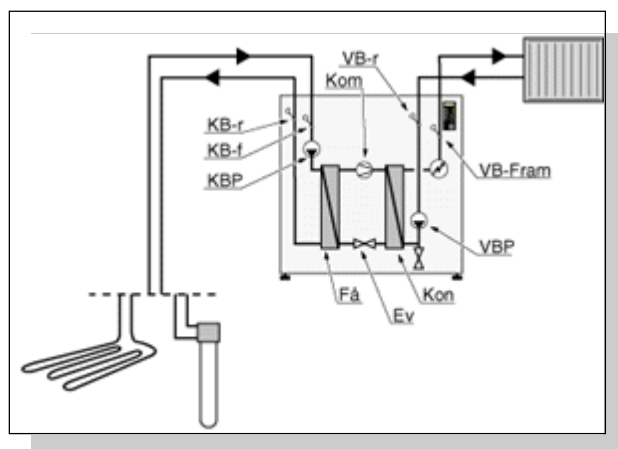
Fördelar med luft/vatten-pumpen är att den är relativt billig att tillverka och installera, den frånluftsbaseade pumpen har också hela tiden tillgång till en jämn förångningstemperatur vilket ger en mycket bra verkningsgrad. Frånluftsbaseade pumpar fungerar dessutom som frånluftsfläkt

Användningsområden för denna typ av värmepump är med fördel nyproducerade småhus.

Nackdelar med luft/vatten-pumpen är lika luft/luft-pumpen vad gäller driftsförhållanden, vid uteluftsbaseade pumpar är verkningsgraden som sämst när uppvärmningsbehovet är som störst. Man har också samma problem med isbildning på förångaren.



Vätske/vätske-värmepumpen är utrustad med värmeväxlare på både förångnings och kondensorsidan. Värmeupptagningen sker till exempel ur sjöar, grundvattenhål och mark. Kondensorsidan överför sin värme mot ett vattenburet värmesystem.



Nackdelar med vätske/vätske-pumpen är jämför med luftbaserade pumpar den höga installationskostnaden. I och med att förångningsenergin tas ur sjö, berg eller grundvatten måste det borrar, grävas eller anlitas dykare för att genomföra en installation. Användningsområden för denna typ av värmepump är exempelvis småhus, industrier och lagerlokaler.

Fördelar med vätske/vätske-pumpen är att förångningssidan arbetar med en jämn temperatur, då energin tas ur mark, sjö eller grundvatten påverkas inte verkningsgraden eller driftsäkerheten av rådande utomhustemperatur. Livslängden på vätske/vätske-pumpen är också oftast större än på luft/luft-pumparna då man inte har reversibel drift samt att förångningssidan påverkas mindre av eventuell isbildning.

Vätske/luft-värmepumpen arbetar med en vätskeväxlare på förångningssidan och ett luftbatteri på kondensorsidan. Förångningsenergin tas ur mark, grundvatten eller sjö. Kondenseringsvärmén 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 byggnader där man med fördel installerar luftburen värme, exempelvis industrier och större byggnader. Ett annat användningsområde är komplettering av småhus med befintlig direktverkande elvärme.

Dimensionering av värmepump utifrån tidigare känd el- eller oljeförbrukning

Värmepumpen är en värmekälla med relativt hög anskaffnings- och installationskostnad. Då man funderar på 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.

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 ungefär 20% av den totala förbrukningen i en normalstor familj. Detta motsvarar 3 - 5000 kWh/år.

Effektbehov per kvadratmeter,
för nyproducerade hus 40-50 W/m², äldre hus 60-70W/m²

Toppeffektbehov framräknat efter oljeförbrukning i m³,
för detta finns omräkningsfaktorer:

Södra Sverige:	2,75
Mellersta Sverige:	2,50
Norra Sverige:	2,30

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

Borrhål	50W/m
Ytjordvärme	15W/m



För bestämning av förläggningsarean vid ytjordvärme läggs slangarna med ett cc-mått på 1-1,5 meter och med ett förläggningsdjup på 0,8-1,0 meter.

För att få en pump med så hög verkningsgrad som möjligt och samtidigt inte överdimensionera dimensioneras värmepumpen så att den skall klara av att leverera 50-60% av det totala effektbehovet eftersom detta motsvarar 80-90 % av den totala energiförbrukningen.

Exempel:

Bestäm lämplig värmepumpseffekt för att klara uppvärmningsbehovet i en villa i Malmö med en årlig oljeförbrukning på 4 m³. Värmepumpen skall vara av vätske/vätsketyp. Hur stor yta kräver kollektorslangen vid ytjordvärme, hur djupt borrhål vid grundvattenvärme ?

Lösning:

En förbrukning på 4 m³ olja motsvarar med omräkningsfaktor 2,75 för södra Sverige ett toppeffektbehov på;

$$4 \times 2,75 = 11 \text{ kW.}$$

Vi väljer att dimensionera pumpen så att den klarar av att tillgodose 50 % av toppeffektbehovet:

$$11 \times 0,5 = 5,5 \text{ kW}$$

För att leverera 5,5kW behöver vi en yta av:

$$(5500 / 15) \times 1,5 = 550 \text{ m}^2$$

Eller ett borrhålsddjup på:

$$5500 / 50 = 110 \text{ meter}$$

Svar:

Vi behöver en värmepump med en effekt på 5,5 kW. Skall vi nyttja jordvärme måste vi ha en yta på minst 550 m² och skall vi nyttja grundvattenvärme måste vi borra sammanlagt 110 meter.

Max avgiven effekt är 5,5 kW, för att driva kompressorn krävs en eleffekt på 2,2 kW. Delar vi den avgivna effekten med den tillförda får vi något som kallas för värmefaktor.

$$5,5 / 2,2 = 2,5$$



Följdfråga:

Vi står i valet och kvalet mellan att installera en oljepanna istället för värmepumpen. Hur lång blir pay-offtiden på denna investering om kostnaden för hela installationen inklusive pump är 105 000:- ? Motsvarande investeringskostnad för en oljepanna blir 45 000:-. Vi räknar med en pannverkningsgrad på 75 %, 1 kWh kostar i Malmö 0,65 kr. Eldningsoljan ger motsvarande 10.6 kWh/liter. En kubikmeter olja kostar 5000:-

Tidigare uppvärmningskostnad:

$$5000 \times 4000 = 20\,000 \text{ kr}$$

Tidigare energiåtgång:

$$4000 \times 10,6 \times 0,75 = 31800 \text{ kWh}$$

Värmepumpen skall ge 80% av det totala energibehovet:

$$31800 \times 0,8 = 25\,400 \text{ kWh}$$

Resterande värmebehov tillgodoser vi med el vilket blir:

$$31800 - 25400 = 6400 \text{ kWh}$$

Pumpen har en årsvärmeffaktor på 2,5:

$$\frac{25400}{2,5} = 10160 \text{ kWh}$$

Det går alltså åt 10160 kWh att driva kompressorn, total elenergi som går åt att värma upp huset blir:

$$10160 + 6400 = 17000 \text{ kWh}$$

Kostnaden för tillförd elenergi blir:

$$17\,000 \times 0,65 = 11\,050 \text{ kr}$$

Besparing per år blir:

$$20\,000 - 11\,050 = 8950 \text{ kr}$$

Återbetalningstiden blir:

$$\frac{105\,000 - 45\,000}{8950} = 6,7$$

Svar:

Pay-off tiden på vår investering är ca 7 år.



Tappvatten

En tappvatteninstallation skall distribuera tappvatten på ett sådant sätt att risk för hälsofara, översvämning eller annan olägenhet kan uppstå.

Eftersom tappvatten är klassat som livsmedel får tappvatten endast tas från källor som anses vara dricksvattentjänliga.

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.



Säkerhetsbestämmelser vid tappvatteninstallationer

Vid tappstället finns 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 dusch-handtag 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.

Alla tappvatteninstallationer skall, om det finns risk för skadliga över eller undertryck, vara försedda med säkerhetsventil samt vacuumventil.

Tappvatteninstallationer är normalt dimensionerade för statiska tryck upp till 1 MPa, vilket är lika med 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 ventiltrör.

Täthetskontroll av tappvattenledningar

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 av tappvatteninstallation

Innan en tappvatteninstallation tas i bruk måste 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 inna för grundmuren på fastigheten, så nära överlämningspunkten som möjligt. För att säkerställa risk för läckage mellan överlämningspunkten och vattenmätaren kan va-verket ställa krav på att servisledningen skall utföras 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

I Boverkets Byggregler från 1999 anges att "Installationer för varmvatten skall utformas så att lägst 50° C erhålls vid tappstället. Varmvattencirkulationsledningen skall utformas så att det cirkulerande vattnet inte understiger 50° C.

En lägsta varmvattentemperatur har fastställts av två skäl; normal användning av varmvatten i hushåll kräver en varmvattentemperatur på minst 45°C, samt att risken för bakteriell tillväxt i ledningarna ökar vid temperaturer som ligger runt just 45°C. Det är främst legionellabakterier som trivs bäst vid 45°C. Ändledningar med stillastående vatten får ej förekomma, man har vid reonveringar av större byggnader, exempelvis sjukhus, där längre stråk stått avstängda en längre tid fått legionellatillväxt i ledningarna med dödsfall som följd.

Högsta varmvattentemperatur

Varmvattentemperaturen vid tappställena 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 sammakoppla apparater, till exempel diskmaskiner och kaffeautomater med den befintliga tappvatteinstallationen. Denna typ av installation med flexsslang är tillåten endast då den anslutna apparaten förutsätts ha samma eller kortare livslängd än flexslangen samt att flexslangen byts ut då apparaten byts. Det är därför ej tillåtet att montera exempelvis blandare och WC-stolar med flexslangar då dessa antas ha längre livslängd än flexslangen.

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 uppföringshöjder. 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 förbindelse punkten

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 denna tabell:

Enheter med både varm och 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 du 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.

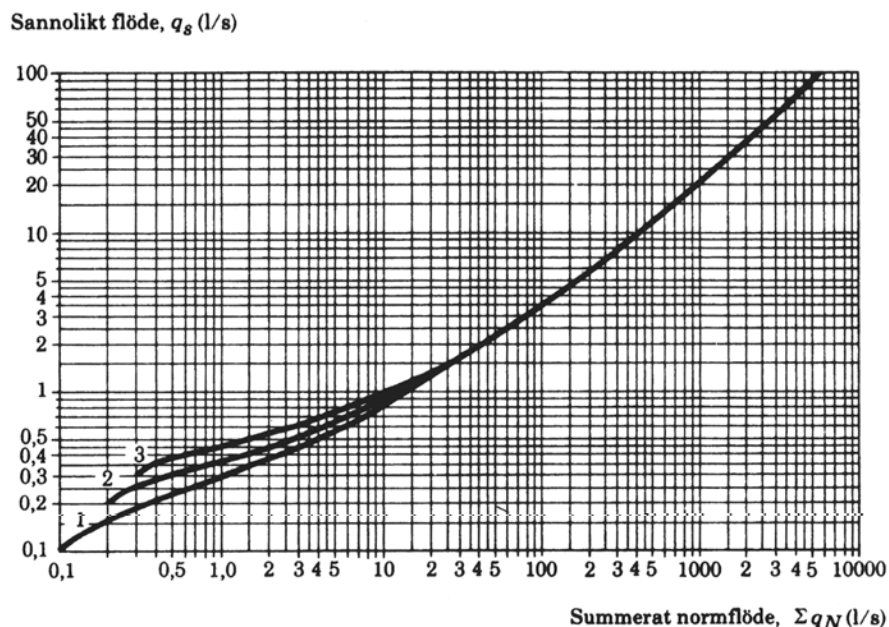


Diagram för bestämning av sannolikt flöde

5. Dimensionering av servisledning

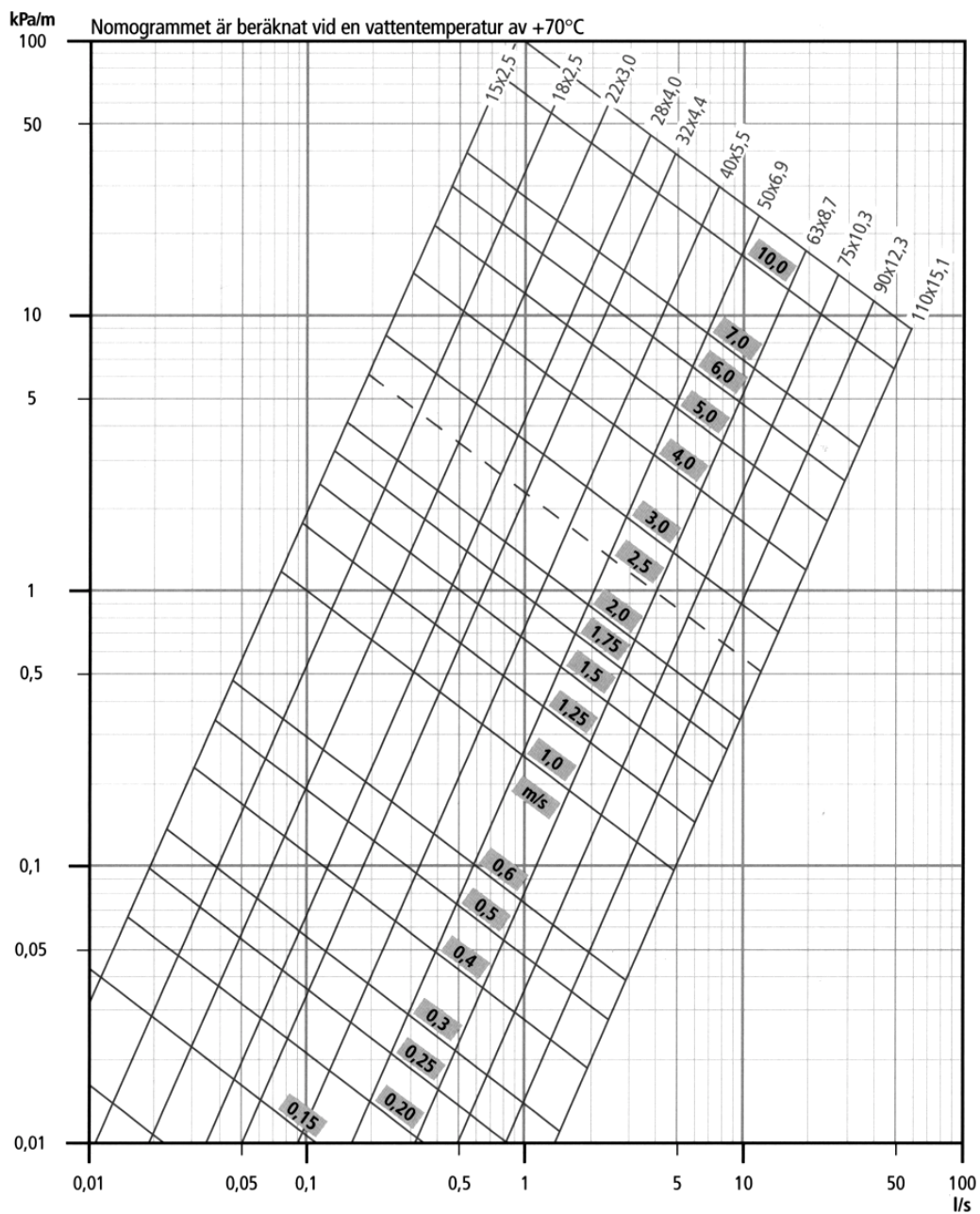
Vi har nu ett sannolikt flöde i servisledningen som vi med hjälp av nomogram kan bestämma en lämplig dimension på servisledningen. Vi har tillgång till två nomogram på nästa uppslag beroende på om servisledningen skall dras med kopparrör eller PEM-rör. För att avläsa nomogrammet måste man ha två ingångsvärden, sannolikt flöde och maxhastighet. Maxhastigheten för servisledningar i koppar kan sättas till 2 m/s. För PEM-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 på nästa sida. Vi har vid punkt tre bestämt normflödena för fördelningsledningarna. Observera att dimensionerande flöde är normflöde, ej sannolikt flöde.

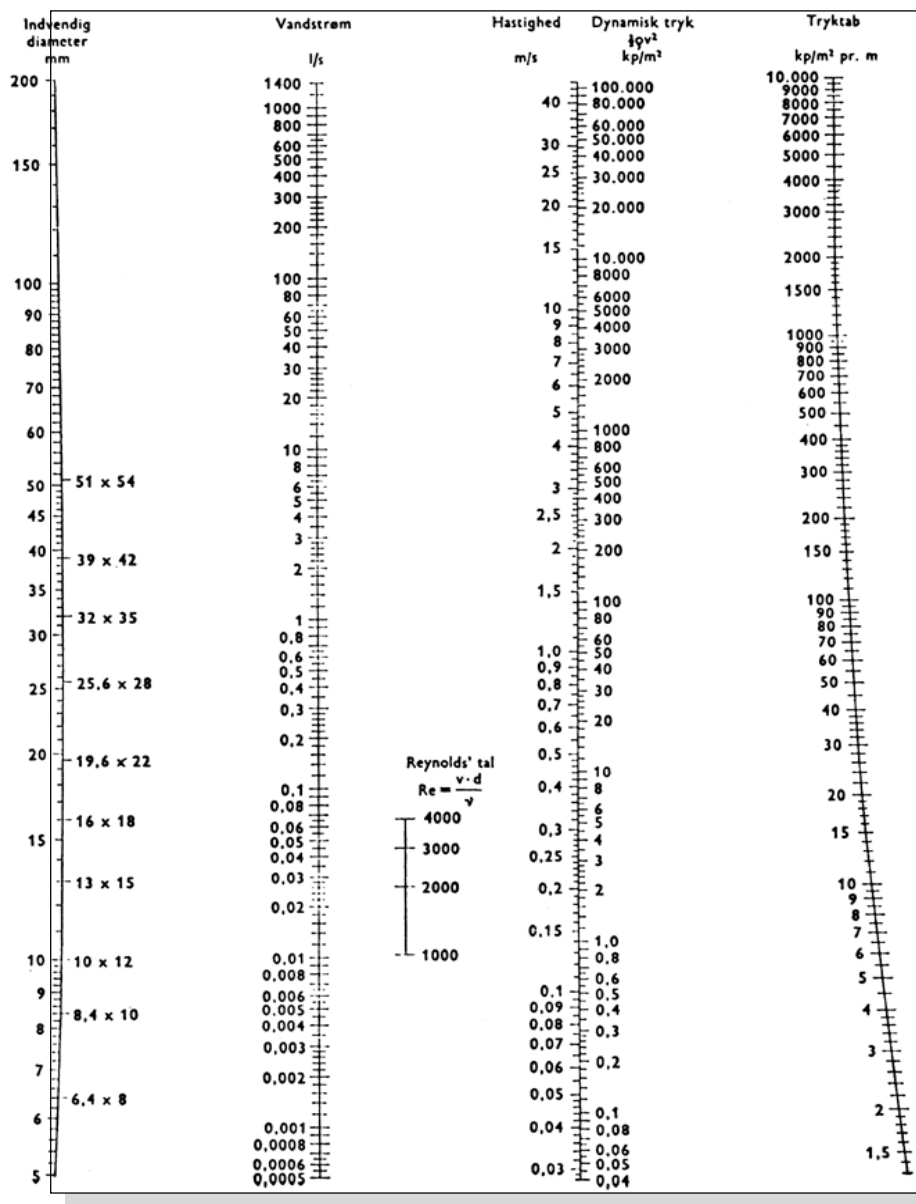
Maxhastigheten för fördelningsledningarna ser olika ut beroende på rådande förhållanden:

Fördelningsledning:	Utbytbar	KV	4 m/s
	Utbytbar	VV	3 m/s
Kopplingsledning:	Ej utbytbar	KV	2 m/s
	Ej utbytbar	VV	1,5 m/s
	Utbytbar	KV	16 m/s
	Utbytbar	VV	12 m/s
Cirkulationsledning:	Ej utbytbar	KV	4 m/s
	Ej utbytbar	VV	3 m/s
		VV	1,5 m/s



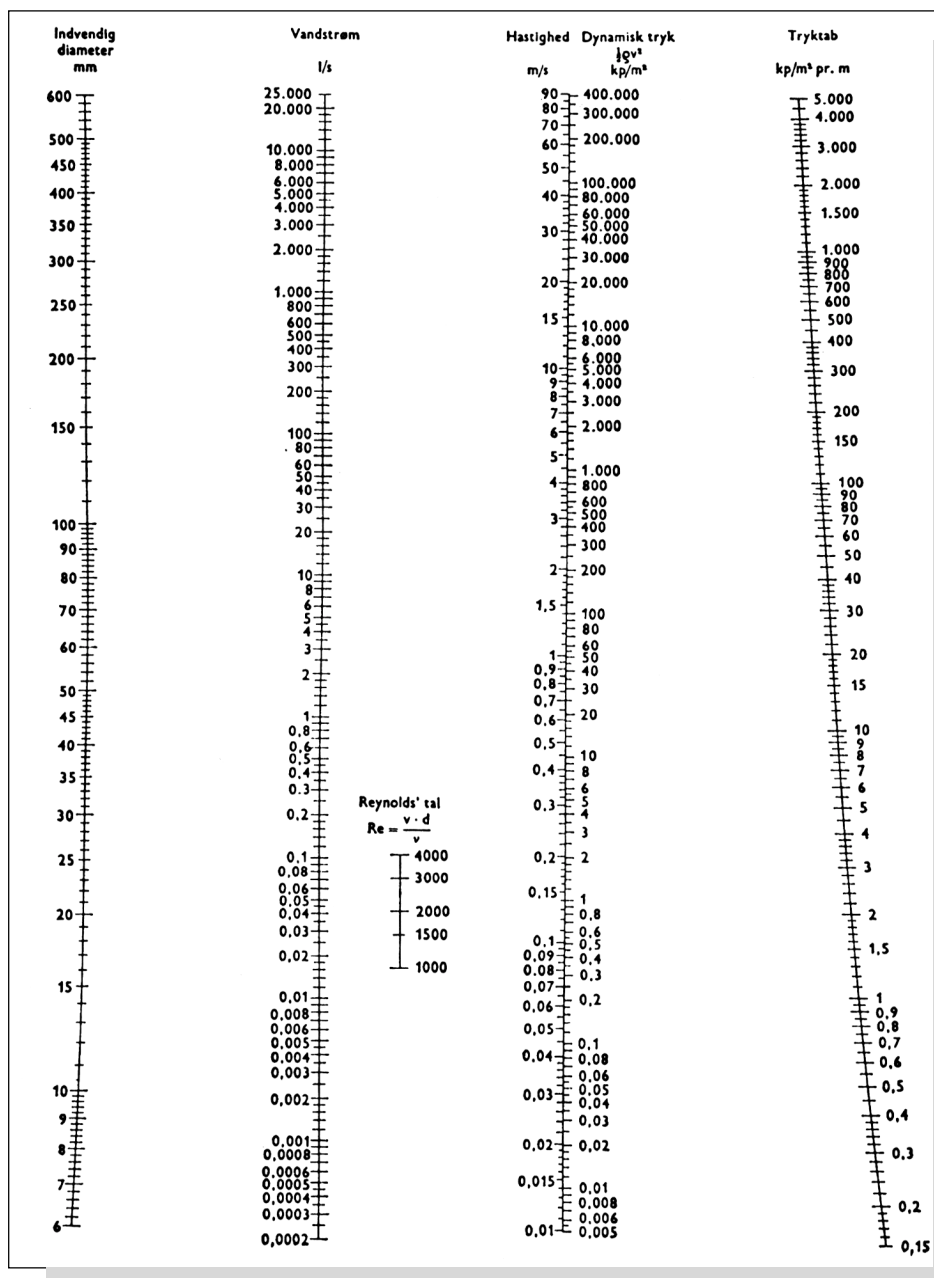
Nomogram för Wirsbo tappvattenpex





Nomogram för cu-rör

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



Nomogram för PEM-rör

7. Bestämning av sannolikt flöde i fördelningsledningarna

Bestäm sannolikt flöde i fördelningsledningarna med hjälp av diagrammet på sidan 55. Detta flöde används sedan för att kontrollera tillgängligt tryck vid sämst belägna tappställe.

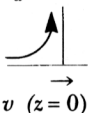
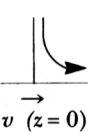
8. Dimensionering av kopplingsledningarna

Välj dimensioner för kopplingsledningarna med hjälp av tabellerna överst på sid. 58. Normflöde är dimensionerande flöde.

Tappventil Normflöde, l/s	Rörlednings dim $d_y \times t$ mm	Ledning med större dim $d_y \times t$ 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
	18 × 1	22 × 1	3,5
		Ingen begränsning	Ingen begränsning

Tappventil Normflöde, l/s	Rörlednings dim $d_y \times t$ mm	Ledning med större dim $d_y \times t$ 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.

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_a	$\frac{v_a}{v} > 1 ; z = 1,0$
		
Ventiler	$d_i \leq 25$ mm	$d_i > 25$ mm
Sätesventil	8	5
Kilslidventil	0,3	0,2
Kulventil	0,1	0,1

v = hastighet

r = böjningsradie

d_i = innerdiameter

Tabellen ovan visar motståndstal för rördelar såsom böjar, t-rör och ventiler.

9. Kontroll av tryckfall fram till sämst belägna tappställe

Detta görs genom att flöden och dimensioner för servis-, fördelnings- och kopplingsledningar avl ses i nomogram och ger ett tryckfall i $\text{kp/m}^2/\text{m}$.

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

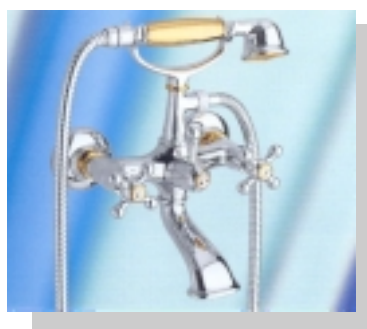
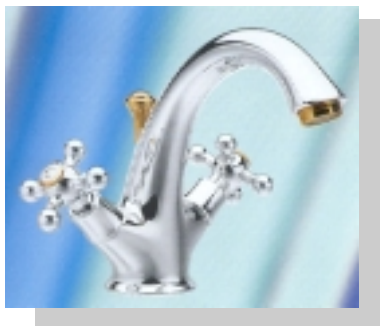
Finns det betydande höjdskillnader i installationen måste också dessa tas i beaktning, en nivåhöjning på 1 meter motsvarar 1mvp vilket motsvarar 10 kPa i tryckförlust.

Tryckfall över vinklar, böjar och T-rör avl ses i tabellen på sid 58.

Övriga tryckfall genom beredare, kulventiler, smutsfilter och så vidare summeras ihop med det framräknade tryckfallet i ledningarna. Se tillverkarens uppgifter f r 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 normf de över tappstället, se tillverkarens uppgifter. Som exempel kan nämnas att en  ttgreppsblandare har ett tryckfall på 50 kPa vid normflöde 0,1 l/s.



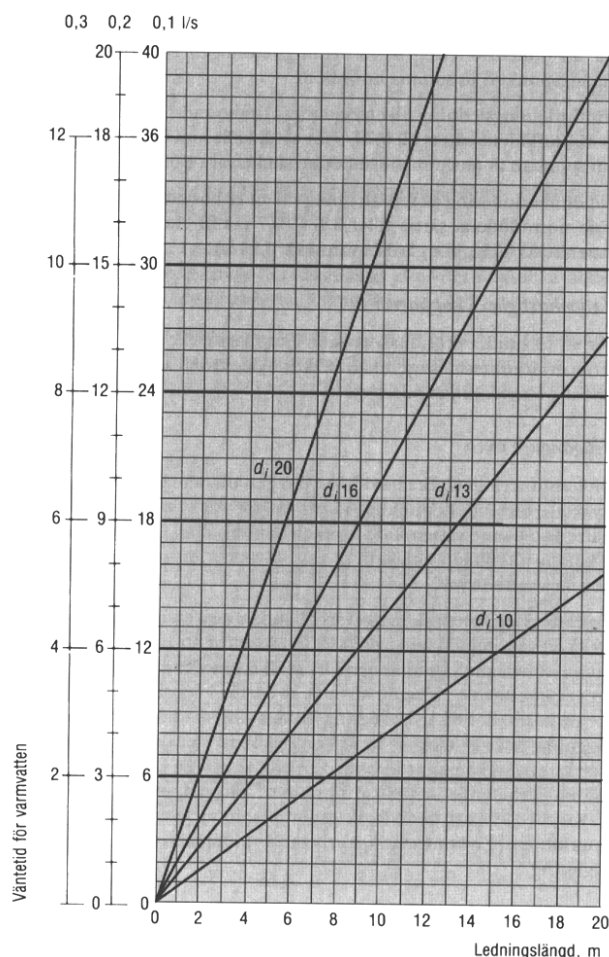
Väntetid för tappvarmvatten

Genom att låta varmvattnet cirkulera i ledningarna minskas väntetiden för att erhålla varmvatten vid tappstället.

Beroende på utförandet av cirkulationsledning eller om cirkulationsledning saknas kan det ändå uppstå väntetid på varmvattnet. BBR 99 anger att väntetiden för varmvatten inte b r överstiga 30 sekunder vid ett flöde av 0,2 l/s.

För att beräkna väntetiden på varmvatten då man saknar cirkulationsledning finns det ett speciellt diagram.

Diagram för beräkning av väntetid för tappvarmvatten



Tryckstötar

Tryckstötar i ett tappvattensystem kan uppstå då ett flöde snabbt stängs av.

Risker för tryckstötar finns då man har gamla typer av ettgreppsblandare i kombination med klen-dimensionerade rör eller vid grova ledningar och kulventiler som har liten stängningstid.



På grund av att de klena rören skapar höga hastigheter och att en omodern ettgreppsblandare kan stänga av flödet mycket snabbt kan det uppstå tryckstötar. Tryckstötarna 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 m³/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_{tapp} = Önskat tryck vid sämst belägna tappställe i enhet mvp.

H_{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 två 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 4 m³/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 kapacitet på ungefär 11 bar vid flödet 4 m³/h. Tittar vi i Grundfos katalog bland SP-pumparna på sidan 18 hittar vi en SP8A-21 som ger 4 m³/h vid 12 bar.

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 tryckströmbrytaren inte ska slå av och på hela tiden.

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 $p_{\min}$, $p_{\min}$ avläses sedan 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 _{min} [m]	Q _{max} [m³/h]																		P _{för} [m]	P _{start} [m]	P _{stopp} [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	18	24	33	33	50	50	50	50	80	80	80	80	80	27	31	45
35	8	18	18	18	18	18	24	33	33	50	50	50	80	80	80	80			31,5	36	50
40	8	18	18	18	18	18	24	33	50	50	50	80	80	80	80				36	41	55
45	8	18	18	18	18	24	33	33	50	50	50	80	80	80	80				40,5	46	60
50	8	18	18	18	18	24	33	50	50	50	80	80	80	80					45	51	65
55	18	18	18	18	18	24	33	50	50	50	80	80	80						49,5	56	70
60	18	18	18	18	18	24	33	50	50	80	80	80	80						54	61	75
65	18	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 tappställ, 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, vi letar i Grundfos produktkatalog bland tryckstegringspumparna, CR. Där hittar vi en pump, CR 4-50.

Svar:

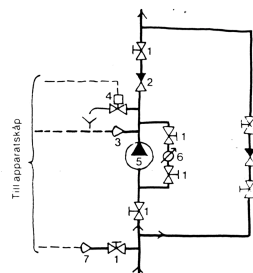
Vi väljer Grundfos CR 4-50 som ger ungefär 370 kPa vid $4,7 \text{ m}^3/\text{h}$.

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.

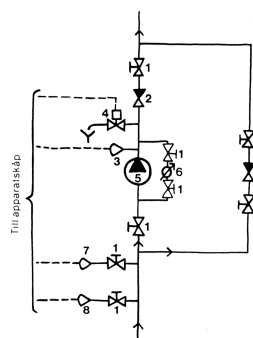
Pumpen arbetar kontinuerligt

Lösningen kan användas då man har tryckkökningsbehov endast dagtid.



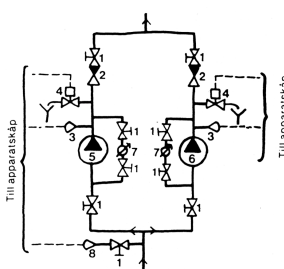
Pumpen arbetar vid behov

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



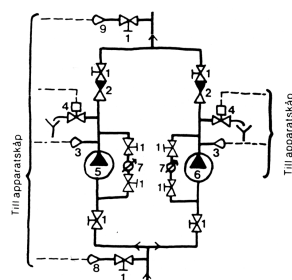
Två pumpar som alternerar dag och natt

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.



Spillvatten

Grundläggande för en spillvatteninstallation är att den skall avleda spillvattnet så att hälsofara, lukt, översvämning eller annan olägenhet inte uppstår. Den skall också anordnas så att den inte stör funktionen eller på annat sätt kan skada installationen. För att förhindra detta förses anläggningen med erforderliga anordningar för avskiljning eller annat.

Spillvatten kan avledas till va-anläggningen genom självfalls-, tryck eller sk vakuumsystem.



För att ovanstående skall kunna uppfyllas bör installationen dimensioneras och utföras på ett sådant sätt som föreskrifternas krav kräver. Detta görs bäst genom att utföra installation och dimensionering enligt de samlade erfarenheter som beskrivs här efter. Detta gäller för självfallssystem. Varje tappställe skall förses med en avloppsenhet såvida inte vattnet kan avledas på annat sätt utan att olägenhet uppstår. Säkerhetsanordningar, såsom sprinkler, nödduschar och brandposter får dock normalt anordnas utan avlopp.

Golvavlopp skall anordnas i utrymme:

- a) 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, dvs med diskmaskinsunderlägg
- b) för badkar eller dusch
- c) som skall användas för eller rengöras med spolning
- d) för avloppsenheter utan bräddavlopp eller annat översvämningsskydd
- e) för apparat med automatisk vattenpåfyllning som inte är försedd med översvämningsskydd
- f) för biltvätt
- g) med anordning som vid reparation o d kräver avtappning av stora vatten mängder såvida inte vattnet kan avledas till annan avloppsenhet utan olägenhet
- h) där det föreligger stor risk för okontrollerad utströmning av vatten

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 golvavlopp. Avloppsenheter skall förses med luktlås så att obehaglig lukt inte kan uppstå. Luktlås skall kunna rensas.

Rekomendationer för riktningsförändringar av avloppsledningar.

Stående **samlingsledning** ansluts till liggande ledning med grenrör med vinkel $< 45^\circ$, se fig. a.

Stående **anslutningsledning** kan anslutas till liggande **samlingsledning** med grenrör och vinkel $< 90^\circ$, se fig b.

Liggande ledning anluts till stående ledning med grenrör och vinkel $< 90^\circ$, se fig. c.

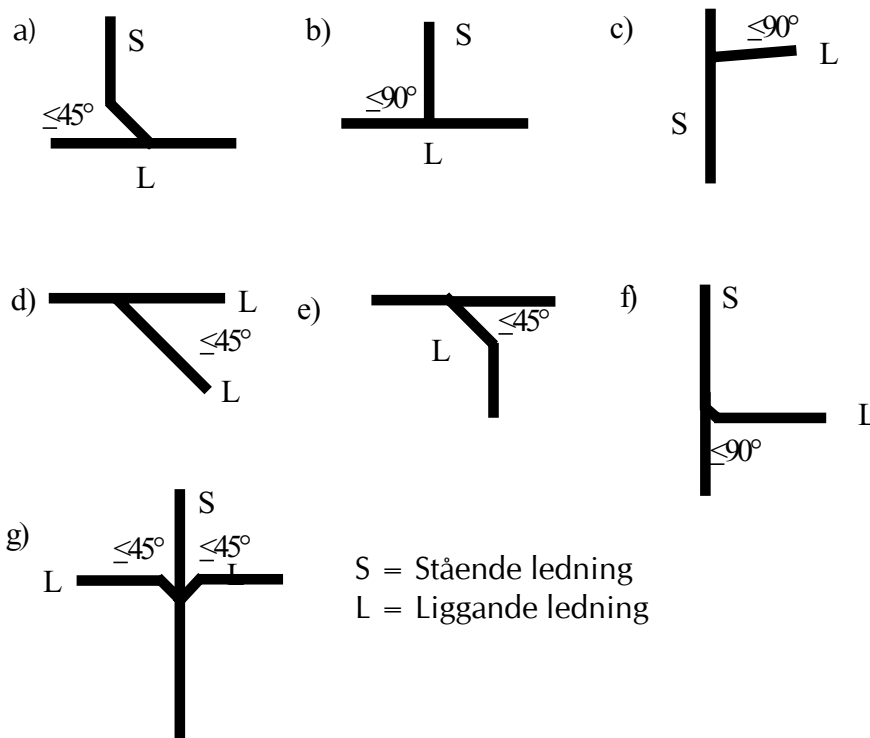
Liggande ledning ansluts till liggande ledning med grenrör och vinkel $< 45^\circ$.

Riktningsförändring(böjar) på liggande ledning utförs med språng och vinkel $< 45^\circ$, se fig.d och e.

Stående ledning som övergår i liggande ledning kan utföras med vinkel $< 90^\circ$ förutsatt att det anordnas en rensöppning i dess omedelbara närhet, se fig. f.

Anslutning av två liggande ledningar på samma nivå till stående ledning kan utföras med anslutningsvinklar < 45 grader, se fig g.

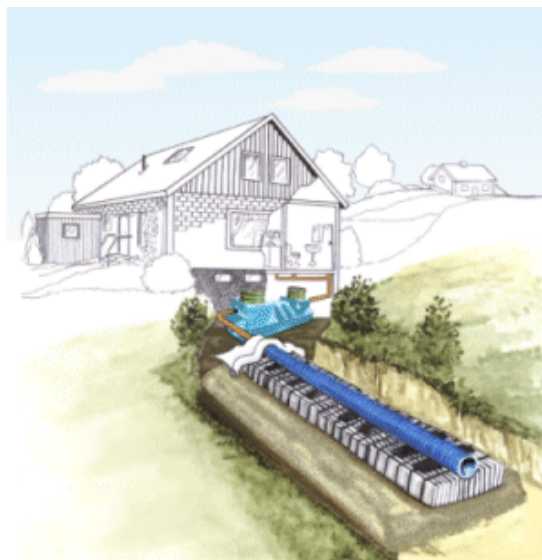
Dubbla grenrör(korsgrenrör) kan användas endast i de fall det säkerställts att överspolning inte kan äga rum.



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, dimensioneringen sker i sex steg:



1. Bestämning av plushöjd vid förbindelsepunkt.
2. Bestämning 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. Fall fås ur diagram.
- Luftad anslutningsledning dimensioneras enligt Diagram 1, oluftad anslutningsledning dimensioneras enligt Tabell 1. Skillnaden är att oluftad ledning begränsas i längd och fall.
- Luftad samlingsledning dimensioneras enligt diagram, oluftad samlingsledning dimensioneras enligt tabell sid.72
- 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 diskådsenhet, till ledning DN75 kan det anslutas max tre diskådsenheter.
Till stående luftad ledning DN75 kan det anslutas upp till sex diskådsenheter 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.

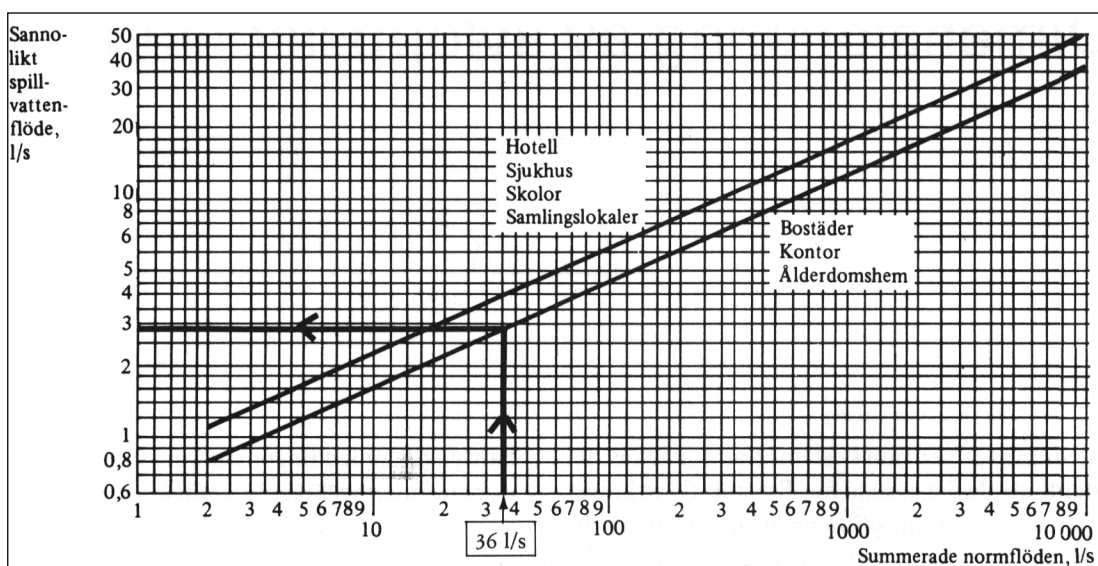
2. Bestämning av normflöden för enskilda avloppsenheter

Normflöden för avloppsenheter enligt nedan:

Enhet	Normflöde l/s	Enhet	Normflöde l/s
Tvättställ	0,3	Mindre utslagsback	0,9
Diskbänk	0,6	Större utslagsback	1,8
Diskbänk i restaurang.	1,2	Vattenklosett	1,8
Tvättmaskin < 5kg	0,6	Badkar	0,9
Tvättmaskin > 5kg	1,2	Bidé	0,3
Hushållsdiskmaskin	0,6	Urinal	0,3
Diskmaskin i restaurang.	1,2	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.



4. Dimensionering av anslutningsledningarna

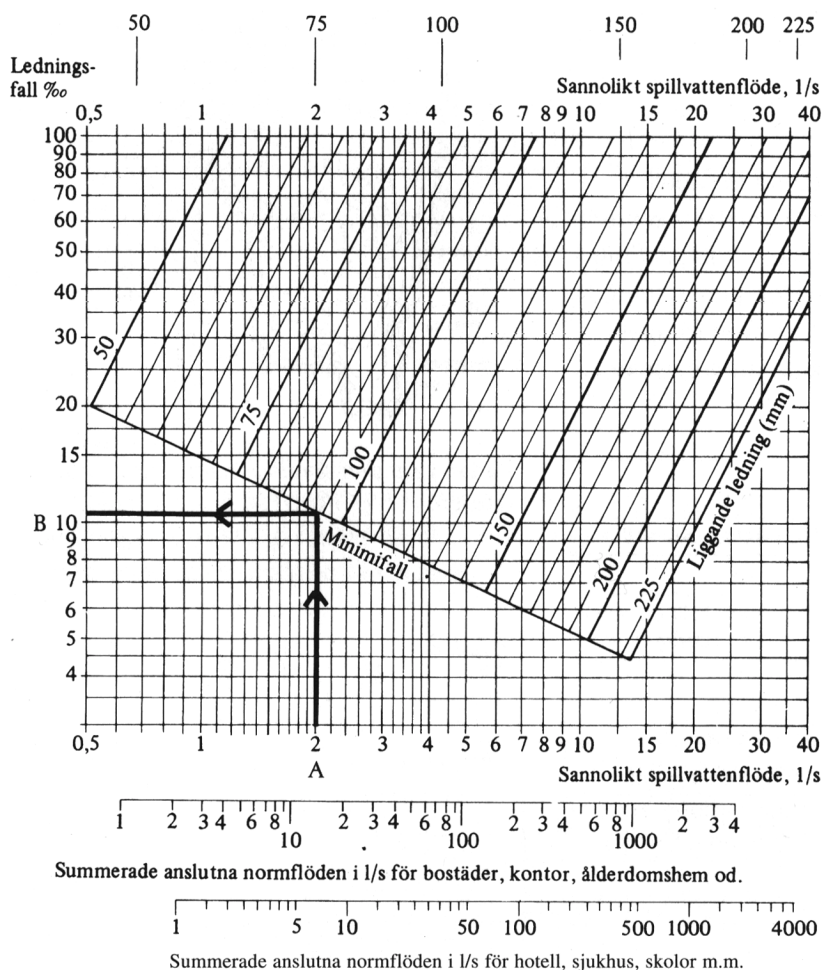
Är ledningen oluftad erhålles dimensionen ur tabellen berdvid.

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
2,9	75	10	5
6,3	100	10	10
12,6	150	icke begränsad	4



5. Dimensionering av samlingsledningar

Luftad samlingsledning dimensioneras med hjälp av tabellen ovan. Tänk på att sannolikt flöde inte kan vara mindre än största normflöde från en enskild avloppsenhet.

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 sugur vid tömning av avloppsenheter.

Sker detta bryts luktpärren 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 läckning inte förekommer.





Uppfördringsanordningar, 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 kalla 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 dvs efter tryckhöjden och det flöde pumpen skall klara av att transportera.

Tryckhöjden = Statisk höjd till självfallsledning + 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 tappställen **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.

Pumpgropen kan vara placerad 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 lukttät betäckning samt förses med luftningsledning som står i direkt kontakt med ytterluften. 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.

Pumpgropen 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 tömnig av brunnen installeras någon form av nivåvipa.

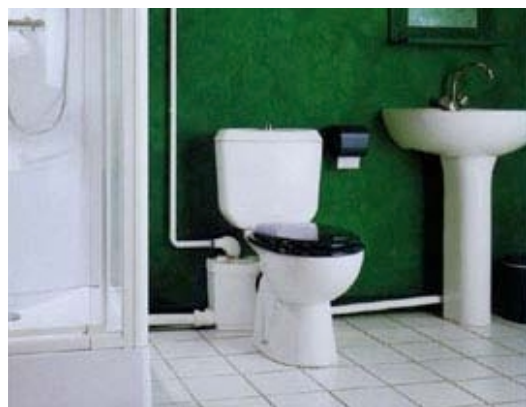


Ur servicesynpunkt måste pumpen vara åtkomlig från golv- eller marknivå, den kan t.ex. anordnas så att den går att lyfta upp ur pumpgropen t.ex. med hjälp av ett så kallat gejdorr. Utloppet från pumpgropen skall ha återströmningsskydd, t.ex. i form av en backventil. Lämpligen ovanför marknivå så att den enkelt kan rengöras.

Uppfordringsanordningen förses också med någon form av driftavbrottskydd. 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 driftavbrottskydd, förutsatt att den effektiva brunnsvolymen är minst 200 liter.

För att hantera spillvatten som består av spillvatten från t.ex. tvättmaskiner, tvättställ kan enklare typer av pumpar användas. Då spillvattnet innefattar spillvatten med fasta 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.

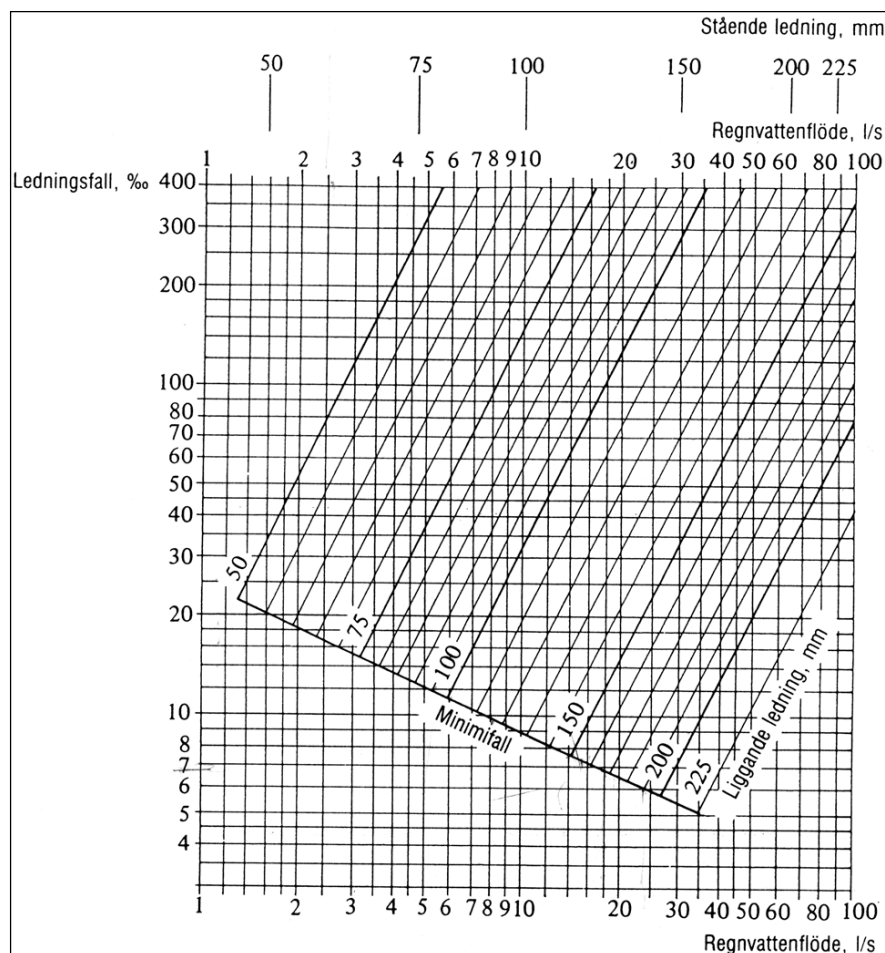
i_s = Sannolik regnintensitet i liter per sekund och kvadratmeter på orten beräknad för varaktighet i 10 minuter med en återkommande frekvens på fem år.
För ytor understigande 10 000 m² kan regnintensiteten sättas till 0,013 l/s m² gällandes i hela landet.

A = Horisontellt projicerad area i kvadratmeter.

Y = Ytkoefficient enligt tabell nedan beroende på material.

Typ av yta	Area m ²	Y
Trädgårdstomt	< 1500	0,3
Grusbelagd yta	> 1500	0,6
Gräsyta	> 1500	0,1
Takyta, asfalt, betong		
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 på sid. 74.



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.** Om markens beskaffenhet tillåter samt att markens lutningsförhållanden medger detta.
- **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.
- **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 gropan måste tryck ledningen 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.

Slam eller andra fasta partiklar som ger påtaglig risk för avsättningnar.

Fett eller andra ämnen som avskiljs vid spillvattnets kylning.

Bensin eller andra brand- och explosionsfarliga vätskor.

Anslutna avloppsenheter utförs därvid utan vattenlås.

Olja och i vatten andra ej lösliga vätskor



Fettavskiljare

Enligt BBR94 skall fettavskiljare installeras om det finns risk för att mer än obetydliga mängder av fett skickas ut i avloppet. Mer preciserat krävs i de flesta fall fettavskiljare för följande typer av verksamhet.

bageri
salladsbar
slakteri
grill
catering

pizzeria
charkuteri
hamburger
livsmedelsbutik
fiskindustri

storkök
konditori
bar
rökeri
friteringsanläggningar

café
restaurang
mottagningskök
gatukök

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 temperatur. Se nedan exempel på olika smältpunkter:

Sojabönsolja	-12°	Smörfett	21°	Olivolja	-6°
Palmkärnsolja	22°	Torskleverolja	-3°	Talg (nöt, får)	38°

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 EU-norm PREN-1825

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_r = Faktor halt av rengöringsmedel i spillvattnet.

Spillvatten utan rengöringsmedel 1,0

< 0,75 kg/m³ 1,3

0,75 - 1,5 kg/m³ 1,5

> 1,5 kg/m³ 2,0

f_t = Spillvattentemperaturfaktor:

< 50° 1,0

50 - 70° 1,3

> 70° 2,0

Dimensionering av fettavskiljare kan också utföras enligt förslag till Europannorm med utgångspunkt från typ av anläggning och genomsnittlig drifttid per dygn. Förutom värden som erhålls 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

Exempel:

Bestäm lämplig storlek på avskiljare till en restaurang som serverar 300 portioner per dygn med en drifttid på 16 tim/dygn. Diskmedelsfaktorn kan sättas till 1,3.

$$NS = 1,3 \times 0,74 \times 3 = 2,9$$

Tittar vi i TTM´s produktkatalog bland fettavskiljarna ser vi att en MIRI FAM-96-3 klarar det dimensionerande NS-flödet 2,9 l/s.

Lokala föreskrifter för dimensionering av fettavskiljare finns också, de två tidigare redovisade sätten betraktas dock som fullt tillräckliga oavsett 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 anslutningsledningarna 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 avskiljarytrymme 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.

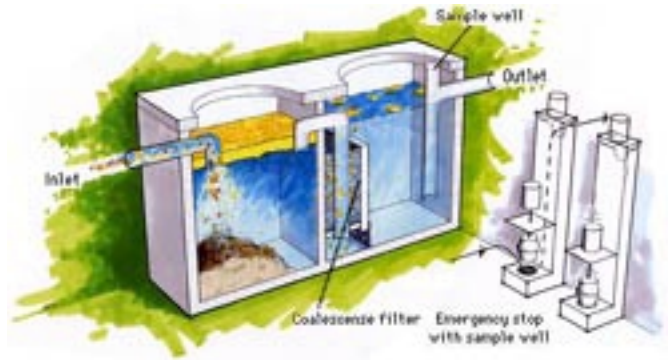
Precis som vid avloppstankar och dylikt måste en avskiljare placeras på frostfritt djup. Vid lösa jordlager eller hög grundvattennivå måste tanken förankras. Om avskiljaren placeras närmare än 1 meter från förekommande fordonstrafik måste den förses med en tryckutjämningsplatta som gjuts av betong. Vidare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

Oljeavskiljare finns indelade i två klasser, beroende på kvarvarande oljehalt och avskiljningsgrad efter rening. För klass I tillåts en resthalt på 5mg/l och en avskiljningsgrad på minst 99,88 %.

För klass II tillåts en resthalt på 100 mg/l och en avskiljningsgrad på minst 97,60 %.

För de flesta driftfall räcker klass II tillräckligt. Klass I kan krävas vid speciellt höga reningskrav, exempelvis vid anläggningar för motortvätt och rengöring av oljebemängda maskindelar.

En oljeavskiljare skall alltid vara försedd med slamfång, som antingen kan sitta inbyggt i oljeavskiljaren eller vara installerad separat.

Dimensionering av oljeavskiljare utomhus enligt formel:

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

fd = Densitet för olja $< 0,85 \text{ g/cm}^2$ $fd = 1$

$0,85 - 0,90 \text{ g/cm}^2$ $fd = 2$

$0,90 - 0,95 \text{ g/cm}^2$ $fd = 3$

i = Regnintensitet, kan sättas till $0,013 \text{ l/s m}^2$ för hela Sverige.

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

Formel för att bestämma volym V_s på slamfång:

$V_s = 100 \times N_s / fd$ Vid låg belastning, exempelvis bensinstation under tak.

$V_s = 200 \times N_s / fd$ Vid hög belastning, exempelvis parkeringsplats.

Vid dimensionering av oljeavskiljare utomhus kan denna behöva kompletteras med en bypassledning 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 m².

Formler:

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

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

Givna data:

$$fd = 1, \text{ bensin och lättare oljor. } i = 0,013 \text{ l/s m}^2 \quad A = 600 \text{ m}^2$$

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:

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

fd = Oljedensitet enligt tidigare värden

Qs = Sannolikt spillvattenflöde, se tabell överst på sidan 83

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:

$$Vs = 200 \times NS / fd \quad \text{Gäller för normala förhållanden.}$$

$$Vs = 300 \times NS / fd \quad \text{Vid rengöring av entreprenadmaskiner, lastbilar, jordbruksmaskiner etc.}$$

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 slamfånget.

Formler:

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

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

Givna data:

$$fd = 1, \text{ dieselolja.}$$

$$Qs = 3 \times 1,2$$

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.



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.

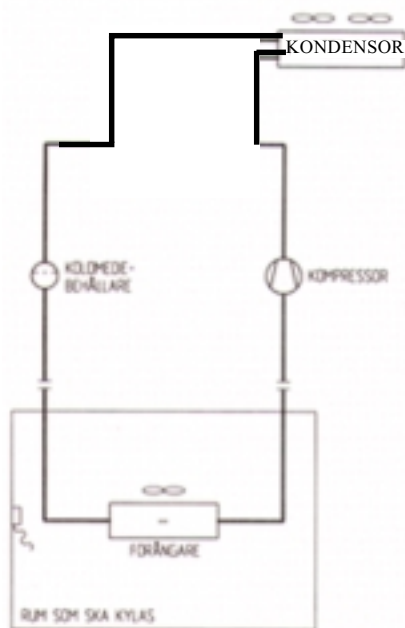
Kylan kan produceras antingen i en central kylanläggning i fastigheten eller i en fjärrkyleanläggning för att sedan distribueras på samma sätt som vanlig fjärrvärme.



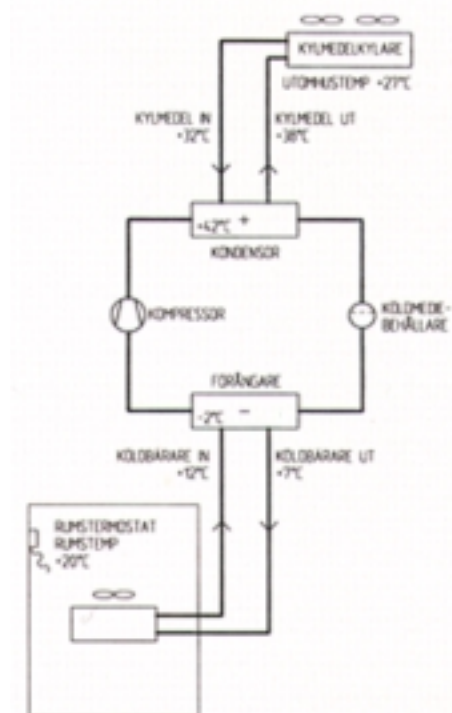
Fjärrkyleproduktion kan ske genom utvinning ur sjövattnet, grundvattnet eller med en vanlig kylanläggning. Det finns också mindre kylapparater som kan tillgodose kylbehovet i enstaka rum eller småhus.

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



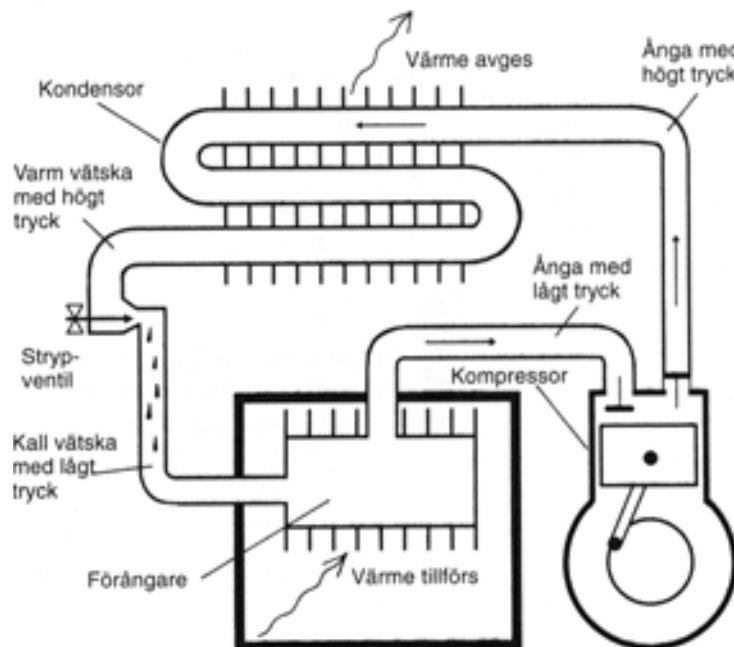
Indirekt

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 värmeväxlare och ett köldbärarsystem, inkopplingsprincipen kan jämföras med vanlig fjärrvärme.

Så fungerar kylmaskinen

Principen för hur en kylapparat 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.



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 grader C.

Påfyllning och tömning av köldmedier måste utföras av certifierade personer, medierna 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 mest i industriella sammanhang.

Distribution av vätskeköldbärare

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

På samma sätt som 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 diffusions-tät, 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.

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 en sådan är Retherms Spirovent.



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 fjärrkylecentralen 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 shuntgruppp 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, avstängningsventiler och avtappningsventiler.

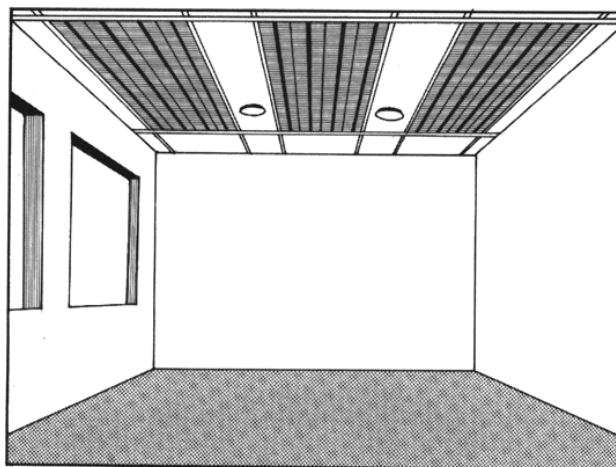
Överföring av kyla till lokaler

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, temeperaturskillnaden mellan tillopp och retur och temperaturskillnaden mellan rumsluften och köldbäraren, det vill säga det vi benämner "delta-T".

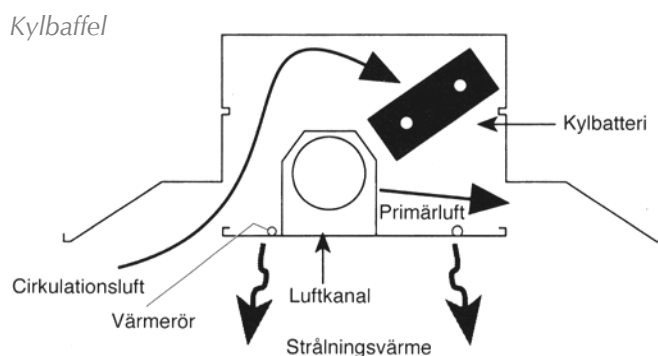
Exempel på olika kylapparater är kyltak, kylbafflar, kylkonvektorer och kombinationspaneler.

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.

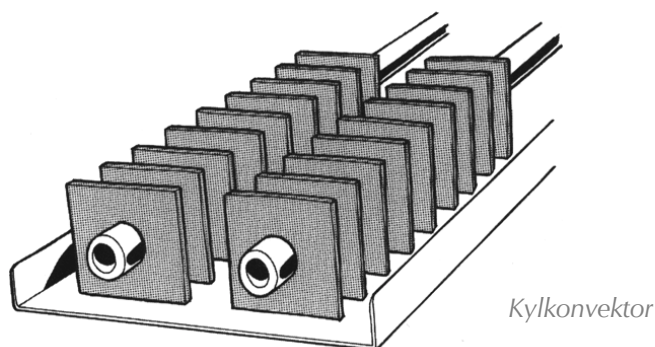


Kyltak

Med en **kylbaffel** kyla den varma rumsluften mot baffelns kalla ytor, rumsluften passerar ett kylbatteri i baffeln. Cirka 30% av kylningen avges genom strålning, resten via konvektion. Det finns även kombibafflar för både värme och kyla. Kylbafflarna kan även vara försedda med fläktar.

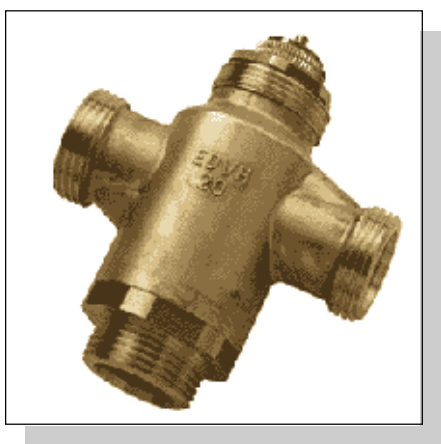


En enkel typ av kylapparat är **kylkonvektorn**, består av ett kopparrör klätt med aluminiumflänsar. Största mängden kyla avges via konvektion.



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 sk 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

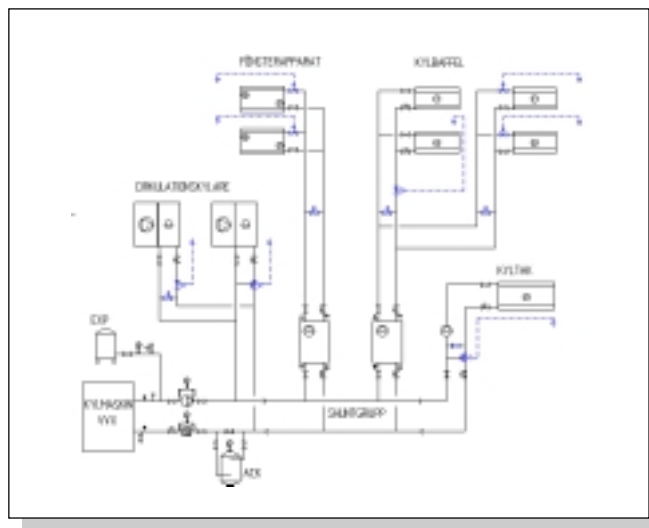
Eftersom vi oftast har både ett värmebehov och ett kylbehov vid vissa tider måste värme och kylan regleras med givare som har neutralzon för att båda systemen inte skall jobba samtidigt och på så sätt motverka varandra.

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. Exempel på en sådan termostat är MMA's rumsregulator R21.



Används separata termostater med lös givare måste kyltermo-
staten vara minbegränsad till
en temperatur som ligger nå-
gon grad över radiator-
termostatens 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". Exempel på armatur för denna typ av lösning är MMA's ventiler för kyla EKV eller EDVH tillsammans med ENTZ begränsad till 22 grader och för värme FVR med MTW begränsad till 22 grader.



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/cm²
1	1000	1	10	1,020
0,001	1	0,001	0,01	1,020x10 ⁻³

Energi

Nm Ws	kWh	kcal
1	2,778 x 10 ⁻⁷	0,2388 x 10 ⁻³
3,6 x 10 ⁶	1	859,8
4,187 x 10 ³	1,163 x 10 ⁻³	1

Effekt

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