



Värmeinstallationer

Om vattenvärmesystem i befintliga byggnader

Slutredovisning av SBUF-projekt 11871.

Dokumentet utgör underlag för en bok som ska ges ut av VVS Företagen.

2010-01-13

Förord

Värmesystem har lång teknisk livslängd. Det är inte ovanligt att de är 60, 80 eller rentav 100 år gamla. Beroende av när de utfördes kan de vara uppbyggda på olika sätt. Det krävs kunskap då man gör ingrepp på sådana system.

Ombyggnad och komplettering av befintliga värmesystem är rörentreprenörers och VVS-montörers vardag. Det finns många övergripande frågeställningar om systemen i stort. Och det finns mängder med detaljfrågor: Vilka rörmaterial och fogmetoder har förekommit? Vad ingår i äldre rörisolering? Vilka radiatorer har använts? Hur är dolda rör förlagda? Hur tänkte man då systemen utfördes. Att ha god kunskap om gamla värmesystem är en nödvändig förutsättning för att välja rätt lösningar.

Många äldre montörer har genom lång erfarenhet fått kunskap om olika typer av äldre system. Men för yngre montörer är detta vara ett problem. Mycket kunskap saknas och det finns sedan tidigare ingen lätt tillgänglig är sammanställning av kunskap.

Syftet med projektet har just varit att samla och sammanställa kunskap om äldre värmesystem. Projektet har främst varit inriktat på dels på de system man möter i äldre hus, dels på rörmaterial och komponenter m.m. och de delar av systemet som vanligen finns kvar och kan vara aktuella att bevara.

Arbetet med kartläggning av äldre värmesystem bygger i hög utsträckning på studier av äldre handböcker och annan äldre litteratur samt intervjuer med personer som har kunskap.

Arbetet har främst utförts av Göran Stålbom, Allmänna VVS Byrån AB. Jan Bergman, NVS, har varit projektledare.

Arbetet redovisas som ett underlag för en skrift för att implementera resultaten i branschen. Boken, som även kommer att innehålla mer material, ingår inte i detta SBUF-projekt. Den kommer att ges ut av VVS Företagen under 2010.

Arbetet har finansierats av SBUF. Projektet har haft stöd av en referensgrupp bestående av Rolf Kling, VVS Företagen och Lars Almqvist, LH Bygg. Texten har i olika delar lästs av bland annat Christer Nordemo, VVS Forum, Carl-Göran Bergman, IUC, Lennart Jagemar, CIT, Lennart Berndtsson, HSB.

Stockholm i januari 2010

Göran Stålbom

Jan Bergman

Innehåll

Innehåll.....	3
Från gasljus till VVS	4
Husets härd och värmeledning	20
Bränsleförsörjning och energikriser	32
Kraft och bränslen	38
Kylteknik	43
De moderna värmesystemen	50
Vattenvärmesystemens uppbyggnad	56
Värmesystemets komponenter	65
Byggnaders föränderlighet	87
Checklista för restaurering av radiatorsystem	90
Litteratur.....	91
Bilagor.....	93

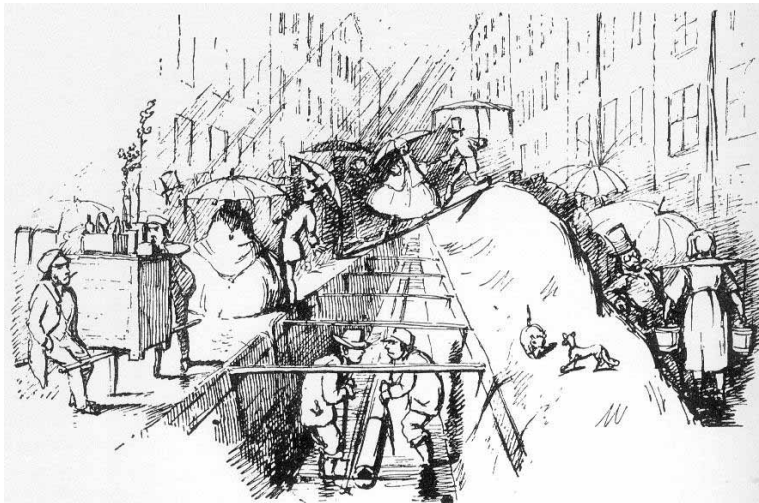
Från gasljus till VVS

År 1846 byggdes ett gasverk i Göteborg. Staden skulle få bättre och bekvämare gatubelysning. Liknande system hade byggts kommersiellt sedan 1812 i många europeiska storstäder och kom att symbolisera ett upplyst och modernt samhälle. Nu skulle denna nya teknik etableras också i Sverige.

Det fanns en beprövad affärsidé. Man bildade ett bolag som byggde ett gasverk som försåg de inre delarna av staden med gatubelysning. För detta betalade staden en fast årlig ersättning under en viss kontraktstid. Därefter övergick anläggningen till staden. I gengäld fick bolaget monopol på lönsamma gasleveranser för enskild belysning, främst till fabriker, teatrar, caféer och mer förmögna hem.

Gasbolagen, och hela branschen, hade starkt stöd i engelska erfarenheter. Firma Boulton & Watt, där James Watt var verksam, hade byggt gasljus kommersiellt sedan 1804. På 1840-talet fanns många företag, stor kompetens och ett brett utbud av produkter i Storbritannien.

Efter Göteborg anlades liknande system i Norrköping 1851 och i Stockholm 1853. Arbetet utfördes med personal och produkter från England. Men i Stockholm framträdde en svensk företagare, fabrikören Johan Wilhelm Bergström. Han ansåg att man skulle använda produkter och personal från Sverige.



De första stora tekniska systemen i industrialiseringen av Europas storstäder var gasverk och gasledningar för belysning. Denna litografi av Carl Thulstrup visar rörarbeten på Drottninggatan i Stockholm i oktober år 1859.

Glasslipare, finmekaniker och fotograf

Bergström var en mångsidigt begåvad person, som skulle komma att bli en av den kommande VVS-branschens förgrundsgestalter. Vid 12 års ålder hade han lämnat snickarhemmet på Kungsholmen och satts i lära hos en glasblåsare. Han blev glassliparmästare och öppnade 1833 ett glassliperi på Drottninggatan. Verkstaden växte snabbt till en fabrik. År 1843 startade han Sveriges första fotoateljé, och han var själv verksam som porträttfotograf.

Efter 1846 inriktade han sig på finmekanik, gevärssikten, artilleri-riktmedel och vetenskapliga instrument, något som givit honom en roll i datorernas historia. Engelsmannen Charles Babbage brukar omnämnas som den förste konstruktören av en mekanisk dator, differensmaskinen. Men Babbage lyckades aldrig få sin maskin att fungera, trots omfattande ekonomiskt stöd från sitt land. Den första fungerande differensmaskinen byggdes i stället av tre svenskar, Georg och Edvard Scheutz och just J. W. Bergström.



Johan Wilhelm Bergström (1812-1881), Sveriges förste rörledningsentreprenör och en av dåtidens stora män i Stockholms industri- och näringsliv. Han var ursprungligen glasslipare och finmekaniker, men ägnade sig efter 1854 helt åt rörarbeten. När han år 1877 drog sig tillbaka var hans verksamhet stor, han utförde gas- och vattensystem för hela städer. Trots att Bergström år 1878 donerade ett stort antal centralt belägna fastigheter till Stockholms stad, så efterlämnade han en mycket stor förmögenhet vid sin död. Till vänster ett självporträtt (dagerrotypi, den första fototekniken) från 1840-talet, till höger en oljemålning från omkr. 1860

Kung Oscar I fick upp ögonen för Bergström när denne år 1846 fick en stor beställning från Sardiniens regering för tillverkning av precisionsdelar för artilleriammunition. Kungen imponerades av fabrikörens begåvning och sände honom på resa för att studera tidens industriella anläggningar i övriga Europa. Kungen gav honom en ledande roll i planeringen av det svenska deltagandet i världsutställningarna i London 1851 och i Paris 1855.

Den 18 december 1853 tändes den första gaslyktan på Norrbro. Några månader tidigare hade Bergström skrivit till Gaslysnings-aktie-bolaget i Stockholm och lämnat anbud med en fast prislista på olika slag av gas-installationer. Problemet var att den engelska entreprenören Smith & Outwaite hade begärt att få göra dessa arbeten med ensamrätt, vilket de dock bara kom att få första året.

Gasbolaget erbjöd Bergström att göra en lägenhetsinstallation på prov och i januari 1854 hade han fullbordat provbelysningen i sitt eget hus. Han inbjöd hela direktionen till inspektion. De fick se hans egenhändigt tillverkade belysningsapparater och ”att lågornas lyskraft gott och väl motsvarade 12 vaxljus”, vilket var det krav man hade ställt. Man noterade att apparaterna var omsorgsfullt utförda och att ingen gaslukt kunde förnimmas. Den 25 januari 1854 antogs därför Bergström som Stockholms första svenska gasledningsentreprenör.

Konkurrens från fotogen

Under två decennier fanns stor efterfrågan på gasljus och det byggdes gasverk i många större städer. År 1867 hade det byggts nära nog 30 gasverk i Sverige. Men mellan 1867 och 1900 byggdes bara två nya gasverk i Sverige. Förklaringen var en ökande konkurrens från fotogenlampor. Importerad lysfotogen hade blivit mycket billig. På 1870-talet tog fotogenlampor över på bred front. Gasverken tvingades finna nya marknader, framför allt gasspisar.

Gasledning blev därefter en minskande marknad. Men två andra stora ledningssystem hade börjat byggas i många städer. Vatten och avlopp.



Billig importerad lysfotogen kom som ett hårt slag mot gasindustrin. Petroleumindustrin uppstod år 1859 i Pennsylvania och fotogen var dess viktigaste produkt fram till 1920-talet. På 1870-talet hade fotogenlampor börjat ersätta annan belysning i Sverige, i hemmen, i offentliga lokaler och som gatubelysning i städer utan gasverk. Målning av J. W. Wallander 1882.

En rörbransch etableras

De större städerna växte snabbt under senare delen av 1800-talet. Behovet av bra vattenförsörjning blev akut. Redan från 1840-talet fanns engelska vattenbyggnadsföretag från vilka man kunde köpa rör och produkter för vattenverken och få hjälp med planering, projektering och finansiering.

Arbetet med ett system för vattenförsörjning i Stockholm påbörjades år 1858 och tre år senare invigdes det första vattenverket med 30 km ledningsnät. Liknande system kunde invigas i Karlskrona 1861 och i Jönköping 1864. På 1870-talet installerades system i Norrköping, Uppsala och andra större städer.



Ett rörarbetarlag hos firma A. Rundquist & Co år 1877.

Gamla rör

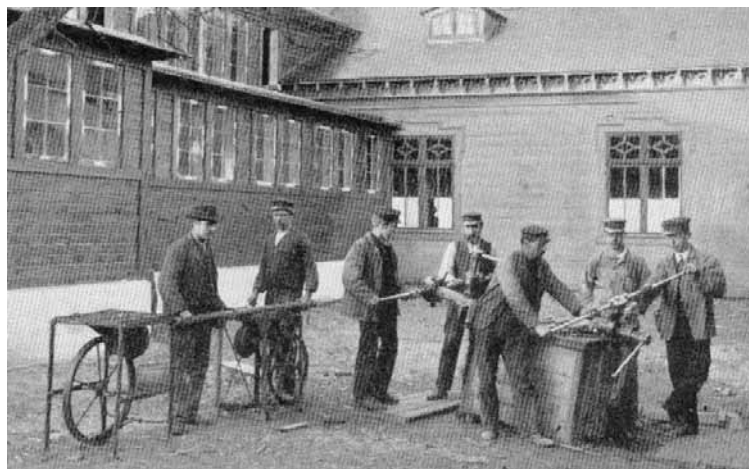
Pumpar, rörledningar, vatten- och värmesystem fanns givetvis långt före en rörbransch i modern mening kom att etableras på 1850-talet.

Man har hittat rester av ett kopparrör i Egypten från 2500 f.Kr. I Romerska riket var blyrör för vatten vanligt. De äldsta blyrör som påträffats i Sverige är från 1200-talet och har hittats i ett kloster.

Smeder och mekaniker tillverkade ledningar av järnrör, kopparslagare tillverkade kopparrör, bleckslagare blyrör. Rörsmeder var ett gammalt skrå, men de tillverkade framför allt rör för gevärspipor. Pumpmakare var eget skrå. De gjorde handpumpar och trärör och anlätades långt in på 1900-talet på landsbygden.

Trärör har använts sedan årtusenden. Man hittar inte sällan medeltida trärör vid arkeologiska utgrävningar i städer. Mindre kommunala vattenledningar av trärör har även anlagts senare, exempelvis en vattenledning av trärör som anlades 1796 för att försörja ett antal brunnar i Göteborg, där folk kunde hämta vatten. Den renoverades med trärör under 1800-talet. Först efter 1880-talet byttes alla trärör ut till gjutjärnrör.

J.W. Bergström såg tidigt affärsmöjligheterna i vattenutbyggnaden. År 1861 fanns, utöver Bergström, fem godtaga gasledningsentreprenörer i Stockholm. Tre av dem godtogs premiäråret 1861 också som vattenledningsentreprenörer. Men från år 1864 fick alla gasledningsentreprenörer automatiskt rätten att även utföra vattenledningsarbeten. De blev rörledningsentreprenörer. En ny profession hade skapats.



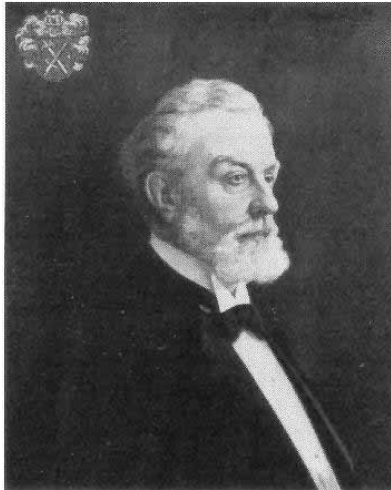
Ett rörarbetarlag från firma W. Wiklund utför arbeten på Ronneby brunn år 1906. Observera den typiska utrustningen, de två ässjorna till vänster och den speciella arbetsbänken till höger. Denna typ av arbetsbänk var tung och stadig, för att den skulle stå still och hålla för de krafter som den utsattes för vid gängning av grova rör.

Men rörledningsentreprenörerna blev inget skrå – det var moderna tider. Skråsystemet hade upphävts år 1846 och övriga kvarstående begränsningar att fritt utöva ett hantverk försvann år 1864. De första fackliga organisationerna i modern mening kom under 1870-talet i Sverige. Ideologisk och praktisk inspiration hämtades från Storbritannien, Tyskland och Danmark.

Stockholms Rörarbetareförening hade bildats som sjukkasse och kamratförening, troligen år 1884. På ett möte 1887 framlade Per Johan Lundsten första gången tanken på en fackförening. År 1889 inbjöds

alla anställda inom "Gas- och Vattenledningsfacket" till ett sammanträde, där det beslutades att man skulle bilda en fackförening, Stockholms Rörarbetarefackförening.

Samma år, 1889, bildades *Rörledningsentreprenörernas förening i Stockholm*, REFIS, av åtta firmor: J.W. Bergström, J.E. Eriksson, Fahnehjelm & Co, C.A. Carlssons Söner, P. Naumburg & Co, A. Rundquist & Co, P.A. Sjögren och W. Wiklund. Branschen hade nu blivit organiserad.



Otto Fahnehjelm (1846-1911) var var konsulterande kemiingenjör, med inriktning på cement, tegel och kalkbruk och dessutom uppfinnare. År 1877 uppfann han gasglödljuset. För att själv kunna exploatera sin uppfinning köpte han in ett företag med rättigheter som gasledningsentreprenör och var därefter verksam som rörledningsentreprenör i Stockholm. Att vattenklosetter blev tillåtna att installera till Stockholms ledningsnät från år 1903 berodde på hans arbete. Han var initiativtagare till, och en drivande kraft i Refis.

Kemist, konsult och uppfinnare

Den som hade tagit initiativet till REFIS var Otto Fahnehjelm. Han var en kemiingenjör, utbildad vid Teknologiska institutet, nuvarande KTH. Han hade undersökt svenska lerors användbarhet för cementtillverkning och medverkat vid bildandet av Skånska Cement, där han en tid arbetade. År 1874 etablerade han sig i Stockholm som konsulterande ingenjör för cement, tegel och kalkbruk.

Han var son till en uppfinnare och själv uppfinnare. Hans mest kända uppfinning kom att bli gasglödljuset, "det Fahnehjelska ljuset". Det gav en betydligt bättre ljuseffekt än en vanlig lysgaslåga, genom att han hade placerat en kamformad glödkropp av magnesiumoxid i lågan.

Det år han gjorde uppfinningen, 1877, köpte han in ingenjör William Milldes rörledningsföretag. Därigenom fick han rättigheter som gasledningsentreprenör och kunde själv styra exploateringen av sin uppfinning.

De som startade rörledningsföretag i slutet av 1800-talet var ofta etablerade hantverkare, kopparslagare, vagnmakare, smeder och näringsidkare med mekaniska verkstäder som exempelvis Bergström, Sundborg, Hall, Wikström, och Wiklund. Andra var ingenjörer som Fahnehjelm, Tengelin, Beatley och Beskow. En tredje väg, som skulle bli allt mer vanligt, var att "gå den långa vägen".

År 1876 anställdes en 19-årig smedsgesäll från Öland som "hjälpare" på firma Karstorp & Naumburg för att lära sig rörarbetaryrket. Han hette Per August Sjögren. År 1883 blev han verkmästare hos Peter Naumburg i företaget Naumburg & Co och 1888 öppnade han egen firma.

Sjögren får mer sympati än Naumburg när Fahnehjelm år 1909 skriver om dem: "Naumburg var grov, ljuslätt med en väldig kroppshydda och rundt koppärrigt ansigte. Han gjorde mest upp sina affärer på

Operakällaren eller Victoria, bjudande på extra fin konjak. Han var mer eller mindre ilsken på alla sina konkurrenter men mest på P.A. Sjögren, som börjat som arbetare hos honom och avancerat till verkmästare, hvarefter han lemnade denna plats och öppnade egen affär medtagande flera av Naumburgs bästa kunder. Naumburg svor på att han skulle konkurrera ihjäl Sjögren, men derpå bedrog han sig.”



P.A. Sjögren (1857-1922), lärde sig smedsyrket i Kalmar, var därefter rörarbetare i Stockholm hos Karstorp & Naumburg 1876-1882, verkmästare hos Naumburg & Co 1883- 1888. Därefter startade han firma P.A. Sjögren.

Fahnehjelm berättar vidare att Sjögren var ”kunnig i sitt fack, var en god administratör och hade, tack vare sitt smidiga sätt och en utpräglad religiös läggning, dock utan överdrift, tillvunnit sig en viss uppmärksamhet och en hastigt växande kundkrets. Han hade sedermera en lysande framgång och utvecklade dervid den lycklige affärsmannens alla egenskaper.”

P.A. Sjögren dog 1922, men företaget drevs vidare till 1958, då hans sonson Per A. Sjögren, som då under fyra varit VD för bolaget, säljer det till Calor och senare blir välkänd bokförläggare hos Bonniers. Tio år senare säljs även Naumburg & Co till Calor.

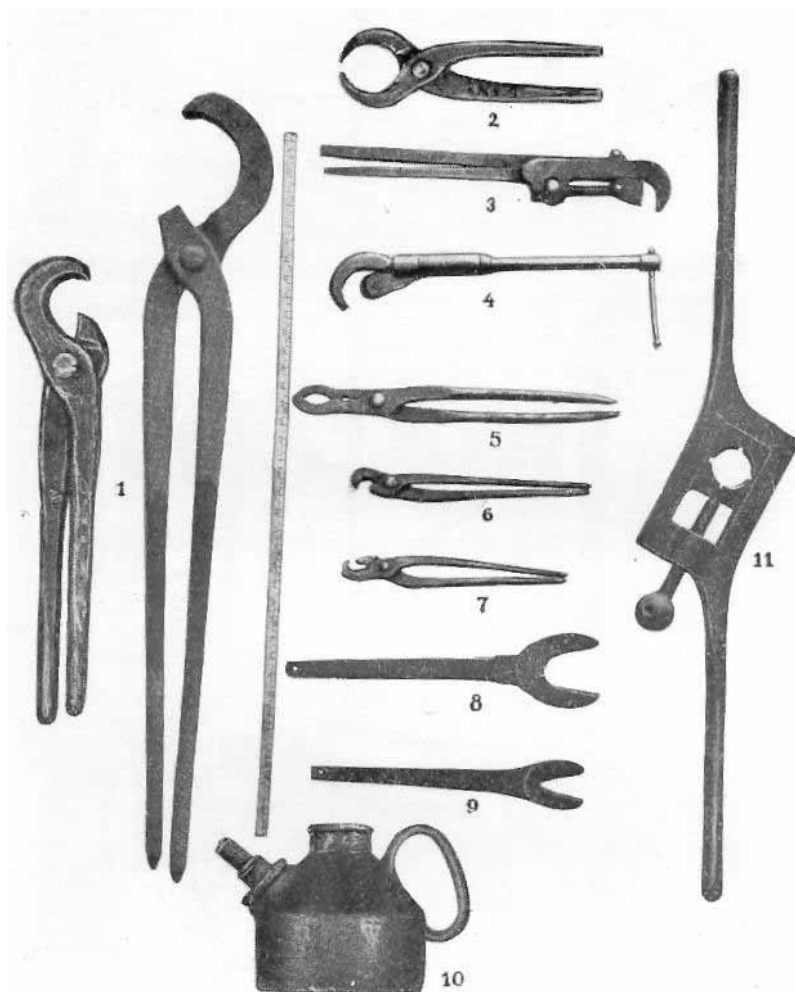
Efter 1895 kom en tid av lönestrider och strejker. Det är oro på arbetsmarknaden fram till storstrejen 1909. Ofta är Fahnehjelm utsedd att föra arbetsgivarnas talan. Han kände tveksamhet till fackföreningar och en stark fientlighet mot ”socialism” och ”röda fanor”. Av motståndarna i de fackliga förhandlingarna har han beskrivits som ”obalanserad i sitt uppträdande”, men samtidigt som ”en synnerligen nobel personlighet” och ”en verklig gentleman”.

Rörmokare och rörläggare

REFIS hade ett möte den 30 november 1907 på restaurant Riche, då initiativtagaren Otto Fahnehjelms 60-årsdag firades. Vid mötet lästes en dikt upp, som inleds: ”Rörmokare man plär oss oftast kalla, Men hvad gör det, vi äro det ju alla...”

Detta är den hittills tidigast belagda skriftliga källan för ordet ”rörmokare”. Ordet var uppenbart redan då väletablerat även om man tycks ha känt viss tvekan. Två år tidigare, 1905, hade Emil Norlander skrivit kupletten om Karlsson som ”lägger ner rör”. Där finns ordet ”gasmokare”, ett ord som bara påträffats just i den sången. Möjligen kommer ordet ”rörmokare” därifrån.

Enligt språkforskarna är ordet ”moka” i rörmokare troligen gammal stockholms slang för ”tungt arbete”. Ordet ”-mokare” är inte känt från andra yrkesbeteckningar. Ordet ”rörmakare” var ovanligt, trots att arbetsbänken kallades ”rörmakarbank”.



Verktygstyper som användes fram till 1900-talets början. Nummer 1, 6 och 7 är så kallade bondtänger, varje tång hade sitt särskilda namn, såsom Olle, Pelle, Janne, Fille och så vidare. Nummer 2 rundtång, 3 första formen av "universaltänger", 4 skärkniv, 5 brännartång, 8 och 9 klonycklar, 10 gjuten järnlampa för gasolja (kallad "sugga"). 11 gängkloppa.

"Rörmokare", som ursprungligen var stockholms slang, etablerades snabbt. År 1926 skriver författaren till "Stockholms rörarbetares historia" att "rörmockare" då blivit "det gängse namnet på rörarbetaren". I början på 1930-talet startar två branschtidskrifter som år 1971 går ihop till VVS Forum. Den ena hette just *Rörmokaren* (startad 1937), den andra *Rörinstallatören* (startad 1932).

Ordet "installatör" är franskt. I Sverige började det användas i slutet av 1800-talet, först mest för dem som arbetade med elektriska installationer, men senare även för gas och vatten, framför allt inne i byggnader. På engelska sade man "plumber", en hantverkare som arbetar med bly, vilket var ganska vanligt i tidiga vattenrör. På tyska har man sagt "klempner", samma ord som för bleckslagare.

Ett annat äldre ord, "rörläggare", som fortfarande används i västra Sverige, syftade tidigast på arbete med markrör. I texter från 1800-talet ser man mest orden "rörläggare" och "rörarbetare". Företagen kallades "rörledningsentreprenörer".

Värmeledningsentreprenörer

Det som utmärkte rörledningsentreprenörerna i Stockholm var att de hade ett särskilt godkännande från stadens Industriverksstyrelse för att få arbeta med gas-, vatten- och avloppsinstallationer anslutna till stadens system. Krav på sådant tillstånd slopades först genom en ny VA-lag år 1970.



I "Rörarbetets historia" från 1926 beskrivs tidens rörspråk: "I ett trångt hörn kanske det är svårt att komma fram med rören och hjälparen står kanske och undrar huru han skall göra. Då kommer basen och säger 'Sätt ett skansrör här nere, så knäcka vi ut biten och gör en vinkelbock och går upp med ett par S-bockar och går emot...' Om ett rör måste böjas inåt eller ut med blott ringa vinkel, säger man att 'en knäck' eller 'kick' skall göras. En del kallar dessa böjningar för 'enkeltjusare'. Vid behandling av grövre rör talar man om att 'bocka tuber'. Rör i allmänhet kallas 'pipor'." (Foto 1915, firma Axel Sjögren i arbete på KTH).

Rörledningsentreprenörerna arbetade med gas, vatten och avlopp. Men det fanns också värmeledningsföretag som arbetade med värmesystem. Fram till omkring 1910 uppfattades detta som två helt olika branscher.

Ernst August Wiman hade etablerat firman Wiman & Co år 1869 och var dåtidens storhet på värmemarknaden. Wiman konstruerade ventilationsutrustning, kakelugnar och kaminer. Men han arbetade framför allt med stora värmesystem, ofta ångsystem, i exempelvis sjukhus och industrier. Centralvärme förekom framför allt i sådana stora offentliga byggnader.



Ernst August Wiman (1838-1905), värme- och ventilationsingenjör. Han var en av Svenska Teknologföreningens stiftare och dess förste ordförande. Sedan år 2000 delar föreningen ut det Wimanska priset, ett pris för bästa examensarbete på högskoleingenjörnivå.

Wiman som var verksam under senare delen av 1800-talet arbetade bara med värme och i viss mån ventilation. Men i början av 1900-talet händer alltså något. Ett antal företag som ursprungligen startat som värmeledningsföretag, exempelvis Carl Hansson, grundat 1899, och Värmelednings AB Calor, grundat 1902, skaffade gas- och vattenrättigheter i Stockholm 1912 respektive 1914.

Uppvärmning med kakelugnar och kaminer var helt dominerande under 1800-talet och långt in på 1900-talet. Men efter sekelskiftet började vattenburna värmesystem att bli allt mer efterfrågade i vanliga byggnader. Man såg nu också nyttan av samordning mellan det värmetekniska och det sanitetstekniska området.

När REFIS år 1914 gav stöd till Stockholms nya ”rörläggarskola” skulle det undervisas om gas, VA och kopparslageri – men också om värmeteknik. Därmed kan man säga att en VVS-bransch i vår moderna mening hade etablerats. Men fler saker bidrog till denna förening år 1914.

Svenska värmetekniska föreningen

Fredagen den 27 mars 1908 tog William Fagerström initiativet till ett möte på hotell Palace i Göteborg. Det var fem ledande representanter för Göteborgs värmeledningsfirmor som samlades. Förutom Fagerström var det ingenjören Helge Eriksson, grosshandlaren Bror Gustav Mark samt direktörerna Gunnar R. Tellander, Ragnar Nielsen och Hugo Hammar.

Alla gav vid mötet ett ”livligt instämmande” i Fagerströms förslag att bilda en förening för värmetekniker. Men föreningen borde, tyckte man, inte bara finnas på ett lokalt plan. Man bestämde sig för att även ta kontakt med ledande värmeledningsinstallatörer och konstruktörer i Stockholm och skickade gemensamt ut ett cirkulär, daterat i april 1908, som även undertecknades av tidens storheter som Wilhelm Dahlgren och Hugo Theorell.

Man riktade sig till ”Värme- och ventilationstekniker” i hela landet, och skrev bland annat:

”Värme- och ventilationsteknikens utveckling i landet har under de sista åren haft att uppvisa ett glädjande uppsving. Värmeledningar hava allt mer och mer införts icke allenast i offentliga byggnader utan även i affärshus och privatbostäder.”

Cirkuläret kallade till ett förberedande möte i Stockholm 1908. Under ordförandeskap av Klas Sondén bestämdes att en förening skulle bildas och att dess namn skulle vara *Svenska Värmetekniska Föreningen*.



William Fagerström (1873-1938), initiativtagare till Svenska Värmetekniska Föreningen, var född i Finland och utbildad vid Tekniska Högskolan i Helsingfors. Efter anställningar i St Petersburg och Hamburg kom han 1903 till Göteborg, där han etablerade sig som konsulterande värmeingenjör. Fagerström hade tidigare deltagit i bildandet av en avdelning för värme och sanitet i det lokala Tekniska samfundet i Göteborg.



En bild från mötet då Svenska värmekniska föreningen bildades år 1909. Bilden är från Hasselbacken på Djurgården och personerna är (enligt en inte helt säker uppgift), stående från vänster: C. Björne, B. Clausén, K.O. Segerstedt, C.A. Nilsson, F. Carlsson, O.N. Bruhn, C.N. Lagerlöw och H. Axner. Sittande från vänster: Wilhelm Dahlgren, M. Rodhe, J. Glas, F.J. Nilsson, K. Sondén, J. Lindén, F.O. Nilsson, H. Theorell, J.L. Johansson, G. Telander, A. Sjöberg, A. Hultenberg och C.L. Rydh. Sittande på golvet: N. Erlandsson.

I nyss nämnda cirkulär hade de riktat sig till entreprenörer, grossister och konsulter som *bara* arbetade med värme och ventilation. Men man höll öppet för en utvidgning:

”Denna utvidgning av den tilltänkta sammanslutningen berör särskilt de agenturaffärer samt de gas- och vattenledningsentreprenörer, som även utföra värmeledningsarbeten. Och fråga kan ju också bli, om ej gas- och vattenledningsfacket såsom sådant även borde anslutas, då det har så många beröringspunkter med värmeledningsarbetena.”

I västra Sverige fanns Tekniska samfundet i Göteborg, som sedan 1903 hade en avdelning för just värme och sanitet. Refis var en Stockholmsförening för *företag* med rättighet att göra arbeten anslutna till Stockholms gas- och VA-system. Den nya värmekniska föreningen skulle vara en rikstäckande förening för värme- och ventilationstekniker, med *personer* som medlemmar, både entreprenörer och konstruktörer.

Det är inte känt vilka drivkrafter som fanns bakom föreningsbildandet. I Stockholm fanns branschföreningen, *Refis* bildad år 1889 med motiveringen att motverka osund konkurrens mellan företagen, men det hängde sannolikt också samman med behovet av en arbetsgivareförening.



Klas Sondén (1859-1940), VVS Tekniska Föreningens förste ordförande. Han var konsulterande ingenjör, docent i teknisk hygien, senare professor på KTH. Han undervisade även i byggnads- och fabrikskhygien, vilket bland annat omfattade värme-, ventilations- och sanitetsteknik. Han var civilingenjör i kemi, medicine doktor och en av dåtidens mest framstående experter på det som vi numera skulle kalla miljöteknik.

Svenska Värme- och Sanitetstekniska föreningen

Efter bara fyra år kom föreningen att byta namn. Vid årsmötet 1913 inledde fabrikören Axel Sjögren ett diskussionsämne om att utvidga föreningens verksamhet:

”När denna förening bildades, sysslade värmeledningskonstruktörerna icke med något annat än värmeledning. Nu har under årens lopp saken kommit i ett annat läge, så att dessa ingenjörer äfven upptagit de sanitetstekniska frågorna. Jag anser därför, att det vore lämpligt utsträcka Svenska Värmetekniska Föreningens verksamhet därhän, att vi äfven upptog de spörsmål, som röra sanitära förhållanden, och i vår förening intog äfven dem, som syssla härmed.”

På Hugo Theorells inrådan remitterades frågan till styrelsen och vid årsmötet 1914 var man enig (både Theorell och Sjögren satt i styrelsen). Man föreslog enhälligt ett namnbyte till *Svenska Värme- och Sanitetstekniska föreningen*. År 1957 var det dags för nästa namnbyte.

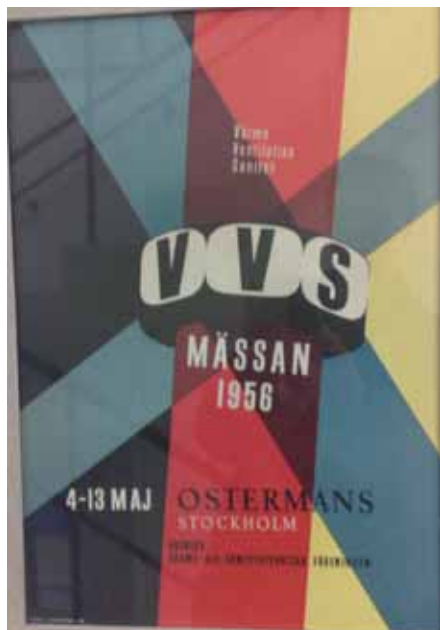
Men först en bakgrund. Branschens första facktidsskrift, *Gas, vatten och värme*, kom ut 1920-1924. Möjligen hade Refis inledningsvis varit delaktig, men tidskriften var främst ett kommersiellt annonsblad. Åren 1925-1929 kom tidskriften ut under namnet *Värme- och sanitetsteknisk tidskrift*, sista året utgiven av Förlagsaktiebolaget Norden. För att höja standarden träffade år 1930 Svenska Värme- och Sanitetstekniska föreningen avtal med förlaget om samarbete. Tidskriften ändrade nu namn till *Tidskrift för värme-, ventilations- och sanitetsteknik, VVS*.

Genom denna tidnings namn myntades alltså beteckningen ”VVS”. Under lång tid var ”VVS” bara ett namn på tidskriften – inte en beteckning för branschen eller tekniken. Först i början av 1950-talet sker en förändring. Det tidigaste som påträffats är en notis i tidskriften VVS i mars 1950:

Vår tidskrift behandlar både VVS-tekniska och kyltekniska frågor och problemen är ibland gemensamma. Det lönar sig ofta, som ett par medlemmar framhållit, för VVS-arna att läsa kylsidorna, liksom ”kylgubbarna” ofta kan hitta intressanta saker bland VVS-artiklarna.

År 1953 blir beteckningen ”VVS” helt etablerad, *Svenska Värme- och Sanitetstekniska Föreningen* anordnade då ”VVS-Mässan”.

År 1957 byter föreningen namn till *Värme-, Ventilations- och Sanitetstekniska Föreningen*. Man kompletterar alltså med ”Ventilations-”. Ett av motiven är att ”alla ändå använder beteckningen VVS om föreningen”. Men namnet blir ohanterligt långt. I förordet till RörAMA 1958 använder man bara detta långa namn en gång. Man skriver att det förkortas ”VVS-Tekniska Föreningen” och använder fortsättningsvis det förkortade namnet.



VVS-mässan hade under flera år varit en "blygsam exposé för vissa branschnyheter vid årsmötena på Grands spegelsal". Men vid VVS Mässan 1956 inbjöds även allmänheten med ett 100-tal utställare. Samtidigt hölls den 5:e Nordiska VVS-kongressen.

År 1964 går man fullt ut och byter officiellt till VVS Tekniska Föreningen (utan bindestreck). Detta namn bibehålls i 44 år. År 2008 ändrades namnet till "Energi- och miljötekniska föreningen".

Rörbranschen blir en VVS-bransch

Rörentreprenörerna hade länge två branschorganisationer, Rörfirmornas landsförbund i landskommunerna, 1937-1971 och Sveriges rörledningsfirmors förening i städerna (senare Rörfirmornas riksförbund) 1932-1971. År 1971 gick de samman till VVS-Installatörerna, numera VVS Företagen.

I konsultbranschen var det vanligt att samma företag arbetade med alla tre områden, värme, ventilation och sanitet. I entreprenadföretagen hade värme- och sanitetsteknik kommit att förenas inom samma företag omkring år 1914. Men ventilationsentreprenörerna kom att utgöra en egen bransch. De har ofta varit knutna till produkttillverkande företag

Äldre ventilationsföretag var Bahco Ventilation, en del av J.P. Johanssons verkstäder i Enköping, Industri AB Ventilator, som startade 1931 genom Sven Romedahls nya idéer om fläktstyrd bostadsventilation och Svenska Fläktfabriken.

Sven Söderberg, hade arbetat på Ebbes bruk i Huskvarna för att igångsätta specialtillverkning av fläktar. Han insåg utvecklingsmöjligheterna och beslöt att år 1918 starta en egen fabrik för tillverkning av fläktar. Namnet på företaget blev Svenska Fläktfabriken. Redan från början omfattade verksamheten även installation av de produkter som tillverkades. Under de första decennierna var inriktningen framför allt industrin och fartyg. Först på 1950-talet, med deras utvecklade bostadsventilation, "kontrollventilationen" och system som exempelvis VELOVENT blev bostäder och kontorsbyggnader ett stort område.

Tidningen VVS var under åren 1948-1951 organ för både Svenska värme- och Sanitetstekniska Föreningen och Svenska kyltekniska föreningen. Kyltekniken har alltid varit nära förenad med rörbranschen i industrianläggningar.

Först efter 1975 kom kylteknik att bli mer vanligt i kontorsbyggnader. Kyltekniken är nu en helt integrerad del av VVS-teknik.

Rörgrossistföretag fanns tidigt. Handelsbolaget H. Alpen i Göteborg etablerades år 1861. I Stockholm etablerades John Bernström & Co år 1877, Heinrich Ahrens år 1885 och R. Ahlsell & Co år 1903. Redan 1909 bildades Svenska Rörkonventionen, som omfattade handel med så kallade smidda rör, som år 1918 utvecklades till Svenska Rör- och sanitetskonventionen. År 1946 bildade ett trettiotal grossister förlags AB RSK, för att ge ut rörbranschens standardkatalog. Svenska Rörgrossistföreningen VVS bildades 1959.

År 1972 bildades VVS-Fabrikanternas råd av 19 fabrikanter i VVS-branschen.



Förkortningen "VVS" kommer från namnet på en branschtidning, som började utges år 1925, men som år 1930 fick namnet VVS. Logotypen skrevs "V.V.S", med punkter mellan bokstäverna. Den användes från starten 1930 fram till och med 1946. Logotypen används numera av Stiftelsen Sveriges VVS Museum. År 1990 bytte tidskriften VVS namn till "Energi & miljö". Tidskrifterna "Rörinstallatören" och "Rörmokaren" slogs år 1972 samman till VVS Forum.

Högskolorna

I Tyskland inrättades en professur i uppvärmnings- och ventilationsteknik år 1885 vid tekniska högskolan i Berlin. Den tillträdde av Hermann Rietschel, efter flerårig praktisk ingenjörsvksamhet. Han innehade tjänsten till 1910.

Först år 1947 fick Sverige en professor i ämnet uppvärmnings- och ventilationsteknik, John Rydberg (1908-1986). Värmetekniken var nära förenad med tekniken kring ångmaskiner. Tidigare värmetekniker, exempelvis J. E. Cederblom och Oscar Edvard Westin hade varit professorer i maskinlära.

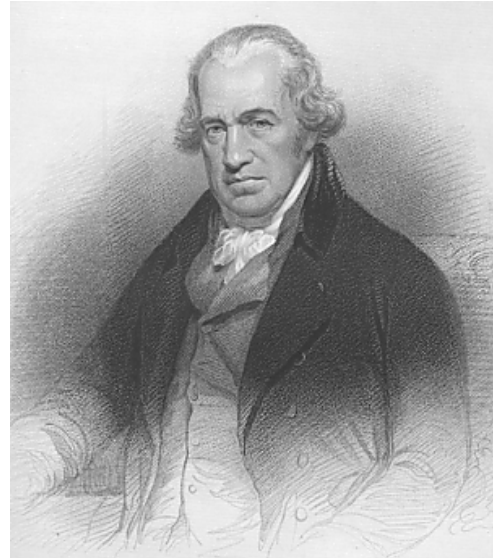
En av de främsta forskarna bland de svenska VVS-teknikerna var Klas Sondén. Han var docent i teknisk hygien på KTH och fick professors namn 1921. Sondén var ursprungligen kemiingenjör och hygieniker. Innemiljö- och inneklimatfrågorna tillhörde området hygien. Arbetet sköttes i hög grad av läkare och forskning och utbildning fanns på de medicinska högskolorna.

Värmetekniker på 1700-talet

Centralvärme konstruerades på 1700- och 1800-talen av experter på ångteknik. Sådan kunskap hade börjat etableras sedan Thomas Newcomen år 1712 byggt en industriellt användbar ångmaskin. Tekniken utvecklades genom James Watts insatser. Han kom också att få stor betydelse för modern rörledningsteknik; en följd av städernas utbyggnad av gasljus.



Mårten Triewald (1691–1747), ångtekniker, uppfinnare. Han hade studerat gruv- och ångteknik i Newcastle och räknas som vatten-värmesystemets uppfinnare efter sin konstruktion av ett värmesystem år 1716. Han konstruerade också en ”väderväxlingsmaskin” – ett ventilationsaggregat för fartyg – men är mest känd för att ha byggt Sveriges första ångmaskin vid Dannemora gruvor. Han var en av grundarna till Kungl. Vetenskapsakademien.



James Watt (1736–1819), instrumentmakare, ångtekniker och entreprenör. Med Matthew Boulton drev han, genom firma Boulton & Watt, tillverkning och installation av den energieffektiva ångmaskin han hade patent på. I slutet av 1700-talet konstruerade och byggde han de första ångvärmesystemen. William Murdoch, anställd hos Watt, utvecklade gasljuset på 1790-talet. Boulton & Watt kunde exploatera även detta i stor skala under 1800-talet.

Värmetekniker på 1800-talet

År 1824 gav engelsmannen Thomas Tredgold ut boken *Principles of Warming and Ventilating Buildings*. Men först mot slutet av 1800-talet började en värmeteknisk profession att etableras i Sverige. Ingenjörerna rekryterades bland ångtekniker. För större byggnader använde man ångvärmesystem, för mindre byggnader kalorifersystem (luftvärme). Vanligast var dock lokal värme, kaminer och kakelugnar.



Johan Erik Cederblom (1834–1913)

Professor i maskinlära på KTH, konsulterande ingenjör. Hans intressen var breda, från kullager till ”flygproblemet”. Han kom in på värmeteknik sedan han för sin bostad byggt ett kalorifersystem, som blev efterfrågat. Det fanns länge tvekan inför centralvärme i bostäder. Först när han installerade ett vattenvärmesystem i ett flerbostadshus han själv uppförde år 1902 fick tekniken ett genombrott.



Ernst August Wiman (1838–1905) ingenjör och entreprenör. Efter en studieresa på kontinenten 1864 startade han Wiman & Co, som blev dåtidens ledande värmeteknikföretag i Sverige. Från början konstruerade han kaminer och andra lokala eldstäder, senare främst centralvärmeanläggningar för skolor och sjukhus med värmevatten eller ånga. Han grundade Svenska Teknologföreningen 1861.

Värmetekniker på tidigt 1900-tal

Svenska Värmetekniska föreningen grundades 1909 och år 1914 kom även sanitet att bli del av verksamheten. År 1930 startades tidskriften VVS. Men först på 1950-talet kom tidskriftens namn att även bli beteckning på branschen och tekniken. När *Svenska konsulterande ingenjörers förening* bildades 1910, som ställde krav på konsulternas oberoende och opartiskhet, kom en konsultbransch i modern mening att utvecklas.



Wilhelm Dahlgren (1858–1949), konsulterande ingenjör. Efter en kort anställning hos Cederblom startade han 1883 egen konsulterande ingenjörsverksamhet. Han förespråkade länge luftburen centralvärme, för vilken han utvecklade egna kaloriferer. Mest uppmärksamhet har anläggningen på Operan, 1898, fått. År 1932 överlät han företaget till sin mångåriga medarbetare C.A.A Hammarwall.



Hugo Theorell (1859–1945) konsulterande ingenjör. Efter anställning hos bland annat Cederblom övertog han dennes verksamhet, och startade år 1889 ett eget, ännu verksamt konsultföretag. Han förespråkade tidigt vattenburna värmesystem och pumpcirkulation i stället för de äldre självcirkulationssystemen.

Husets härd och värmeledning

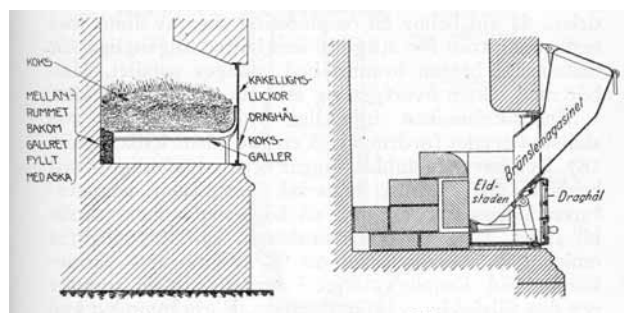
Eldstaden har sedan urminnes tider varit innekivets centrum. Den hade tre viktiga funktioner: värme för uppvärmning, värme för matlagning och ljuskälla. På landsbygden utnyttjades vanligen eldstaden för alla dessa funktioner fram till 1870-talet. Då tog fotogenlampan över belysningsfunktionen. Förklaringen var snabbt sjunkande priser på importerad lysfotogen. Det ledde också till att man kunde börja använda slutna, mer bränsleeffektiva järnspisar.



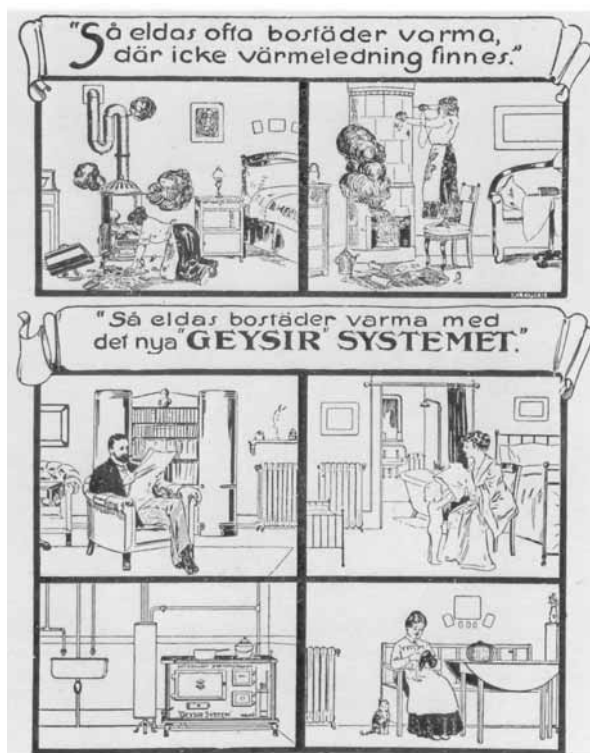
Den öppna härden gav ljus, värme för matlagning och uppvärmning. Över elden hängdes en gryta. I anslutning till härden fanns en bakugn. Från slutet av 1700-talet blir kakelugnar mer vanliga. (det fanns även enklare varianter, med putsad yta, ofta kallade rörspisar, (med öppen härd, eller rörugnar. Sedan 1880-talet syftar ordet "kamin" vanligen på en industriellt tillverkad eldstad, av exempelvis gjutjärn.

Öppna spisar ger både ljus och värme, men från slutet på 1700-talet blev det allt vanligare med bränslesnåla eldstäder med kanaler, kakelugnar. De har luckor för härden och är enbart avsedda för uppvärmning. De kom först till användning i städerna och på landsbygdens större gårdar.

Både bland de besuttna och i de bredare folklagren hushållade man vanligtvis med bränslet. Man begränsade uppvärmningen till de rum man vistades i och till den tid de nyttjades. I övrigt stod rummen ouppvärmade. En utbredd värme strategi var att bara hålla köket varmt. Där eldade man ändå för matlagning, och dit flyttade man ihop – något som var vanligt fortfarande 1938, då Lubbe Nordström gjorde sin uppmärksammade resa genom Sveriges landsbygd. Han uppfattade detta som ohälsosam trängsel och förespråkade en övergång till "värmeledning", ett äldre ord för centralvärme. Med sådan uppvärmning skulle, menade han, en större del av byggnaden kunna hållas varm med samma mängd ved.



Den vanliga svenska kakelugnen är konstruerad utan rost och avsedd för eldning med ved. Genom att förse kakelugnen med ett galler eller en så kallad kakelugnsinsats, så kunde den eldas med koks eller antracit. Det var också vanligt med speciella "kakelugnskaminer", små gjutna kaminer med rost, passande i kakelugnsöppningen, som kunde eldas med nästan vilket annat bränsle som helst, torv, koks eller antracit.



En reklambild från 1924 visar värmeledningsspisen Geysirs fördelar gentemot tidens traditionella koks- och vedeldning i kakelugnar och kaminer. Det gamla ordet "värmeledning" kom i mitten av 1900-talet att ersättas av ordet "centralvärme".

Lokala värmare, öppna spisar, kakelugnar och kaminer, hade stor betydelse ända fram till på mitten av 1900-talet. Tidigast eldade man med ved. Från slutet av 1800-talet blev det i städerna allt vanligare med koks, en biprodukt från gasverken, eller antracit, en kolhaltig bergart. Man kunde köpa speciella tillsatser för att kunna elda med dessa bränslen i kakelugnar.



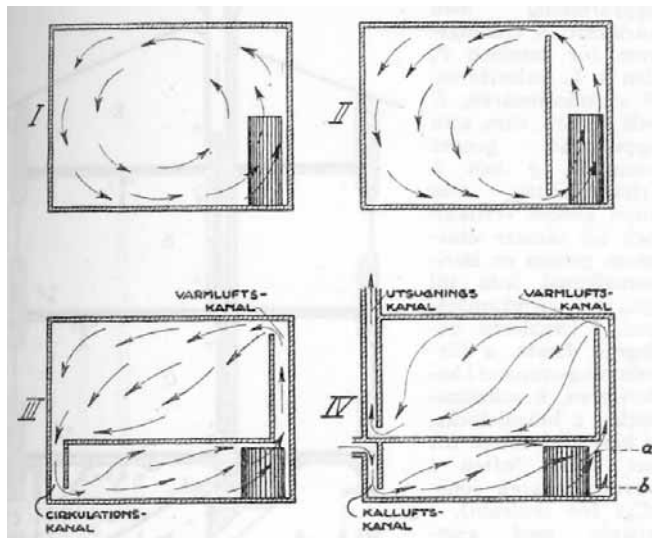
När man fick tillgång till belysning via gas i storstäderna, och under 1870-talet med fotogen ersattes den öppna köksspisaren med mer bränsleeffektiva och praktiska järnspisar. Men trots att man hade gasspis behöll man gärna vedspisarna. De var kökets värmekälla under den kalla årstiden.

Fotogenkaminer tog delvis över på 1950-talet och har använts ända fram till 1970-talet som ersättning för kol- och kokskaminer. Det var inte ovanligt att man värmde sportstugor med enkla skorstenslösa

fotogenkaminen under vinterloven. I princip hade dessa samma tekniska funktion som en stor fotogenlampa.

Gemensamt för de hittills omtalade eldstäderna är att de eldas från det rum man befinner sig i och att de bara värmer just detta rum. De är ”lokala eldstäder”. Men det finns också eldstäder där eldningen sker från ett angränsande rum. De kallas biläggargurnar.

Centralvärme innebär att man utnyttjar en enda eldstad för att värma flera rum. Luftburen centralvärme (hypokaust-system) förekom redan under antiken. Det förekom också i slott och kloster på medeltiden. Men mer vanliga blev luftvärmade system först under senare hälften av 1800-talet. Det fanns exempelvis behov av att värma fångelser och mentalsjukhus, där man ville undvika lokal hantering av eld.



En pedagogisk illustration som visar hur varmluftssystemet ”utvecklats” ur det traditionella systemet med lokala värmare (I). I figur II förloras man strålvärmen, men cirkulationen från ”varmkammaren” behålls. Den kunde eldas utan att man behövde gå in i det uppvärmda rummet. I figur III är varmkammaren placerad i våningen under. Figur IV redovisar principen för ett kalorifersystem, där systemet också används för ventilation.

Luftvärmesystem

År 1867 installerade den tyska firman Reinhardt en luftvärmearläggning i S:t Petri kyrka i Malmö och inte långt därefter övertog Kockums tillverkningen av ”Central Calorifärer”, som varmluftspannorna kallades. Systemen utvecklades vidare, främst av värmetekniker som Johan Erik Cederblom och senare Wilhelm Dahlgren.

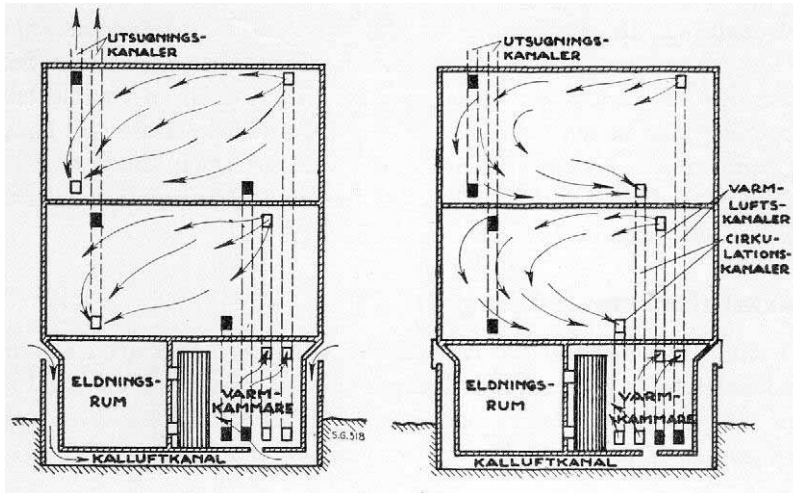
Kalorifersystemen, som de vanligen kallas, installerades runt om i Sverige, främst i kyrkor, skolor, sjukhus, kaserner och förvaltningsbyggnader. I Sverige blev de aldrig vanliga i bostäder, men i exempelvis USA blev luftvärmesystem vanliga under senare hälften av 1800-talet.

Kalorifersystem var vanliga i Sverige under senare delen av 1800-talet, framför allt 1880-1900. En stor fördel var att de äldre systemen var fryssäkra – man kunde låta en kyrkobyggnad stå ouppvärmad under vardagarna utan problem.

Men det förekom efter hand allt mer att man i stället för att ha en enkel eldstad i varmkammaren hade ett värmebatteri, varmt av ånga eller värmevatten. Från början var systemen utförda för självdrag, men senare utfördes även system med fläktar.

Kalorifersystemets centrum är varmkammaren som normalt hade en temperatur på 40°- 60° C vid taket och några grader över utetemperaturen vid golvet.

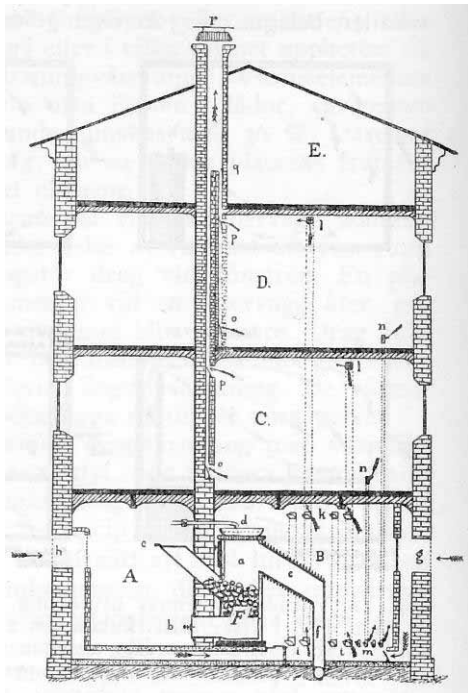
I skolor och andra lokaler som bara utnyttjades dagtid stängde man igen uteluft- och frånluftkanal övrig tid. Man hade ett speciellt kanalsystem som möjliggjorde återluft. Rummen hade en cirkulationskanal, som kunde leda tillbaka luften till varmkammaren, då man av besparings skull ville stänga ventilationen och bara ha återluft.



Bilden illustrerar uppvärmning med ventilation till vänster och uppvärmning med cirkulation (återluft) till höger.

I varmkammaren hade varje kanal två öppningar med luckor, en vid golv och en vid tak. Genom den övre kunde man tillföra varm luft, genom den nedre svalare luft. Man kunde lätt ställa in ett visst blandningsförhållande, separat för respektive rum.

Varmluftkanalerna mynnade i ett galler ca 2-3 m över golv i de rum som skulle värmas. Från rummen leddes frånluft upp genom vertikala utsugningskanaler till någon meter över tak. Det fanns ofta en lucka på toppen av denna skorsten.



Exempel på princip för kalorifersystem. A är eldningsrummet, avskilt från B, varmkammaren, som skulle hållas rent från damm, rök och aska. F är kaloriferen, C och D är värmda utrymmen. Det förekom olika patenterade

kaloriferer. Cederbloms och Theorells kaloriferer var byggda av tegel. Dahlgrens kalorifer, som visas på bilden, var tillverkad av gjutjärn.

Frånluftskanalerna hade vanligen två med luckor försedda öppningar i rummet, en vid golv och en vid tak. Vintertid var den nedre luckan öppen. Sommartid, eller då man var många personer eller hade gasljus tända och det blev varmt, hade man den övre luckan öppen.

Att kalorifersystemen kom ur bruk i början på 1900-talet hade flera orsaker. En orsak var ett förändrat synsätt på ventilationsbehov. En annan var att direkteldade kaloriferer hade hög yttemperatur. Damppartiklar kunde orsaka en svagt bränd lukt i lokalerna. Man kom efter hand att uppfatta kanalerna som smutsiga och dammiga, vilket de självfallet kom att bli med åren. Konstruktörerna hade inte alltid tänkt på rensbarheten.

Ytterligare en nackdel var att de inte gick så bra ihop med människors önskemål om att kunna fönstervädra. Om det var blåsigt och vinden låg på en fasad, så trycktes luften bakvägen i kanalerna. Systemen kompletterades därför i många fall efter hand med fläktar.

Ångvärme

Värmesystem med ånga hade föreslagits av den engelske kaptenen William Cook redan 1745. Men först på 1780-talet kom det att provas praktiskt. James Watt installerade det i egna industrier och i intilliggande bostads- och kontorsbyggnader. Mer kommersiella system installerades troligen inte förrän kring år 1800, bland annat i enstaka skolor och kontor. Under de första decennierna på 1800-talet utförde bland annat firma Boulton & Watt många mycket stora ångvärmeanläggningar i industrier, som ofta även värmdes kontor och personalbostäder.

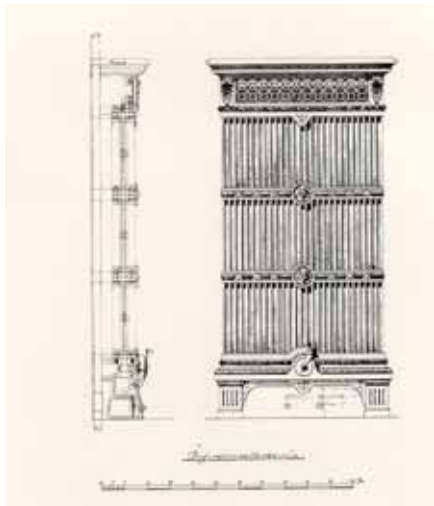


Tidiga värmare i ångvärmesystem fanns i många varianter. En ofta förekommande typ var två koncentriskt placerade rör, fogade upptill och nedtill. Värmediet leddes in mellan rören. Både den yttre och inre ytan värmdes luften. Bilden från Sabbatsbergs sjukhus visar hur man efterliknade utseendet hos kakelugnar i den ånganläggning som installerades 1878. (Foto från 1970)

I Tyskland installerades år 1815 ett ångvärmesystem i en villa efter brittisk förebild men tekniken fick ingen större spridning där, annat än i enstaka hotell, villor och palats under mitten av 1800-talet. Under lång tid kom ångvärmesystem främst att användas i industrier, där man behövde ånga också av andra skäl, samt för exempelvis växthus, sjukhus och badhus.

En ånganläggning kunde användas för produktion av både el och värme. System av detta slag utfördes för en rad sjukhus i Sverige under de sista decennierna på 1800-talet. Det första var Sabbatsbergs sjukhus, som stod klart år 1878. Anläggningen hade konstruerats av Ernst August Wiman och genom ångcentralen värmdes hela nio byggnader.

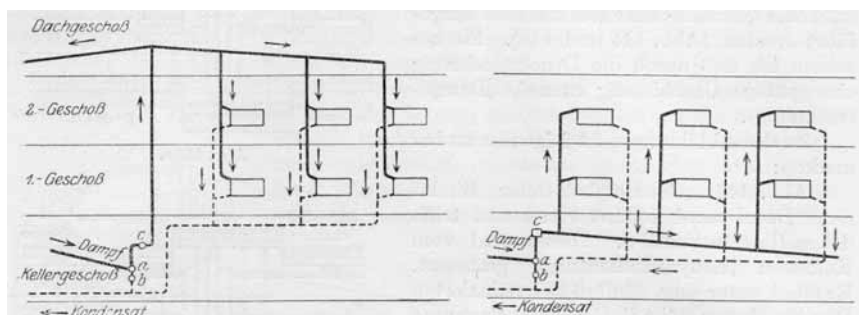
Lokalerna i Sabbatsberg värmdes med stående cylindriska ”plåtkaminer” klädda med kakel. I andra tidiga anläggningar förekom värmare av varierande slag. Där kraven på utseende inte var höga utnyttjades först släta rör eller kamflänsrör, ibland utformade som batterier, ”kamflänselement”. De senare var billiga och hade bra värmeavgivning, men ansågs svåra att hålla rena.



Ett exempel på ångradiator, konstruerad av Theorell 1896. Mer standardiserade radiatorer kom från USA i slutet på 1800-talet.

I anläggningar med större krav användes specialtillverkade kaminer i form av stående ”platta lådor”, ofta med kamflänsar. De tillverkades från fall till fall och utfördes inte sällan med ett dekorativt utseende. Standardiserade gjutjärnsradiatorer i modern mening började importeras till Europa från USA på 1880-talet, ”amerikanska radiatorer”. I Sverige började mer industriell tillverkning av radiatorer omkring år 1900. Både här och utomlands tillverkades både släta och rikt dekorerade varianter. De tidiga radiatorerna var vanligen avsedda att stå på golvet.

Ångvärme var ett bra system för fjärrvärme. År 1877 fick New York ett fjärrvärmesystem för bostadsuppvärmning. Det första fjärrvärmesystemet i Tyskland, för elva byggnader, installerades i Dresden år 1900.



Bilderna visar principsektioner för lågtrycksångsystem (övre respektive undre fördelning). Figurerna är från den tyska handboken ”Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik”, 7:e uppl. från 1925.

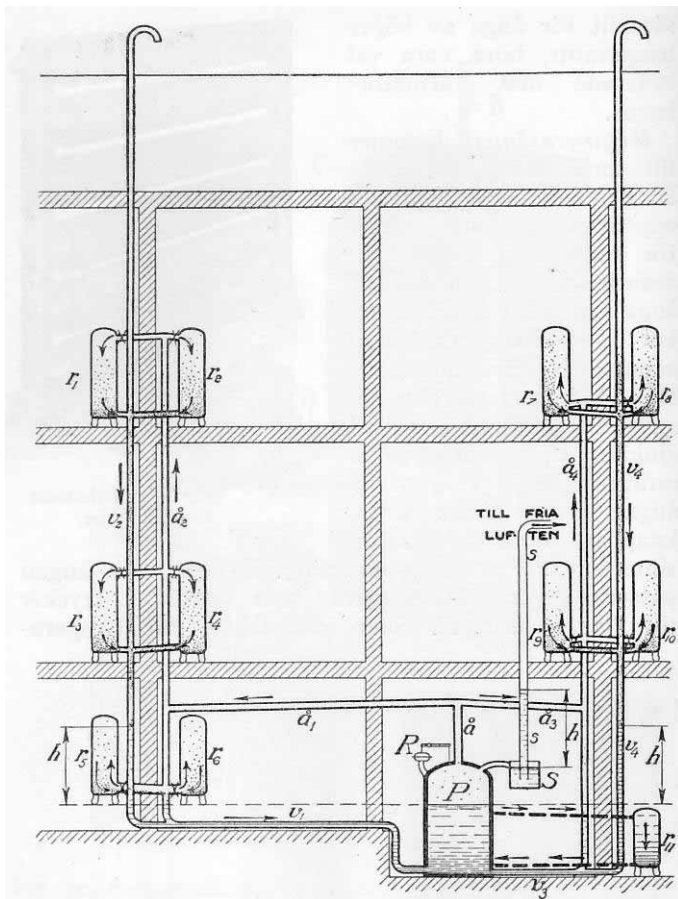
Lågtrycksånga

Ångsystemen hade flera nackdelar. Rör och radiatorer blev farligt heta. Lukten av ”bränt damm”, som ibland omtalas, uppfattades som ohälsosam. Men det fanns en mer berättigad oro. Svåra

ångpanneexplosioner hade lett till att speciella ångpanneföreningar bildades i flera europeiska länder under senare hälften av 1800-talet. Föreningarna verkade för förebyggande säkerhetsåtgärder och kontroll och besiktningar. I Sverige bildades den första ångpanneföreningen 1895.

Det så kallade lågtrycksångsystemet, lanserat av den tyska firman Bechem & Post år 1878, fick stor framgång. Systemen ansågs säkrare och anpassades till respektive lands bestämmelser (1,0 atö var övre gränsen i Sverige). Lågtryckssystemen krävde inte samma kompetens, de behövde inte ständig tillsyn, årliga besiktningar med mera. Pannorna var förhållandevis billiga och lättskötta och kunde utformas för mindre byggnader.

Pannan placerades lågt och ledningsdragningen utfördes med ”övre fördelning” eller ”undre fördelning”. Övre fördelning innebar att man drog upp en huvudledning, stigledning (eller stigare), direkt till vinden, varifrån rören fördelades horisontellt fram till stammarna. Från värmarna drogs kondensledningar ned till källaren, där horisontella samlingsledningar normalt skulle läggas ”torra” eller ”våta”, antingen över pannans vattenstånd plus blåsningsstrycket eller under pannans lägsta vattenstånd.



Värmesystem med lågtrycksånga med nedre fördelning.

I en översikt av värmetekniken skriver KTH-professorn O.E. Westin år 1898: ”Varmluftssystemets användbarhet i fråga om värmets ledning i horisontal riktning är begränsad till endast några få meter, och varmvattenapparaterna kunna icke heller komma till användning, då det är fråga om värmetransport i horisontal led på större avstånd än 50 à 60 m.” Ångan kan däremot, skriver han, transportera värmen ”snart sagdt huru långt som helst”.

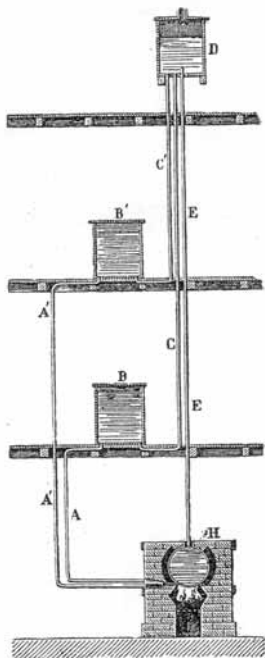
Ångans fördelar kunde utnyttjas i kombinerade system, en horisontellt fördelande primärkrets med ånga som växlades till mindre varmvattenvärmda lokala system.

Lågtrycksångsystemen hade många tekniska fördelar. De var förhållandevis lätta och billiga att bygga, de kom snabbt igång sedan man börjat elda, var driftsäkra och innebar mindre risk för frysning. Det användes länge, ända fram på 1950-talet för kyrkor, samlingslokaler och liknande lokaler som bara var behövde värmas några dagar i veckan.

Men ångsystemen hade också nackdelar. Värmare och rör blev brännheta. Ångsmällor och vattenslag, men framför allt korrosion var ett problem för ledningssystem och radiatorer. Särskilt kondensledningarna korroderade.

Något decennium in på 1900-talet började man i Sverige uppfatta ångvärme som omodern. I början på 1940-talet hade ångvärmen "kommit nästan helt ur bruk" och i en handbok om rörarbete från 1949 sägs att högtryckssystem då främst används för "distansvärmeanläggningar, fartyg och vid enstaka industriella anläggningar; däremot används lågtrycksanläggningar fortfarande i mindre utsträckning".

En dansk handbok skriver år 1936 att lågtrycksånga inte kan rekommenderas för bostäder och kontor, men anser att vakuum-ångvärme, en mer utvecklad variant, är lika bra som vattenburna system. Denna speciella ångteknik fick stor utbredning i USA. Men i Sverige och övriga Europa skulle varmvattensystemen komma att bli mest använda.



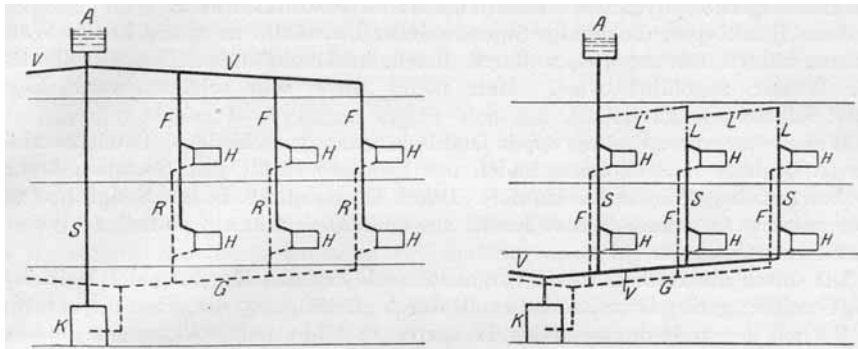
Ett vattenvärmsystem från mitten av 1800-talet. En stigare går upp till expansionskärlet. Från denna går ett rör ner genom värmarna. Den på bilden redovisade kopplingen av värmare kräver luftning. Men ofta tycks systemen ha kopplats så att de var helt självluftande. I Chabannes tidiga system seriekopplade han värmarna som i ett ettrörssystem.

Vattenburna system

Vattenvärmsystemen hade avsevärt större livslängd än ångsystemen. De var dessutom tysta. Dimensionerna på rören behövde göras stora på själv-cirkulationssystem och anläggningarna blev dyra. Själv-cirkulationssystem upplevdes dessutom som förhållandevis tröga i förhållande till ångsystem. Varmvattensystemen kom att ersätta ångsystemen och blev den teknik som på bredden även kom att ersätta kaminer och kakelugnar.

Ett varmvattensystem i mer modern mening konstruerades första gången år 1716 av Mårten Triewald, då han en tid bodde i England. Systemet användes för uppvärmning av ett växthus. Drygt 60 år senare, 1777, förevisades ett vattenburet värmsystem avsett för äggkläckningsmaskiner för Franska

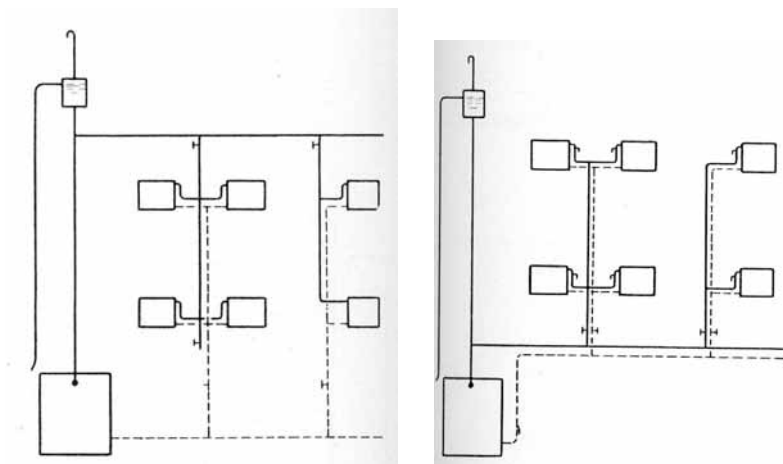
akademien. Det var konstruerat av den franske ingenjören Jean Simon Bonnemain. Hans intresse var främst koncentrerat på regleringen av värmen.



Bilderna visar principsektioner för vattenvärmesystem med själv-cirkulation (övre respektive undre fördelning). Figurerna är från den tyska handboken "Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik", 7:e uppl. från 1925.

Under lång tid kom vattenvärmetekniken att främst användas för uppvärmning av exempelvis växthus. Men vattneburen centralvärme enligt Triewalds metod installerades i två byggnader i S:t Petersburg omkring 1812. Marquis de Chabannes utvecklade Bonnemainns metod och installerade vattneburen centralvärme i byggnader i London omkring 1816. Men systemet, särskilt pannan, tycks ha varit outvecklad i detaljerna. Först omkring 1827 ökade intresset för vattneburna värmesystem för uppvärmning av byggnader.

I dessa gamla system var pannan normalt placerad intill kokhärden i köket i bottenvåningen. Från denna gick en stigledning upp till en cistern i taket på översta våningen, och från cisternen gick stammar som passerade de olika våningarnas värmare.

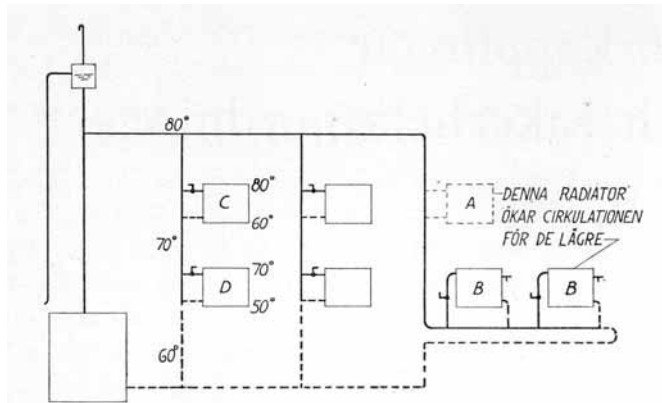


Tvårörssystem med övre respektive undre fördelning. Drivkraften av själv-cirkulationen beror av höjdskillnaden mellan radiatorns mitt och pannans mitt. Radiatorerna är här högt över pannan.

År 1831 lanserade Jacob Perkins hetvattensystem. De tidigare öppna systemen hade en övre gräns på 100°C. I hetvattensystem kunde man höja temperaturen till uppåt 150–200°C. Man hade ett slutet expansionskärl, säkerhetsventiler, samt ledningar och armatur speciellt utformade för systemens mycket höga tryck. Systemen innebar låg anläggningskostnad i större system, men trots det tycks systemen ha fått begränsad användning. Det höga trycket oroade. Det första Perkins-systemet i Sverige installerades på Nationalmuseum i Stockholm som byggdes 1866. Rören var förlagda i gallerförsedda rännor i golvet och framledningstemperaturen höll 150–180°C.

Från 1860-talet installerades en hel del anläggningar med vattenburen värme i Sverige, främst skolor, museer, sjukhus och fängelser. Fängelser och sinnessjukhus var byggnader där man sedan länge hade eftersträvat centralvärme. Som tidigare nämnts ville man undvika lokal hantering av eld.

I enbostadshus förekom det tidigt att man installerade centralvärme, men för flerbostadshusen skulle det ta tid. Människor var vana vid kakelugnar och kaminer och det fanns länge tvekan inför centralvärme. Detta framgår på många sätt, inte minst av en debatt som pågick under 1930- och 40-talen. Människor rapporterade sjukdomssymtom i centralvärmade byggnader. Forskare försökte hitta rationella förklaringar, men några sådana framkom aldrig. Problemen tycks ha försvunnit först då systemen blev mer vanliga.



Vid lösningar med lågt placerade radiatorer kunde man förstärka cirkulationen genom att placera in en ettrörskopplad radiator på stammen. Radiatorn orsakar viss avkylning i stammen och ökar därmed cirkulationen.

När värmeteknikern Johan Erik Cederblom år 1902 skulle uppföra en femvåningsbyggnad på Östermalmsgatan i Stockholm ville han installera en centralvärmeanläggning. Han blev bestämt avrådd av arkitekten – lägenheterna skulle då, trodde han, inte komma att bli uthyrda. Cederblom försåg ändå sin byggnad med ett vattenvärmesystem, och behövde inte ångra sig.

Utvecklingen började därefter ta fart även för flerbostadshusen. År 1920 hade ca 5 procent av det svenska bostadsbeståndet centralvärme. År 1945 hade det ökat till ca 45 procent, och 1960 till ca 75 procent.

Direktverkande elvärme har använts sedan länge och kom att användas en hel del under 1960- och 70-talen. Luftburen värme tidvis har använts i villor. Men generellt sett kan man nog säga att vattenburen värme har varit helt dominerande under de senaste 50 åren i Sverige.

Rörmontaget

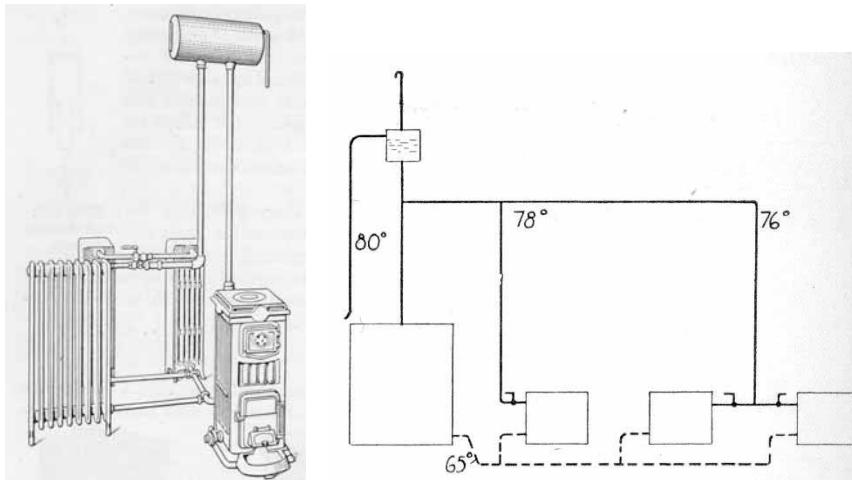
Liksom för ångsystemen talade man länge om ”övre” respektive ”undre fördelning” i vattensystemen. Övre fördelning var att föredra vid självcirkulation. Cirkulationen kom snabbare igång och cirkulationen var dessutom starkare vid drift än vid undre fördelning. För att få bättre cirkulation var det dessutom bra att pannan var förlagd så lågt som möjligt. Ofta förlades därför golvet i pannrummet extra lågt. Rören monterades ofta med visst fall för att avlufta systemet automatiskt mot expansionskärlet.

Tidiga system i England hade haft olika slag av ettrörssystem. Åtminstone under 1900-talet tycks tvårörssystem ha varit det mest vanliga i Sverige (även om ettrörssystem, som innebär billigt och enkelt rörmontage var populärt under en period på 1970- och 1980-talet).

Våningsvärmeledning.

Våningsvärmeledning kallades små system för enbostadshus eller lägenheter. Pannan och spisen i köket var ofta en enhet, den kopplades till radiatorer som placerades i respektive rum. Systemen var billiga, tysta och förhållandevis driftsäkra. Drivkraften för cirkulationen är beroende av temperaturfallet i rörledningarna. Det horisontella fördelningsröret i tak var alltid oisolerat. Man kunde öka cirkulationen genom elda pannan över 100° och få drivkraft genom ångbubblor. Det fanns ett speciellt system som byggde på denna metod, ”snabbcirkulationssystem”, som kom till användning när man hade lågt placerade radiatorer, nackdelen var, liksom vid ångsystem, ökad korrosion.

I de tidigaste systemen placerades värmarna mot innerväggar, ibland inklädda, delvis för att skydda mot den höga temperatur som förekom. Man behöll alltså den placering som kakelugnar och kaminer hade haft. Först senare kom radiatorerna att placeras i fönsternischerna, det vill säga samma placering som vi numera är vana med.



Våningsvärmeledning kallades små system för enbostadshus eller lägenheter. Pannan och spisen i köket var ofta en enhet, den kopplades till radiatorer som placerades i respektive rum.

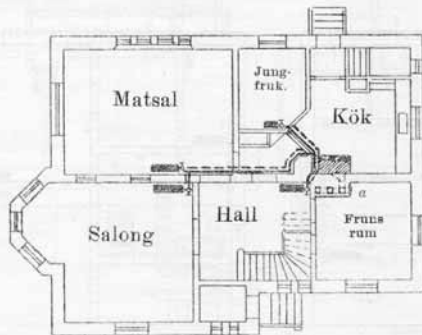
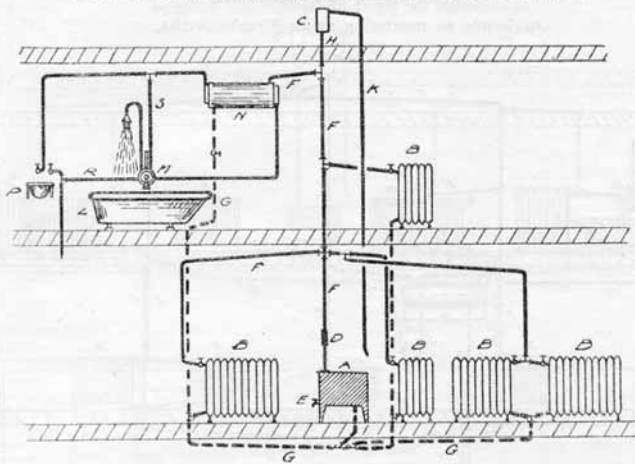


Radiatorplacering i en bostad med våningsvärmeledning från 1920. Radiatorn ersätter kakelugnen.

AKTIEBOLAGET JERNVERKSMAGASIN - MALMÖ

Schematisk uppställning

utvisande montering i kombination med varmvattenberedning för bad m. m. för upp-
värmning av villa. Fruns rum uppvärms med 3 pipig s. k. Patent Ariel-Spar Nisch (a)
av värmen från röken från Geyserspisens innan den släpps in i skorstenen.



- | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| A = Geyserspis | F = Tillgångsledning | M = Blandningsbatteri |
| B = Radiator | G = Returlledning | N = Varmvattenberedare |
| C = Expansionskär | H = Expansionsledning | P = Slasktratt |
| D = Termometrar | L = Överloppledning | R = Kallvattenledning |
| E = Påfyllnings- och avtappningskran | K = Badkar | S = Varmvattenledning |

Våningsvärmeledning.

Bränsleförsörjning och energikriser

Trä har sedan urminnes tider använts för verktyg, bruksföremål och byggnader, men framför allt som bränsle för matlagning och uppvärmning.

I norra Sverige var skogarna före 1850 helt olika vår tids vårdade kulturskogar. Mil efter mil med blandade trädslag av olika ålder. Här och var stående torra och liggande ruttnande träd. Ju längre söderut man kom i landet, desto mer påverkad av människan har skogen varit, och desto mer uppodlade markarealer har funnits.



Ved var basen i den svenska energiförsörjningen fram till 1950-talet, då oljan tog över den rollen.

I Sverige har det alltid funnits tillgång till brännved – även om detta ibland varit grenar, ljung eller tång i vissa trakter. Arbetsinsatsen, främst transporter, har satt gränsen för hur mycket bränsle man förmått ta ut. I mer tätbefolkade trakter och i närområden till större samhällen kunde dock uttaget ur skogarna lokalt vara stort. Bergsbrukets industrier var därför strategiskt utplacerade för att ha god tillgång till skog.

I sådana områden ville bergsindustrin gärna ha ensamrätt till skogen. Man upplevde andras slöseri som ett hot och man odlade bilden av en kommande skogsbrist. När kungen 1767 utsåg en kommission för att utveckla en ny kakelugn så var detta i hög grad politik. Någon energikris fanns ännu inte.

1917 års Bränslekommission

Befogad oro för landets bränsleförsörjning uppkom först år 1916. Första världskriget hade brutit ut i augusti 1914. Sverige stod utanför, men städernas försörjning med livsmedel och import av råvaror och stenkol var hotad.

Stenkol hade varit en avgörande faktor för västvärldens industrialisering. Kolimport till Sverige inleddes under 1800-talet för industrins behov. Det billiga kolet förblev också, vid sidan av veden, den viktigaste energikällan fram till 1950-talet. Många kände oro för kolberoende, och man försökte vidta åtgärder. Bland annat började vattenkraften byggas ut, Trollhättan 1909, Porjus och Älvkarleby 1915. Men för Sveriges energiförsörjning var detta ännu försumbart.



Sveriges areal är till 55 procent täckt av skog, som är den ojämförligt mest betydelsefulla källan till biobränsle i Sverige. Efter andra världskriget minskade veduttaget med en bottennivå i mitten på 1970-talet, därefter har det ökat. Flera utredningar har försökt avgöra hur mycket det går att öka produktionen av biobränsle i Sverige. Vill man minska oljeberoendet, eller bara gynna ett alternativ som är bättre än andra, kan man nog öka med uppåt 50 TWh per år. Vill man begränsa ökningen av växthusgaser i atmosfären, blir svaret mer komplicerat.

Ved var försörjningsbasen. Och med hänsyn till krigsläget utfärdades i augusti 1916 ett förbud för industrier, järnvägar och ångfartyg att utan tillstånd använda ved som bränsle.

Året hade givit dåliga skördar med matbrist som följd. Stigande priser orsakade våren 1917 demonstrationer och kravaller. En energikris ovanpå detta skulle innebära stora bekymmer.

Då stenkolsimporten kraftigt minskade i mars 1917 inrättade staten den institution som blivit känd som "1917 års Bränslekommission".

En armé av vedhuggare

Bränslekommissionen, som kom att bli mycket impopulär, bedömde att man behövde få fram 13 extra miljoner kubikmeter ved. Man kunde lätt hitta tillräckligt med träd, man betalade bra och tillämpade tvångsavverkning där så var lämpligt. Svårigheten var att få tag på vedhuggare. I juni sade riksdagen nej till ett lagförslag om civil tjänsteplikt – man tvingades locka med bra betalning. Och i slutet av 1917 hade kommissionen en hel armé, bestående av 56 000 man.

Det snabba genomförandet av detta statliga vedföretag innebar många problem. Avverkning under ogynnsamma väderförhållanden, långa transporter, höga arbetslöner och kanske viss korruption innebar skyhöga kostnader. Vedpriserna var redan höga och politikerna ville förhindra ytterligare prisstegring. Veden såldes därför till hushållen långt under självkostnadspris. Lyckligtvis tog kriget slut 1918. Men det skulle ta tid att avsluta kommissionens affärer.

Det tog också flera år innan kolimporten återgick till tidigare nivåer. Men produktionen kunde ändå hållas uppe. Det berodde på att bränslekrävande industriföretag redan 1917 hade tvingats inleda omfattande energieffektiviseringsåtgärder.



"Fjärde krigsjulen. Nu står jul vid snöig port, klappar på och myser." Under krisåret 1917 minskade kolimporten kraftigt. Vintern 1917/18 blev den svåraste sedan 1860-talet. Det brukar sägas att svenskarna svalt, frös och eldade med stubbar, rötter och kottar. Teckning av Oscar Jacobsson i Naggen 1917.

Andra världskriget

År 1938, då det utrikespolitiska läget åter började mörkna, var man bättre förberedd. Arbetet med en bränsleförsörjningsplan påbörjades direkt.

I juni 1940 minskade importen av fossilt bränsle kraftigt. En ny bränslekommission tillsattes. Inomhustemperaturen maximerades till 18 °C, varmvattnet ransonerades; folk skulle inte frysa, men varmvatten var onödigt, tyckte Ångpanneföreningens driftige direktör, K-G Ljungdahl, som ledde kommissionen. Folk accepterade i allmänhet läget – situationen uppfattades som tillfällig.

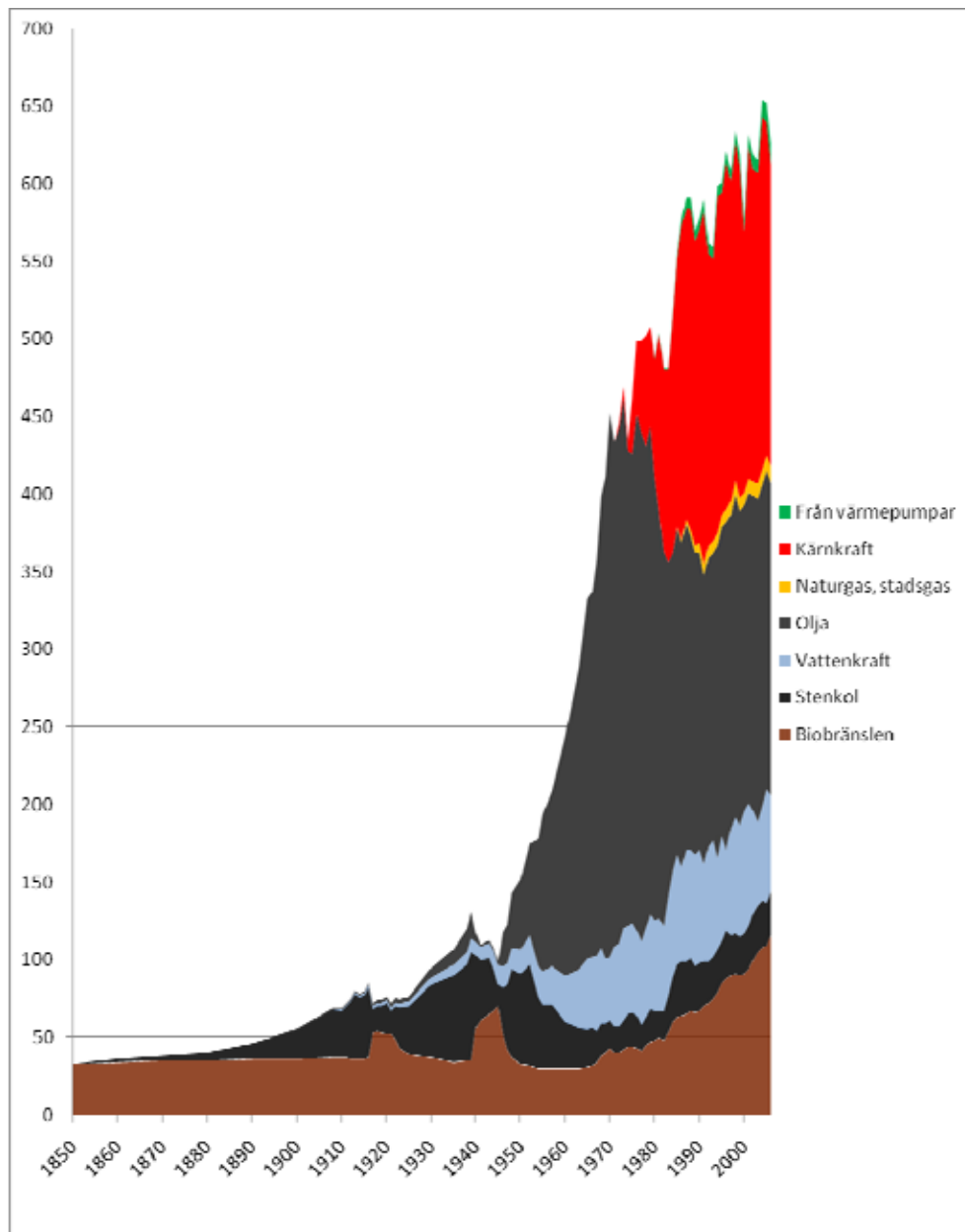
Det fanns idéer. År 1940 skrev kylteknikprofessorn Matts Bäckström en artikel i Teknisk Tidskrift med rubriken "Vedeldning, elpanna eller eldriven värmepump?", och samma år skickades Bo Pierre till USA för att studera värmepumpsteknik. Men svaret på Bäckströms fråga var givet: Ved!

Kommissionen införde nu en produktionsplikt. Alla skogsägare ålades att avverka viss mängd ved mot betalning. Det fanns de som vägrade avverka de ålagda volymerna. Några spekulerade i att kriget skulle bli långvarigt och att de senare kunde få högre priser. Andra kände irritation över den inte särskilt uppskattade kommissionens framfart.

Efterhand krävdes hårdare tag. Vedhandeln reglerades 1941, arbetslösa och värnpliktiga sattes i arbete med vedhuggning. Avverkningen fick dock inga större negativa effekter. Det fanns ett överskott eftersom virkesexporten hade minskat under kriget. Vedhuggningen kunde dessutom till stor del genomföras som skogsvårdande gallringar.

Efterkrigstiden

Efter kriget minskade vedanvändningen. Stora oljefält hade upptäckts i Mellanöstern och oljan blev billig. Oljan uppfattades som något rent och modernt, och leveranserna föreföll tillförlitliga. Vid Suezkrisen 1956 införde regeringen visserligen ett söndagstrafikförbud under några månader. Men som oljekris satte den inte djupare spår. Det gjorde inte heller sexdagarskriget 1967.



Grunden för Sveriges bränsleförsörjning har varit skogen, efterhand kompletterad med importerad stenkol. Vattenkraft började byggas ut i början av 1900-talet. Efter första världskriget kom olja och på 70-talet kärnkraft. Övriga energikällor är marginella. Kurvans skarpa ökning efter andra världskriget, som inte motsvarar en befolkningsökning, talar ett tydligt språk. De energikriser vi hittills genomlevt syns tydligt i kurvan. Källor före 1970: biobränslesiffror från Rolf Björheden, Skogforsk, i övrigt äldre statistik och litteratur. Källa efter 1970: Energimyndigheten, vars redovisning av kärnenergin, enligt en internationellt använd metod, dock ger en något överdriven bild av dess bidrag till energiförsörjningen. (Total energianvändning var år 2007 bara ca 400 TWh, inte 650 – två tredjedelar av kärnenergin blir exempelvis förluster).

På 1950-talet kom nysatsningar på vattenkraft. Det möttes av protester på 1960-talet och planerade utbyggnader stoppades. Kommuner började bygga ut fjärrvärme och ville utnyttja kraftvärmeverk som gav både el och värme: Karlstad 1948, Malmö och Norrköping 1951, Göteborg och Stockholm 1953. De drevs i allmänhet med olja.

Med andra världskriget i färskt minne hade 1951 års bränsleutredning varnat för oljeberoende. Man betonade betydelsen av inhemska bränslen och föreslog bättre värmeisolering, vindkraft och värmepumpar. Men när slutbetänkandet skulle presenteras år 1956 var det andra tider.



Kokseldning i ångpanna.

Det moderna samhällets uppgift var inte att hålla tillbaka utvecklingen. Det gällde i stället att förse industri och hushåll med tillräckliga mängder billig energi. Ett mål var att öka tillgången på el. Vattenkraft var grunden, men redan på 1950-talet fanns stora förväntningar på atomkraft. Direktelvärmens bredd ut sig på 1960-talet.

Oljemarknaden fick sköta sig själv och den billiga oljan fick snabbt en helt dominerande roll i Sveriges energiförsörjning.

Tidigt sjuttital

I direktiven till energiprognosutredningen 1972 hade statsrådet Rune Johansson skrivit: ”En hög energiförbrukning både präglar och utgör en förutsättning för det nutida industrisamhället”.

Året därefter inleddes oktoberkriget mellan Israel och arabvärlden. Den påföljande oljekrisen kom som en chock – västvärlden hade gjort sig helt oljeberoende. Sverige införde bensinransonering och det skulle bli kvotering av olja.

Oljepriserna steg, styrda av oljekartellen OPEC, men redan 1974 stabiliserades priset. Några år senare, 1978, inträffade nästa kris, nu knuten till revolutionen i Iran. Priserna steg ännu mer, men gick tillbaka igen under 1980-talet.

Oljekrisen följdes av ett riksdagsbeslut 1975 som avsåg att frysa fortsatt energianvändning på 1975 års nivå. Varje kommun inrättade en energisparkommitté med energisparrådgivare, och staten delade frikostigt ut energisparbidrag och forskningsanslag. Alternativa inhemska energikällor skulle provas. Det kom en ny byggnorm, SBN 75, genomsyrd av energiambitioner. Byggnadsnämnderna läste dess paragrafer noggrant – de hade fått ett verktyg. Nu skulle oljeberoendet bort.

Hållbar utveckling

Grundidén, att satsa på kärnkraft, mötte starkt motstånd. Thorbjörn Fälldin hade i valrörelsen 1976 lovat att inga nya reaktorer skulle startas och att kärnkraften skulle avvecklas. Men i den borgerliga regering som bildades 1977 tvingades han till en kompromiss. En ny reaktor startades, men villkorslagen infördes – inga fler reaktorer innan det fanns en säker metod för långtidsförvaring av utbränt kärnbränsle. Harrisburg 1979 beredde vägen för folkomröstningen 1980. Tjernobyli 1986 satte i praktiken stopp för fortsatt utbyggnad. Stenkol blev åter på modet.

Brundtlandrapporten lanserade 1987 begreppet ”hållbar utveckling”, att behoven hos dagens människor ska tillgodoses utan att kommande generationers möjligheter äventyras. Detta fick under 1990-talet bred förankring, även i näringslivet. Fokus riktades då mot varor och kemiska produkter. På 1980- och 1990-talet var priset på energi förhållandevis måttligt.

Under 2000-talet började priset stiga och energin kom igen i miljödebatten. När hypotesen om en global uppvärmning flyttades från forskares datasimuleringar till massmediernas väderrapportering kom energifrågan i händelsernas centrum på ett sätt som den aldrig tidigare hade varit. Svaga resultat från en klimatkonferens 2009 följt av en mycket kall vinter och ett offentliggörande på forskares tvivelaktiga mailkorrespondens skapade dock år 2010 viss vilshenhet.

Kväde, tillägnat all den bränslekommissionens ved som fattigdomens tid till spott och spe blivit kvarliggande på alla lastkajer och upplagsplatser i riket.

Säg, varför ligger du här i solen och torkar och spricker?
Allt medan vitsippor lysa och vårsolen vänligt ler.
Ingen vill stjäla dig nu, här ligger du bara i vägen,
kådig och flisig och torr - ingen nämns se åt dig mer.
Förr vart du såld för en hederlig, rundligt tilltagen penning,
och när så bonden satt in sina skatter på banken, han kvad:
'Nu om jag blott passar på kan jag själv sälja ved till behovet.
Mycket lång näsa då får kommissionen uti Stockholms stad'.
Emellertid gick vintern. Där rullade vilt miljoner
kronor i bondens skrin. Medan spannmål gömdes å vinden

fraktades du, o ved, ut till broar och kajer.
Bonden körde dig dit och trettio kronor om dagen
tjänade han på det skräp kommissionen gallrat ur skogen.
Och nu ligger du här i höga kasar och stavrom,
torkar och ramlar mitt i min väg och doftar av kåda,
så att när jag och min fästmö ha bråttom till järnvägsstationen
hindrar du vår trafik. Allt medan bonden som sålt dig
skrattar och slår på sitt förskinn och vägrar att sälja potatis.
Ve dig, o hänfulla barrved, trefalt och tiefalt tvi dig!
Men blir du kvar i min väg till höstens stormar gå hårda,
då skall jag stjäla dig bort, i mörka och regniga nätter,
glatt skall min skottkärra gnissla, lastad med dig, o ved!

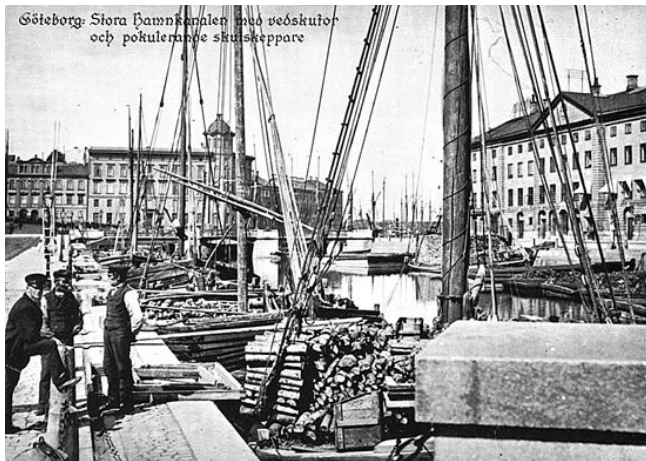
Dan Andersson 15 maj 1918

Kraft och bränslen

Ordet ”energi” är gammalt. Men före 1960-talet var ordet främst använt i fysiken. Man talade i stället om kraft och bränslen. Kraft var ett ord för el, producerad av roterande maskiner, ångkraft, vattenkraft. Bränslen var brännbara ämnen.

Öppna spisar och kakelugnar har traditionellt eldats med ved, men nödbränslen som kottar, ljung och tång har förekommit. Veden blev dyrare från 1850-talet. Samtidigt fick man tillgång till koks som var en restprodukt vid produktion av stadsgas. Koks och antracit, ett högkvalitativt stenkol, såldes som bränsle till kaminer och mindre pannor och var ett vanligt bränsle i små värmepannor fram till 1960-talet, då det blev utkonkurrerat av olja.

I tabellen anges ett antal bränslen som förekommit genom åren. Angiven mängd motsvarar en kWh.



Det behövdes en omfattande transport av ved in till de större städerna. Bilden visar Göteborgs vedhamn.

Brännved 0,25 kg. Sverige är till 55 procent täckt av skog, en mycket hög siffra. ”Husbehovsveden” var det helt dominerande bränslet fram till början av 1900-talet. Under 1:a och 2:a världskriget, när importen av kol och olja minskade, blev ved räddningen. Globalt är brännved den energiresurs som används av flest människor, men behovet av ved (och betesmarker) har i mer tätbefolkade länder bidragit till avskogning.

Ljung 0,4 kg. I områden med stora ljunghedar – ofta uppkomna genom att skogen har skövlat – spelade ljung förr en viktig roll som bränsle. Anders Retzius skrev 1806: ”På många ställen, i synnerhet hvar den växer hög, har den fattige intet annat bränsle, och så besvärlig den är under Kokgrytan och i Kakelugnen, så god är den til bakning, när man warsamt umgås med eldningen.”

Halm 0,2 kg. Halm har använts som strö i djurhållning, men även som bränsle. Det skapar relativt stora mängder aska och det har haft dåligt rykte i Sverige. Under 1970- och 80-talen inträffade många bränder i halmeldade pannor, ett problem som nu minskat genom anpassad teknik. I Sverige används ungefär 0,4 TWh halm per år som bränsle, främst i mindre gårdsanläggningar och ett tiotal värmeverk.

Avverkningsrester 0,4 kg. Förr tog man ofta hand om allt skogsbränsle, särskilt i skogfattiga områden. Under det senaste decenniet har intresset för avverkningsrester åter ökat kraftigt. Bränslet uppstår vid slutavverkning i form av grenar, toppar (grot) och stubbar samt vid röjning och gallring (småträdd). Bränslet förekommer i obearbetad, flisad eller krossad form. Det används mest i fjärrvärmeverk.

Flis 0,3 kg. Bränsleflis från vedspill, bark, avverkningsrester, gallrings- och röjningsvirke samt från energiskogsråvara är billigt. Flis kan inte torkas på samma sätt som ved, det möglar lätt vid lagring.

Inandning av sådant flisdamm kan leda till ”fliseldarsjuka”. För att få ett torrare bränsle blandas det ibland med bark, spån eller torrflis. Flis används mest i fjärrvärmeanläggningar.



Under antiken förekom omfattande avskogning i Medelhavsområdet. Trä behövdes till byggnader, båtar, redskap och framför allt bränsle. Samtidigt värderades ny betesmark högre än skogsmark. Numera är stora arealer runt Medelhavet mycket karga. Stora delar av Europa är avskogade, avskogning av Island och Danmark skedde redan under medeltiden. Avskogning är fortfarande ett stort globalt problem. Nu pågående avskogning bedöms ofta stå för en femtedel människans utsläpp av koldioxid i atmosfären.

Bark 0,4 kg. Bark kan normalt användas vid sågverk och värmeverk som bränsle utan bearbetning. Fuktig bark blandas ofta med torrare bränslen, exempelvis kutterspån. Björkbark har ett högt energiinnehåll. Askhalten för bark är dock i regel högre än för ved, eftersom den ofta innehåller föroreningar.

Sågspån 0,3 kg. För att producera 1 m³ sågad vara åtgår ca 2 m³ barkat timmer. Resterande volym blir främst till flis och sågspån. Förr eldades det direkt i pannorna på sågverken. Numera används sågspån för produktion av pellets.

Kutterspån 0,2 kg. Förr användes kutterspån och sågspån som värmeisolering i väggar och golv. Spån är ett traditionellt bränsle på sågverk och snickerier. Bränslet är i regel mycket torrt vilket kan vålla svårigheter vid förbränning. Det pelletteras oftast eller används för inblandning i fuktiga bränslen.

Bränslepellets 0,2 kg. Tillverkningen av pellets tog fart efter oljekriserna på 1970-talet. Pellets är smidig att hantera, lagra och transportera, har högt energivärde och hög verkningsgrad. Numera tillverkas pellets vanligen av såg- eller kutterspån som torkas, mals och pressas under högt tryck och hög temperatur. Den färdiga produkten kyls sedan ner för lagring innan leverans. Barkpellets är mörkare brun. I vissa större fjärrvärmeanläggningar mals pellets till pulver före förbränning.

Briketter 0,4 kg. Liksom pellets ökade användningen av briketter efter oljekriserna på 1970-talet. Briketter tillverkas främst av sågspån, kutterspån, torv, bark, flis, halm eller energigräs. Råvaran rensas, sönderdelas och torkas varefter det pressas till briketter. Briketter används vanligen som bränsle i medelstora pannor för bostäder, skolor, sjukhus, industrier.

Returlutar Vid framställning av pappersmassa kokas träflisen i lut. När fibrerna i träet tagits bort återstår brännbara rester i returluten. Detta biobränsle används av massaindustrin för egen uppvärmning.

Tallbeckolja 0,1 kg. Tallbeckolja kommer ur tallolja, en biprodukt från massaindustrin som består av träets kådämnen. Den utvanns för första gången år 1899 i Skutskär. Talloljan raffinerar för utvinning av olika ämnen. Destillationsresten är tallbeckolja som används som bränsle. Omkring 1 TWh tallbeckolja används årligen för fjärrvärmeproduktion i Sverige.

Träkol 0,1 kg. Träkol framställs genom torrdestillation av trä, förr i kolmilor. Träkol antänds lätt, har högre värmevärde än ved, brinner utan låga med liten rökutveckling. Vid tillverkning av järn var träkol förr en viktig råvara men det ersattes under 1900-talet av stenkol. I Sverige används det numera mest som bränsle i utomhusgrillar.

Brännorv 0,3 kg. En fjärdedel av Sveriges yta har torvrik mark. Torv bildas i syrefattig våt miljö av ofullständigt förmultnade växtdelar. Strötorv i stall, ladugårdar och latriner var förr en stor produkt. Det har sedan länge använts som bränsle i hushåll och industrier, i stor omfattning på 1940- och 1950-talet och efter 1980. Årligen eldas 3 TWh, vilket är betydligt mindre än årlig tillväxt. Svensk brännorv används i vid ett 40- svenska värme- och kraftvärmeverk där den sameldas med andra bränslen

Brunkol 0,3 kg. Kol är omvandlad torv. Man talar om en ”inkolningsserie”: torv, brunkol (65–84 % kol), stenkol (84–91 % kol), antracit (över 91 %) och grafit, rent kol. Brunkol med brunsvart färg och jordartad konsistens brinner med rökig låga. Det bränns direkt eller i brikettform. Dess värmevärde är betydligt mindre än stenkolets. Brunkolseldade kraftverk läggs vanligen i direkt anslutning till de stora dagbrotten – dess höga fukthalt gör den dyr att transportera. Någon betydande import till Sverige har därför inte funnits.



Importen av kol ökade snabbt från 1880-talet. Bilden visar Värtaverkets kolhamn 1899.

Stenkol 0,13 kg. Stenkol började brytas på medeltiden och tillgång på kol blev motorn i den industriella revolutionen i Europa från 1700-talet. I slutet av 1800-talet övertog kol vedens position som världens viktigaste energikälla. I Sverige finns kolfält i Skåne, där små mängder bröts från slutet av 1700-talet och fram till 1992. Sverige började importera kol på 1850-talet. Det var den största energikällan fram till 1960-talet, då olja tog över. I Europa är kolgruveindustrin sedan slutet av 1980-talet på kraftig tillbakagång. KOLETS främsta användningsområden är som bränsle i större kraftverk.

Antracit 0,11 kg. En hård bergart med kolhalt över 91 %. Den bildas av vanligt stenkol under påverkan av högt tryck och hög temperatur och är det näst sista stadiet i inkolningsskedjan. Den brinner

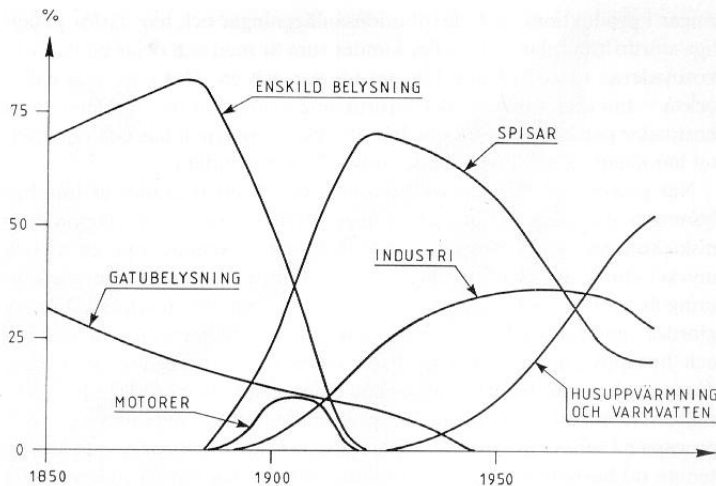
utan rök med kort, nästan osynlig låga och lämnar små askmängder. Den har använts i kaminer. Smeder använder gärna antracit i ässjan.

Koks 0,12 kg. Stenkol utnyttjades från 1850-talet för produktion av stadsgas. Återstoden, koks, såldes som bränsle till kaminer och mindre pannor. För gasverken var det viktigt att välja en kolkvalitet som gav bra gas och säljbart koks. Koks är lättare att hantera än kol och brinner lugnt och rökfritt. Koks var ett vanligt bränsle i små värmepannor fram till 1960-talet då det blev utkonkurrerat av olja. I industrin har koks fortfarande stor användning som kombinerad energi- och processråvara.

Eldningsolja 1 0,09 kg. Kallas även villaolja och framställs genom destillation av råolja. Eldningsolja 1 är den kvalitet som har lägst viskositet och den används i exempelvis villapannor (och har ungefär samma egenskaper som diesel). Användningen av eldningsolja ökade explosionsartat efter andra världskriget, och skapade ett stort oljeberoende i Västvärlden. Oljeanvändningen har minskat markant sedan oljekriserna på 1970-talet.

Tjockolja 0,09 kg. Eldningsoljorna delas in i 7 klasser enligt svensk standard. Eldningsolja 2-6 kallas tjockolja och finns i olika svavelhalter. Tjockolja är billigare än villaolja men kräver anpassade anläggningar med varmhållning av cisternen och förvärmning i brännaren. Den används därför bara i stora anläggningar. År 1967 uppmärksammades att oljeeldning gav upphov förurning, framför allt orsakad av oljans svavelinnehåll.

Eldningsfotogen 0,09 kg. Fotogen framställs genom raffinering av råolja. Petroleumindustrin uppstod under 1860-talet och lysfotogen förblev dess viktigaste produkt i femtio år. Fotogen dominerade svensk oljeimport fram till 1920-talet och användes för belysning och senare även för fotogenkök, men fotogen var ett dyrt bränsle. Från 1930- till 1960-talen användes fotogen i fotogenkaminer, ofta i skolor, sommarstugor etc. Numera används fotogen huvudsakligen som motorbränsle.



Produktionen av gas ökade år från år fram till omkring 1960. Men hur den användes förändrades genom åren. Gasverken hade ursprungligen installerats för belysning, men gasljuset fick stark konkurrens från den billiga lysfotogenen från 1870-talet och senare från elljus. Behovet från gasspisar ersatte den marknad som man tappade på belysningsidan.

Stadsgas Från 1850-talet utnyttjades stenkol för produktion av stadsgas (numera används ofta nafta). För gasverken var det viktigt att välja en kolkvalitet som gav bra gas och säljbart koks. Stadsgasen var först avsedd för belysning, men kom efter 1870-talet att allt mer användas för gasspisar, uppvärmning m.m.

Naturgas Naturgas kallades förr jordgas och

Användning av naturgas påbörjades i Europa först på 1960-talet och i Sverige först på 1980-talet, efter ett avtal med Danmark som har stora tillgångar. Gasen utvinns ur separata gasfyndigheter direkt ur jordskorpan eller i samband med oljeutvinning. Den består främst av metan. Naturgas används framför allt som bränsle och som råvara, exempelvis till plast.

Avfall 0,3 kg. Avfall är sammansatt av många olika material, matrester, trä, plast, papper, glas, metall, trädgårdsavfall med mera – till största delen biomassa. Fram till slutet av 1960-talet var avfallsförbränning en metod bli av med avfallet. Efter oljekriserna på 1970-talet började det betraktas som en energiresurs. Hushåll producerar årligen 500 kg per person, varav hälften går används som bränsle. Den totala avfallsförbränningen i Sverige ger numera nästan 15 TWh per år.

Kärnbränsle 0,1 mg uran. Den första kärnreaktorn startades 1942. År 1954 startades R1, den första reaktorn i Sverige och samma år den första större anläggningen för elproduktion, i dåvarande Sovjetunionen. Men först på 1960-talet kunde kärnkraften börja tävla med konventionella kraftverk. I många länder påbörjades då en stark utbyggnad av kärnenergi. Efter olyckor i Harrisburg 1979 och Tjernobyl 1986 har kärnkraften varit starkt ifrågasatt.

Stearin 6 st värmeljus. Ett stearinljus av normalstorlek ger ungefär 100 W värmeeffekt, samma som en människa. Ett värmeljus har mindre låga och ger ca 30-50 W. Man kan som tumregel räkna med att stearin (och paraffin) har ett värmevärde på ca 10 kWh/kg. Värmeljus kan vara en billig och lättlagrad reserv inför ett eventuellt värmeavbrott om man saknar eldstad eller portabel kamin.

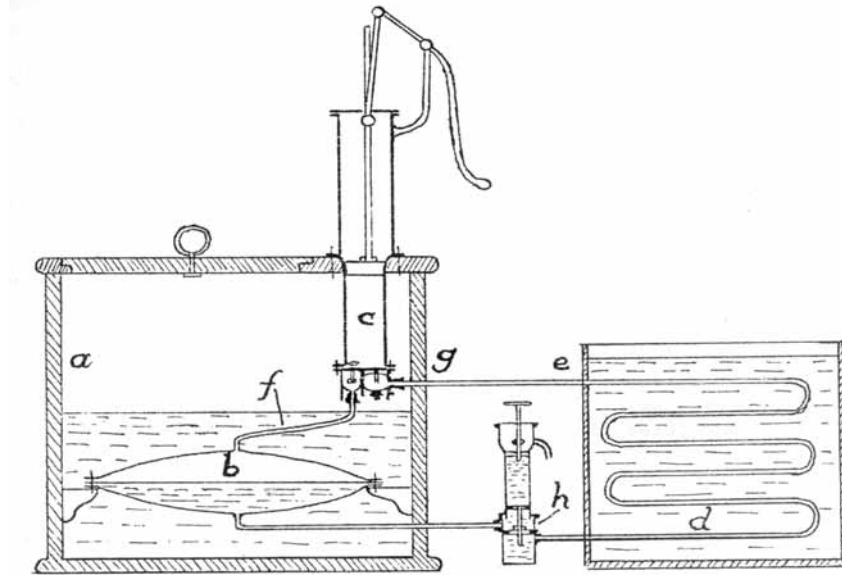
Kylteknik

Inspirerad av en elev genomförde William Cullen, medicinprofessor på Glasgows universitet, år 1755 ett banbrytande experiment. Genom att under vakuum förånga en skål med eter kunde han frysa ned en skål med vatten. Detta är ett exempel på 1700-talets snabbt ökande kunskap om termodynamik och gasers egenskaper. Kunskapen kom att bli en bas för den moderna ”mekaniska kylteknik” som dock först på 1800-talet började användas praktiskt.

Mekanisk kyla

Två amerikanska uppfinnare var tidigt ute. År 1805 beskrev Oliver Evans principerna för hur en kylmaskin med eter som köldmedium kunde byggas och år 1834 lät Jacob Perkins bygga en sådan. Principen, kompressorkylprocessen, var densamma som i majoriteten av dagens kylanläggningar.

John Gorrie, läkare i Florida, var mycket intresserad av kylning av sjukhus och byggde den första kylmaskinen enligt tryckluftsprincipen år 1848. Den användes till både isproduktion och kylning av sjukvårdslokaler. Gorrie var långt före sin tid när han menade att tekniken borde användas också för kylning av lokaler i andra byggnader.



Jacob Perkins ritning till den första moderna kylmaskinen, avsedd att producera is. Bilden visar en handdriven kompressor (c), en vattenkyld kondensator (d), en expansionsventil (h) samt en förångare (b) omgiven av det vatten som skulle frysas. När maskinen år 1834 tillverkades av en anställd hos Perkins, John Hague, fick den en ångdriven pump och ett lite mer praktiskt utformad tråg för isen.

Kylning med is

Sedan lång tid har man utnyttjat is för kylning. Isen ”skördades” på vintern och lagrades i en sågspånstäck isstäck (eller isdös). I Sverige förekom detta ända in på 1950-talet, då is på sina ställen fortfarande utnyttjades för isskåp i bland annat bostäder, kiosker och mindre matbutiker.

Handel med is var en storindustri under 1800-talet. Från Norge exporterades stora mängder is till England i början på 1800-talet, främst för fiskindustrins behov. I mitten på seklet ökade behovet kraftigt; is från Väner och andra västsvenska sjöar exporterades exempelvis till USA. Samtidigt blev is från Wenham Lake vid Boston känd över hela världen för sin höga kvalitet. Frederic Tudor, ”Ice King”, skeppade enorma mängder is inte bara till varmare trakter i USA, utan också till Sydamerika, Europa, Kina och Indien mellan 1826 och 1892. Långt fram på 1930-talet var isindustrin stor.

En stor konsument av is var bryggerierna. I Bayern hade man år 1833 utvecklat en ny bryggeriteknik, underjäsning. Fördelen var att ölet kunde lagras längre, och att bryggerinäringen kunde göras storskalig och industriell. Tekniken infördes i Sverige på 1860-talet. Det behövdes mycket is för kylning av processerna vid tillverkning av detta ”bayerska öl”. Is behövdes också för mejerinäringen och för isskåp, som hade börjat bli vanliga i mer förmögna hem efter 1850-talet.



Under vintern sågade man is för att täcka sommarens behov. Isen lades upp i en isstack. Ett mejeri kunde behöva lägga upp förråd på 10 000 ton is varje vinter. Mejerier fanns lokalt, och de lantbrukare som var delägare levererade både mjölk och is. Ofta lade man för säkerhets skull upp så det skulle räcka två år. En annan stor konsument av is var bryggerierna. På bilden från Gripsholmsviken, troligen från 1920-talet, hämtar man is till en isstack för Södertelje Bryggeri.

Kylmaskiner i industrin

På 1870-talet utvecklade Carl von Linde, professor i maskinlära i München, en ny kylmaskin med ammoniak som köldmedium. Lindes nya kylmaskin sattes upp i ett bryggeri i Trieste år 1876 och den var billigare och bättre än tidigare teknik. Ammoniak hade använts utan större framgång sedan 1850-talet, men skulle nu komma att dominera ända fram till 1940-talet. Fram till 1920-talet var ammoniak det enda köldmedium som förekom i Sverige.

Flera andra köldmedier hade introducerats i slutet på 1860- och på 1870-talet, exempelvis metyleter, metylklorid och svaveldioxid. De var brandfarliga, korrosiva, reaktiva och giftiga. Arbetsmiljöproblem och olycksfall var vanliga. Ett alternativ som var ofarligt med tanke på dessa aspekter, och som man därför ofta använde i fartyg, var koldioxid. Den krävde dock högre tryck än ammoniak.

Den första kylanläggningen i Sverige kom från Storbritannien och togs i bruk 1881 av Lyckholms bryggeri i Göteborg. Den första svenskbyggda kylmaskinen tillverkades vid Ludvigsbergs verkstad och installerades i Münchenbryggeriet i Stockholm 1892. Senare installerades många kylmaskiner i bryggerier, men även i slakterier, större mejerier och annan livsmedelsindustri.

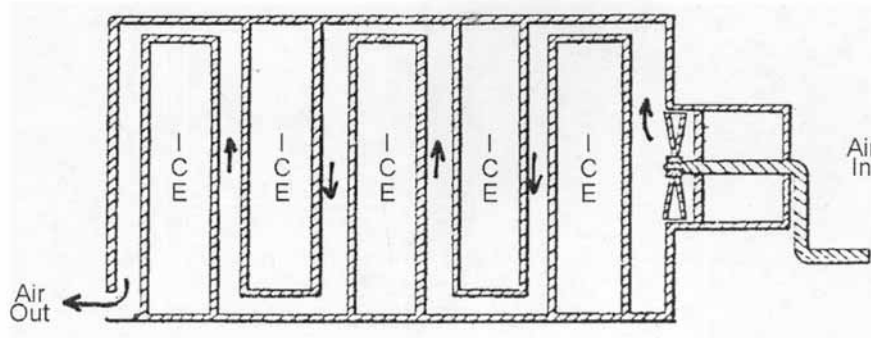
Kylmaskiner var normalt sett mycket stora anläggningar. Gorrie hade på sin tid skissat på system med ”fjärrkyla”, vilket kom att byggas i vissa större städer i USA redan i slutet av 1880-talet. Detta förekom främst i industriområden där det utnyttjades för kylförvaring.

Iskylning av lokaler

Genom åren har det funnits mängder av system för att kyla byggnader, dels passivt med byggmaterialet och byggnadsutformningen i sig, dels aktivt med hjälp av vind, is, snö, jord eller vatten. Mycket ofta har man eftersträvat att nyttiggöra de låga temperaturerna på natten. I persisk arkitektur förekom exempelvis vindtorn och vindfångare. Från områden i torra klimat finns mängder med exempel på evaporativ kylning.

För kylning av lokaler i sjukhus hade John Gorrie och även brittiska ingenjörer i Indien tidigt byggt mekaniska kylanläggningar. Men under lång tid utnyttjades främst is för kylning av ventilationsluften, något som Gorrie hade experimenterat med redan 1833.

Från 1860-talet och fram till omkring 1910 byggdes flera ventilationssystem i USA där luften fick passera värmeväxlare som kyldes med is eller salt/isblandningar. Det gjordes framför allt i sjukhus, men även i restauranger, teatrar, varuhus etcetera. Trots att isen och tekniken var dyr, en teaterföreställning kunde kräva uppåt 10 ton is och fem personer i arbete, så fanns sådana system i drift ännu på 1930-talet.



År 1865 fick amerikanen Nathaniel Shaler patent på en "improved air cooling apparatus". Systemet består av en värmeväxlare med ishållare som ger en labyrinthformad passage för luften. När klimatkyla installerades i teatrar, biografier och varuhus i USA under tiden 1860–1900 var det i praktiken alltid fråga om kylning med is.

Isen var trygg. Den mekaniska kyltekniken uppfattades länge – på goda grunder – som farlig. Höga tryck, giftiga och brandfarliga köldmedier. Kylmaskiner förekom därför främst i industriella anläggningar. Ett tydligt exempel var att man använde kylmaskiner för att producera is. Sådan is konkurrerade med naturlig is, som påstods vara "förorenad". Efter en varm vinter 1889/1890 stärktes kylmaskinernas ställning ytterligare och den "artificiella isen" tog stora marknadsandelar i USA.

Isens betydelse syns i det mått man i USA använt på kylmaskinernas kapacitet. En 100 tons kylmaskin hade en kapacitet som kunde ersätta motsvarande mängd is. Konkurrens skapade snabbt inflation i måttenheten och på 1890-talet påbörjades arbete att definiera ett "standard ton".

Mekanisk kylning av lokaler

Den troligen första renodlade installationen av en kylmaskin för komfortkyla utfördes år 1887 av Linde Company i ett palats i Indien. Det finns också uppgifter om att en byggnad i Frankfurt ska ha fått en komfortkylmaskin år 1894. Mekanisk komfortkyla slog dock inte igenom förrän 1901, då ingenjören Alfred R. Wolff konstruerade ett komfortkylsystem med frikyla för New York-börsen. Efter detta och världsutställningen i St. Louis 1904, där kylbranschen visade upp sin kunskap, ökade acceptansen snabbt för mekanisk kyla även i icke-industriella lokaler.

År 1904 installeras en kylanläggning på en teater i Köln och en teater i Rio de Janeiro. Senare kom installationerna slag i slag på exempelvis biografier, teatrar, museer och restauranger, men totalt rörde

det sig knappast om mer än något hundratal anläggningar om året. Under 1920- och 1930-talet installerades många små CO₂-maskiner i operationssalar, restauranter, hotell och nattklubbar i USA. I kontor var kyla länge förhållandevis ovanligt.



Iskarlen kommer till fru Björk på Jungfrugatan 13. I städerna levererades isen till bostäderna av speciella isbärare eller iskarlar, ett välkänt inslag i stadslivet från mitten av 1800-talet till några decennier in på 1900-talet. Dåtidens kylskåp, isskåpen, var byggda av trä med dubbla väggar och invändigt klädda med zinkplåt. Isen lades högst upp i skåpet och smältvattnet tappades ur nedtill med en kran. Foto Lennart af Petersens troligen 1959, från Stockholms stadsmuseum.

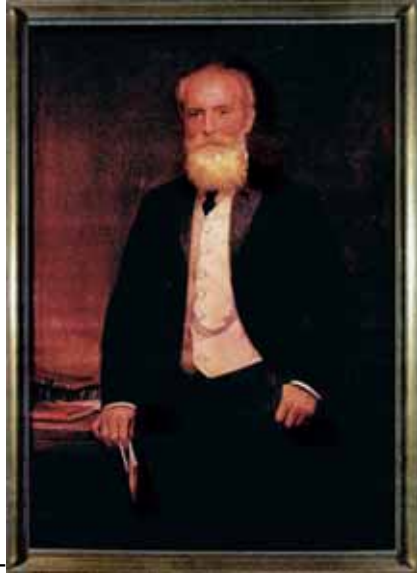
Isindustrin noterade utvecklingen, men kände sig inte hotad. En stor marknad hade blivit isskåp för kylförvaring av mat.

Air conditioning

Begreppet "air conditioning" myntades av Stuart Cramer 1905. Det ansågs innefatta värmning, kylning, fuktning och avfuktning, och termen marknadsfördes inte minst av Willis H. Carrier, som skulle komma att bli en av förgrundsgestalterna i amerikansk inneklimatteknik. År 1911 presenterade Carrier principerna för fuktstyrning med daggpunktsmetoden och år 1928 lanserade han en rumsapparat för bostads- och kontorsrum, "Unit Air Conditioner".

Redan på 1800-talet hade det funnits rums kylare i form av isbehållare. Men det var alltså först på 1920-talet som amerikanska ingenjörer började intressera sig för att konstruera små mekaniska kylare som kunde kyla enskilda rum i kontor eller bostäder – det som i mer folkligt språk har kallats air conditioning eller luftkonditionering. På 1930-talet fanns flera rumsapparater från cirka 1 kilowatt och uppåt på den amerikanska marknaden. Men många rumsapparater var stora, tunga och dyra.

Depressionen på 1930-talet och andra världskriget stoppade upp utvecklingen av "komfortkyla" i USA. Först efter kriget ökade intresset. År 1956 fanns det i 90 procent av alla teatrar, 27 procent av alla kontor och 15 procent av alla butiker. Men bara i en procent av bostäderna.



Hermann Rietschel (1847-1914) grundade 1871 firman Rietschel & Henneberg, och blev 1885 den förste professorn i uppvärmnings- och ventilationsteknik, då en sådan professur inrättades på Tekniska högskolan i Berlin. Han utgav år 1893 en handbok som ännu kommer i nya upplagor och han betraktas ofta som grundare av den vetenskapliga värme- och klimattekniken. I boken klargjorde han de teoretiska förutsättningarna för klimatkyla på ett ingenjörsmässigt användbart sätt.

Alfred R. Wolff, som var ledande projekterande ingenjör inom värme- och kylteknik i USA vid sekelskiftet, tillämpade Rietschels principer vid projekteringen av kylsystemen i Cornell Medical Centre 1899, New York Stock Exchange 1901 och Hanover National Bank Building 1903.

Absorptionskylskåpet

Kyltekniken var väl etablerad när Baltzar von Platen och Carl Munters på 1920-talet tog sig an uppgiften att konstruera ett kylskåp utan rörliga delar. De byggde vidare på absorptionskyltekniken, utvecklad av bröderna Carré i mitten av 1800-talet.

I Sverige hade Munktells Mekaniska verkstad tillverkat elmotordrivna kompressorkylskåp redan i början av 1910-talet, men det hade aldrig slagit igenom. Man konkurrerade dels med jordkällare och andra svala källarutrymmen, dels med tidens etablerade isskåp, en enkel och driftsäker teknik, som inte påverkades av elavbrott. I städerna var iskarlen pålitlig med regelbundna turer, och på landsbygden användes ibland den grävda brunnen som ”kylskåp” de dagar jordkällaren inte räckte till. Dessutom kunde man ofta köpa is på det lokala mejeriet.

För att ha någon chans på marknaden krävdes ett tyst, litet, läckagefritt och mycket driftsäkert kylskåp. Storheten i von Platens och Munters apparat var att de lyckades med just detta. Kylskåpet hade visserligen större energibehov än ett kompressorkylskåp och det innehöll ”otrevliga köldmedier” – vätgas och ammoniak. Men kylskåpets enkelhet, tillförlitlighet och flexibilitet rörande drivenergi – gas, fotogen eller el – gjorde det till en sensation. Att man kunde använda billig stadsgas var också en viktig framgångsfaktor i de städer där detta fanns.

De två uppfinnarna fick 1922 ett patent som såldes till Axel Wenner-Grens Elektrolux. Kylskåpet anpassades för den amerikanska marknadens temperaturkrav. Det lanserades år 1925 och inom tio år hade man sålt en miljon kylskåp. Isindustrin fick efter hand stora bekymmer.

Säkra köldmedier

Som kuriosum kan nämnas att Albert Einstein tidigt uppmärksammade Munters och von Platens briljanta uppfinning. Ett tragiskt olycksfall i Berlin gav uppmärksamhet åt riskerna med farliga

köldmedier. I egenskap av före detta patentingenjör gav Einstein sitt stöd till en elev, Leo Szilard, som utvecklade ett alternativt och mer säkert system. Elektrolux köpte patentet, men utnyttjade det inte.

En omvälvande förändring kom år 1930 då en amerikansk kemist, Thomas Midgley, insåg att ett syntetiskt ämne, diklorfluormetan, var ett bra köldmedium. Ämnet kallades Freon, senare Freon-12 eller F-12, numera R12. Midgley demonstrerade freonets ofarlighet och brandsäkerhet för American Chemical Society genom att andas in gasen i ett djupt andetag och låta den långsamt välla ut ur munnen över ett tänd stearinljus, som då slocknade.

Freon-12 var dyrt och utgjorde först ingen konkurrent till absorptionskylskåpet. Men under 1940-talet utvecklades kompressortechniken. Flera firmor började tillverka kompressordrivna kylskåp i Sverige. År 1956 började även Electrolux tillverka ett sådant.

Efter 1945 uppfattades R12 som ”det enda köldmediet på marknaden” för små och medelstora system. Under 1950-talet lanserades flera nya syntetiska köldmedier. Men år 1974, när Mario Molina och F. Sherwood Rowland publicerade en artikel i Nature om hur vissa syntetiska ämnen kunde påverka stratosfärens halt av ozon, påbörjades en helt ny debatt.



Carl von Linde (1842–1934), professor och företagsledare. Efter en tid som ingenjör på en lokomotivfabrik, blev han 1868 professor i maskinlära i München där han kom att intressera sig för kylteknik, främst för bryggeriernas behov. Han grundade 1879 ett företag som han ledde fram till 1890. Då återvände han till tekniska högskolan för att undervisa i kylteknik. Hans företag, Linde, är fortfarande ett av de större i branschen.



Willis H. Carrier (1876–1950), ingenjör, kyltekniker och företagsledare. Han etablerade sig 1915 som konsulterande ingenjör med ”air conditioning”, som specialitet. Begreppet ansågs omfatta ventilation, värmning, kylning, fuktning, avfuktning och luftrening. I USA betraktas hans arbete med detta som centralt för branschens utveckling. Hans företag har blivit ett av de större i kylbranschen.

Värmepumpen

Oliver Evans hade redan 1805 noterat att man borde kunna använda en kylmaskin för att producera värme. Men det var först William Thomson (Lord Kelvin) som år 1852 lade upp konkreta riktlinjer för hur en sådan maskin skulle byggas och användas. Tekniken hade ingen framgång under 1800-talet. Då byggdes bara enstaka anläggningar, bland annat i Österrike. Först på 1920-talet utvecklade T.G.N. Haldane värmepumpstekniken praktiskt, både på sitt kontor i London och i sitt hem i Skottland. Från 1930-talet byggdes många anläggningar för både värme- och kylproduktion, men även renodlade värmepumpar för både mindre och större anläggningar.

Under andra världskrigets bränslekris intresserade man sig för värmepumpen som en möjlig teknik. Under olje-eran 1945-1975 var intresset lågt, men därefter har intresset ökat starkt.

De moderna värmesystemen

Det som fortsättningsvis beskrivs, och som kan sägas vara typiskt för det som kom att bli vår tids värmesystem, kännetecknas av tre saker. De har:

- vatten som medium
- shuntning av framledningen
- pumpar för cirkulation

Viktiga förutsättningar för dessa system var att man måste hålla värmesystemet frostfritt och att man har tillförlitlig tillgång till el för pumpen.

Vatten och frysrisk

I äldre tid värmde man bara de delar av byggnaden och de rum som man för tillfället använde. Lokala värmare och direkteldade kalorifersystem innebar att man utan problem kunde låta bli att elda om man reste bort eller valde att inte elda i vissa rum.

Även ångsystem, exempelvis i mindre industrier m.m., stängdes av över helgerna. De var möjliga att starta upp på nytt på måndagsmorgonen igen, även vid mycket kallt väder.

Vattenvärmesystemen var inte lika flexibla. I *Tekno's Rörarbete* från 1949 sägs, efter några råd om hur man ska förhindra frysning i expansionskärl:

Under kalla perioder bör de rum som icke hållas varma, uppvärmas en smula, så att radiatorer och rör skyddas för sönderfrysning. Kan detta på grund av bränsleknapphet icke låta sig göra, bör dessa ledningar och radiatorer avkopplas från systemet och avtappas.

Texten fortsätter:

Frusna vattenrör kunna ofta tinas upp genom att hålla kokande vatten på tygtrasor som viras om det frusna röret. Vattenmätaren bör t.ex. alltid tinas upp på det sättet.

Uppptining kan också ske genom att täcka röret med varma sandpåsar eller med hjälp av en ångstråle, om man har ånga till hands.

Uppptining med blåslampa bör endast användas, om andra medel icke står till buds. En låga från en blåslampa eller acetylenbrännare kan ofta förorsaka dolda antändningar, t.ex. kan den antända trä som ligger bakom ett putslager eller brännbart isoleringsmaterial. Åtskilliga bränder ha uppstått i bjälklag, när en låga har använts för upptining av en rör genomföring.

Äldre vattenvärmesystem var ofta utformade så att de skulle vara lätta att tappa ur helt om de inte skulle användas över en vinter.

Inomhustemperaturen

Så länge det inte fanns tappvatteninstallationer som kunde frysa, så hade man inte någon rent teknisk anledning att hålla varmt. När byggnader i början av 1900-talet började få installationer för vatten och avlopp ökade behovet av kontinuerlig uppvärmning. Därmed försvann också en viktig invändning mot vattenburna system. De två installationerna har följts åt.

Rumstemperaturen har varierat en hel del beroende på ekonomi och tillgång till bränsle. I en bok om bostadshygien från 1931 sägs:

Uppvärmningen ska giva tillräckligt hög temperatur, 18-20° i boningsrum. I sovrum önskar man exempelvis temperaturer av 14-16°, i gymnastiksal 13-15°, i arbetslokaler 10-18°, allteftersom ett tyngre eller lättare kroppsarbete utföres. Vid stillasittande arbete, t.ex. i skolor, önskar man minst 16° vid arbetets början för dagen och högst 19° vid dess slut.

Det är i nivå med det krav som Kungl. Medicinalstyrelsen år 1938 ställde på boningsrum och kök. De föreskrev:

Med lämplig värmegrad torde få anses en, som om dagen håller sig omkring +18°C. För natten behöves icke en så hög temperatur, men alltför stora svängningar böra icke förekomma.

Såsom tjänlig eldstad kan icke godtagas enbart fotogenkamin, vilken förorsakar förskämning av luften och ökad fuktighet i rummet. De på sina håll ofta förekommande, fristående plåtkaminerna måste också anses olämpliga ur hälsosynpunkt till följd av den ojämna rumstemperatur, som uppstår vid enbart begagnande av dylika – för stark uppvärmning (överhettning), när de brinna, och hastig avkyllning, när de slocknat.

En väl fungerande uppvärmningsanordning är kakelugnen, som på grund av sin förmåga att magasinera mycket värme, vid eldningen kan giva en ganska jämn temperatur utan att behöva eldas oavbrutet. Även täljstenskaminer må nämnas som goda eldstäder.

Men skilda eldstäder i varje rum innebär dels dålig bränsleekonomi, dels mycket arbete. Ett dylikt uppvärmningssystem medför därför lätt den olägenheten, att familjen tränger ihop sig i ett fåtal rum, varigenom en annars ej nödvändig trångboddhet ofta blir följden.

Centraluppvärmning (vattenvärmeledning) medför ej nyssnämnda nackdelar, och då den även i den mindre bostaden icke är dyrare än andra fullgoda uppvärmningssystem, bör den allmänt användas.

VVS-handboken från 1940 framhåller att 18° är att föredra ur medicinsk synpunkt, men det finns också handböcker som rekommenderar en något högre nivå. I en bok från 1939 (*Handbok för värmelednings-skötare*) skrivs att vanligen anses följande temperaturer ”lämpliga för olika lokaler”:

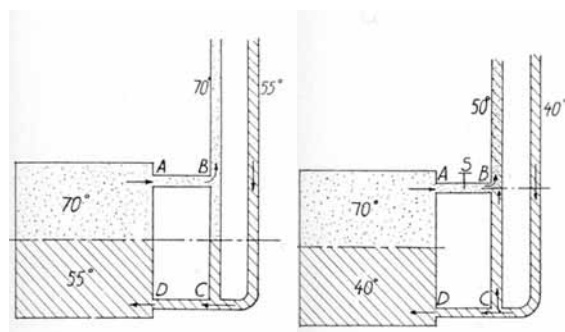
Bostads- och kontorsrum etc	20°
Lokaler för lätt arbete	16-18°
Lokaler för tungt arbete	12-15°
Badrum	25°
Garage	10°

Samma nivåer anges i en VVS-handbok från 1967 och det är temperaturer som kan anses rimliga fortfarande idag, även om många numera håller 22-24° i bostads- och kontorsrum.

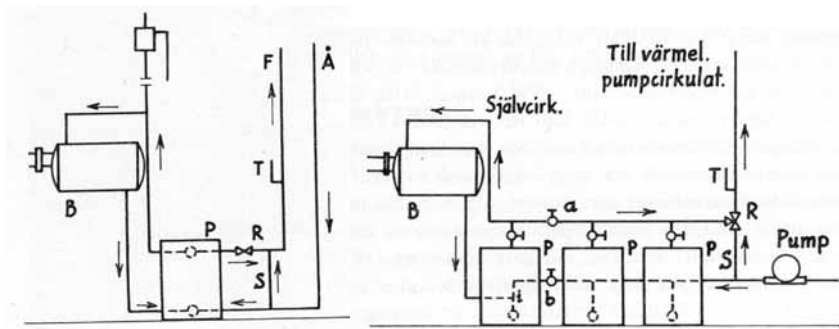
Socialstyrelsen anger numera att inomhustemperaturen i bostäder bör ligga mellan +20 °C och +24 °C och att en temperatur under +18 °C skall anses som sanitär olägenhet. För personer som är speciellt känsliga för kyla av medicinska skäl eller av ålder anges gränsen för sanitär olägenhet till +20 °C. För situationer med extrem kyla som bara uppträder några dagar en gång på ca 20 år accepteras dock en kortvarig sänkning till ca +15 °C.

Shuntningen

I de äldsta systemen fanns ingen shuntning. Värmen styrdes helt enkelt av eldningen. Shuntkopplingar på pannor började användas på 1920-talet och blev snabbt vanliga. En viktig anledning var att man ville hålla hög temperatur i tappvattenvärmaren, samtidigt som man höll en lägre temperatur i radiatorkretsen.



Principen för shuntning vid själv-cirkulationssystem. Till vänster utan reglering, till höger reglering med en ventil, placerad vid S.



Anslutning av tappvattenvärmare gjordes förr med en krets med självcirkulation, även i pumpsystem. Efter omkring 1960 blev det vanligt med en pump i kretsen för tappvattenvärmaren.

I självcirkulationssystem kunde man inte shunta ned till alltför låga temperaturer på framledningen, eftersom man förlorade drivkraft. Med pumpcirkulationssystem försvann denna begränsning.

Pumpcirkulationen

En VVS-handbok från 1949 skriver: ”Första förutsättningen för att en pumpanläggning skall kunna installeras är att elektrisk ström finnes tillgänglig utan större avbrottsperioder.”

Pumpar för att cirkulera värmevatten hade funnits sedan länge. Men problemet var alltså brist på säker drivenergi. Först när elektrisk ström blev mer allmänt tillgänglig och strömavbrotten mindre vanliga kom vattenvärmesystemen att bli helt etablerade. I VVS-handboken från 1963 och handboken Bygg år 1964 beskrivs självcirkulationssystem utförligt. Men uppenbart installeras då inga nya sådana anläggningar utom ”där elkraft för pumpdrift saknas”.

Det första systemet med pumpcirkulation i vattenvärmesystem hade utförts i Köpenhamn år 1898 av den danske ingenjören Karsten. I Sverige togs den första anläggningen med pumpcirkulation i drift 1909 på Söderby sjukhus. Den var konstruerad av Hugo Theorell, som hade förespråkat tekniken sedan flera år.

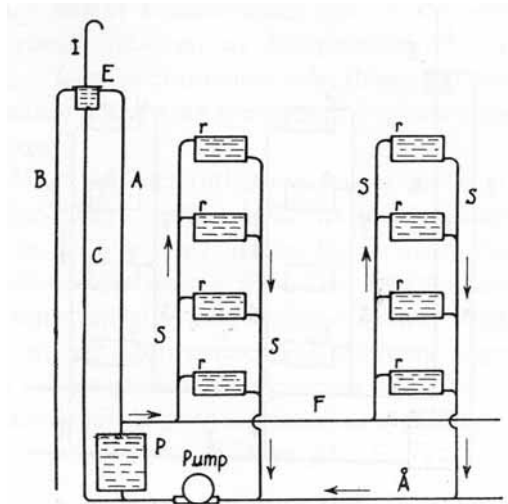
Det fanns många fördelar med pumpcirkulation. Rödragningen blev fri och dimensionerna kunde hållas små. Pumpsystemen var mindre tröga än självcirkulation. Dessutom blev styrningen av systemet lättare. Höst- och vårdrift var oekonomisk i självcirkulationssystem. För att få igång cirkulationen krävdes en minsta temperatur, som ofta var större än behovet för uppvärmningen.



Ett av de tidigaste exemplen på pumpsystem för vattenvärmesystem är Nordiska kompaniet i Stockholm år 1913.

Men det skulle ta tid innan tekniken med pumpsystem blev mer utbredd. Fortfarande 1949 skriver en rörhandbok: ”Vid mindre anläggningar användes övervägande naturlig cirkulation, till större anläggningar användes numera vanligen mekanisk cirkulation, det vill säga en cirkulationspump insattes i rörsystemet.”

När pumpsystem blev vanliga infördes krav i Kungl. Socialstyrelsens anvisningar på hur säkerhetsledningen skulle kopplas till expansionskärlet i sådana system, samt att en återledning skulle finnas.



Enligt Kungl. Socialstyrelsens anvisningar skulle expansionsledningen A mynna ovan expansionskärlets vattenyta och återledningen C skulle förenas med expansionskärlets botten. Signalröret B skulle mynna synligt över spilltratt eller golvbrunn i pannrummet. Återledningen utnyttjades även för varmhållning av expansionskärlet. Principen enligt bilden bibehölls fram till 1960-talet.

Återledningen skulle skydda vid pumpstopp. Endast om man hade så fritt genomlopp i stillastående pump och rörledningar med tillräckliga dimensioner, så att man var försäkrad om tillräcklig cirkulation vid pumpstopp, kunde återledning slopas. Då ledningarna var så monterade att ”fritt genomlopp” inte kunde erhållas, anordnades en förbigångsledning med automatisk förbigångsventil.

Värmevatten

Värmebärare (värmevatten) i sekundärsystem för exempelvis radiatorer består normalt av rent vatten som avluftats naturligt under den första drifttiden. Därmed minskar vattnets syrehalt.

Tillförsel av nytt syrehaltigt vatten ökar korrosionsrisken. Vid läckage i system skall påfyllning av nytt vatten alltid betraktas som en tillfällig lösning. Läckor ska i stället lokaliseras och åtgärdas.

	Lämplig nivå
pH	7-9 (mycket stor korrosionsrisk vid pH < 4 även vid syrefritt vatten)
Syrehalt mg/l	< 0,02 (syrehalten är viktig för korrosionsrisk och bör vara så låg som möjligt)

Förslag till lämplig kvalitet på värmebärarvatten efter en tids drift. Påfyllning kan i allmänhet ske med kommunalt vatten.

Tillsatser av s.k. korrosionsinhibitorer, ämnen med syfte att motverka korrosion har förekommit. Ett ämne med god teknisk effekt är hydrazin. Det är dock klassat som miljöfarligt, cancer- och

allergiframkallande och får numera endast hanteras efter tillstånd från Arbetsmiljöverket. Hydrazin har troligen inte använts i VVS-installationer under de senaste decennierna, men kan ha använts tidigare och kan därför finnas kvar i äldre system.

På marknaden finns flera produkter med korrosionsskyddande effekt, som kan vara svår-doserade och ställa krav på exempelvis framtida uppföljning. Det finns också många produkter med oklar effekt.

Grundprincipen bör alltid vara att ha rent vatten i ett värmesystem. I vissa fall kan frysskyddande ämnen förekomma. I Tekno's Rörarbete från 1949 sägs, efter några råd om hur man ska förhindra frysning i expansionskärl:

I värmevattensystem i sportstugor eller andra ställen där uppvärmningen sker sporadiskt kan det vara praktiskt att blanda upp vattnet med en fryspunktsnedsättande vätska. Vanligast är sprit, t.ex. 20 % sprit och 80 % vatten. För att inte spriten skall dunsta av håller man i expansionskärlet ett skyddslager av olja.

I upplagan från 1967 föreslås etylenglykol eller 20% sprit.

Värmebärare i fjärrvärmesystem tillhandahålls av energileverantören. Före tillförelse behandlas fjärrvärmevatten genom avhärdning, avluftning, pH-justering etc och ibland korrosionsinhibitorer. Många värmeverk tillsätter dessutom ett grönt färgämne (Pyranin) för att kunna spåra läckage.

Köldbärare i kontorsbyggnader består liksom värmebärare vanligen av rent vatten. Återvinningskretsar och kylmedelkretsar behöver däremot frysskyddas. Normalt blandas vatten och ett frysskyddsmedel (ca 20-30%) samt ibland en mindre mängd tillsatsmedel (mediet kallas ofta *brine*).

Etanol, som vanligen använts före 1960-talet, har nackdelen är att viskositeten ökar vid låga temperaturer och att det är dock brandfarligt, särskilt i koncentrerad form.

Etylenglykol användes från 1960-talet och fram till 1990-talet. Den har tekniska fördelar men på grund av sin giftighet sökte man alternativ, bland annat propylenglykol och andra specialblandningar. Man har under senare år i hög grad återgått till etylenglykol.

Avluftning

Tappvatten innehåller luft – egentligen de gaser, kväve, syre, koldioxid etc. som luft innehåller, lösta i vattnet. När värmesystemet fylls på första gången finns dessutom luft i ledningarna som vattnet driver undan. Den kvarstående luften och de lösta gaserna ska tas bort från systemet.

Fria gaser samlas så småningom i de övre delarna av systemet där de kan avledas i högpunkter.

För att frigöra de lösta gaserna ska värmesystemet, första gången det tas i drift, värmas upp till högsta tillåtna drifttemperatur. Gaserna frigörs då i form av små luftbubblor och kan avledas. Mest luft frigörs från de delar i systemet som har lågt tryck, det vill säga högt upp i systemet och på pumpens sug sida.

När systemet väl är avluftat ska ytterligare avluftning inte behövas. Ny luft kan dock tillföras antingen vid reparationer, vid påfyllning av vatten eller genom läckage. Detta ger sig till känna när systemet värms upp. Man kan känna temperaturskillnader på värmarna och höra ett bubblande eller susande ljud.

Självcirkulationssystemen hade varit lätt avluftade. Med grova rör, låga vattenhastigheter och övre fördelning fick man lätt ut luften i expansionskärlet. Rören var förlagda med svag lutning så att man skulle få naturlig avluftning. Med pumpsystemen blev avluftning ett större problem.

Luft i systemet orsakar funktionsproblem. Syre orsakar korrosionsrisker.

Tillförsel av nytt syrehaltigt vatten ökar korrosionsrisken. Vid läckage i system skall påfyllning av nytt vatten alltid betraktas som en tillfällig lösning. Läckor ska i stället lokaliseras och åtgärdas.

Av äldre handböcker framgår att man inte såg var så oroad för syresättning av systemen via expansionskärlen och tillfällig avtappning av systemen. Detta berodde sannolikt på att man inte förväntade man sig en större teknisk livslängd på kanske 20-30 år.

Vattentryck och tryckklasser

Äldre bestämmelser hade flera klasser. För vanliga värmesystem normalt 120°C och 3 atö.

Rör AMA 1958 anger att radiatorer ska klara ett arbetstryck på 3 atö. Krav på provtryckning har länge funnits på ångledning (och ledningar för tappvatten). Krav på provtryckning av vanliga värmesystem kommer först genom AMA 72.

För värmeslingor som skulle gjutas in fanns höga krav på provtryckning. VVS-handboken från 1963 skriver: ”före ingjutningen ska värmeslingorna provtryckas med minst 30 at ö kallvattentryck under en timmes tid.”

Vid tryck- och täthetsprovning av nyinstallerade delar i äldre system bör man därför inte använda samma kriterier som för den nyinstallerade delen.

Injustering

En injustering görs för att få rätt flöde till resp. enhet så att man får ut rätt effekt från radiatorer, värmebatterier och andra värmare.

Arbetet måste göras i flera omgångar. Varje ny justering på ett ställe i systemet innebär att tidigare injusterade flöden ändras. Det förekommer olika metoder för att kompensera för detta.

En injustering innehåller normalt fyra steg:

- en inställning av till i handlingarna föreskrivna (eller beräknade) värden,
- en kontroll av injusteringens resultat vid ett lämpligt driftfall,
- en ev. korrigerande av föreskrivna (eller beräknade) värden,
- en skriftlig dokumentation av injusteringen i ett protokoll.

Injustera enligt föreskrivna värden (flöden eller Kv-värden) eller genom att mäta temperaturen. Kontrollera resultatet av injusteringen och korriger vid behov föreskrivna värden innan systemet tas i bruk.

Lågflödesmetod och högflödesmetod

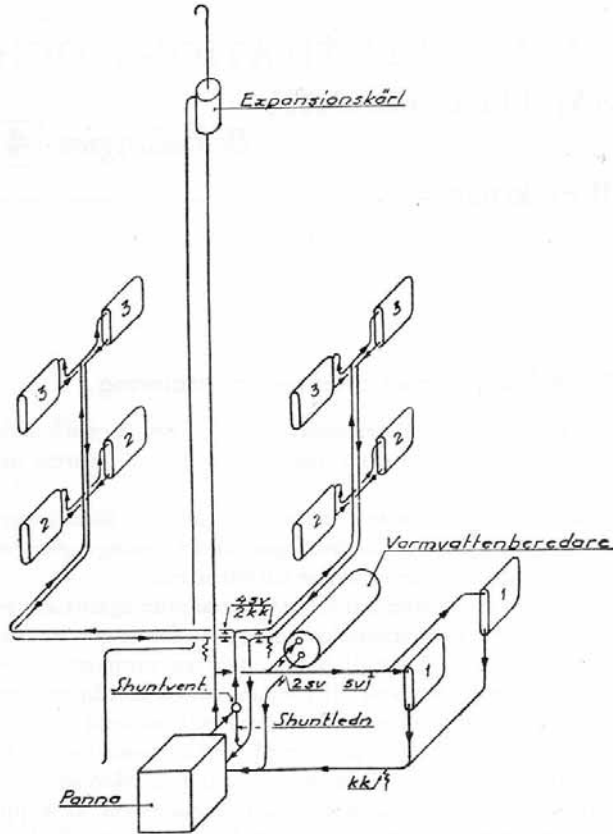
Det finns två olika skolor inom injustering av värmesystem. En skiljelinje har gått mellan dem som förordar stora temperaturfall i kretsen och låga flöden (lågflödesmetoden) och dem som förordar måttliga temperaturfall och större flöden (högflödesmetoden). Lågflödesmetoden bygger på erfarenheten att många radiatorsystem är överdimensionerade och att detta kan utnyttjas för att få större efterjusteringsmöjlighet.

Äldre system som saknar injusteringsmöjlighet ska kompletteras med detta.

Vattenvärmsystemens uppbyggnad

Traditionella pumpvärmsystem var länge uppbyggda på liknande sätt som själv-cirkulationssystem. Det berodde på att man ville vara säker på att behålla cirkulationen även vid elavbrott.

Systemen var fram till 1960-talet vanligen utförda som två-rörssystem, med en shuntad grupp som försörjde bostäder och andra lokaler ovanför källaren och en hetvattengrupp som försörjde varmvattenberedaren. En uppvärmd källares radiatorer kopplades normalt på hetvattnet. Så hade man tidigare gjort på själv-cirkulationssystemen.



Fram till omkring 1960 kopplades källarradiatorerna på hetvattnet.

Värmegrupper

Sedan shuntning började användas på 1920-talet och fram till 1960-talet delades systemet vanligen bara i två grupper, shuntat värmevatten till våningarna över pannrummet och oshuntat hetvatten till källaren. Det oshuntade vattnet använde man också till tappvattenvärmaren. Även torkaggregat i källare och ventilationsbatterier var kopplade på hetvattnet.

I enstaka fall förekom att badrummen i bostäder hade radiatorer med separata stammar med oshuntat hetvatten, för att möjliggöra uppvärmning och uttorkning under en större del av året.

En gruppindelning med norr- och söderfasad förekom ofta i kontor, sjukhus och andra lokaler, men var mindre vanlig i bostäder. Efter 1970-talet, när termostatventiler blivit vanliga, förekom denna uppdelning mer sällan.

Efter 1970-talet blir ventilationsaggregat mer vanliga. Man får en mer tydlig och systematisk gruppindelning med radiatorgrupp respektive ventilationsgrupp och ibland separata grupper för golvvärme, snösmältning etc.

Luftvärmarna för ventilation har sedan lång tid kopplats med separata shuntar, från början främst avsedda som frysskydd.

Placering av pumpen

Pumpen kan antingen sitta i systemets returledning eller i systemets framledning. Placeringen har varit en ständig diskussionsfråga genom tiderna.

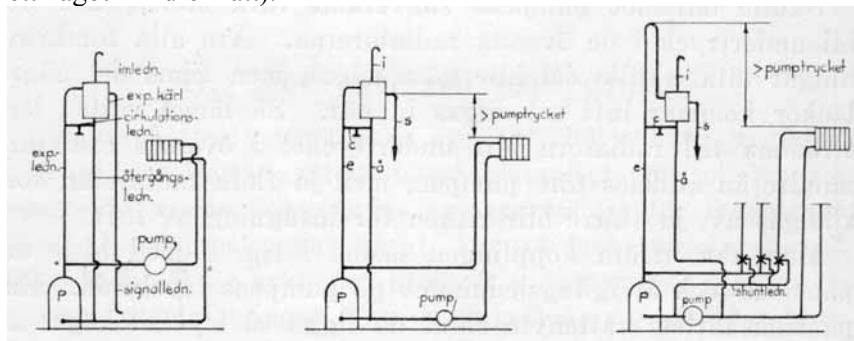
En lärobok från 1936 säger:

Pumpen kan antingen placeras i returledningen, vilket förr var det allmänt brukliga och fortfarande torde vara det i t.ex. Tyskland, eller i framledningen efter avgreningen till expansionskärlet, vilket är det vanligaste i Sverige.

Men frågan är hur bra detta stämde, många handböcker visade pump i returen och många anläggningar utfördes så.

Ovan nämnda lärobok säger att ”en del handböcker” avråder från att placera pumpen i framledningen. Men argumenten ifrågasätts (kavitationsrisk, ökad pumpenergi på grund av större vattenvolym och lägre viskositet och ökat slitage på grund av hög temperatur – packningar åldras) detta menas ”sakna praktisk betydelse”.

Nackdelen med pumpen i returledningen är risk för undertryck i systemets översta radiatorer. För att förhindra att luft sugas in vid luftning placerades ett öppet expansionskärlet så att avståndet mellan kärlets lägsta vattenyta och högst belägna radiatorns överkant var större än pumstrycket (ibland anges ett något mindre mått).



En lärobok från 1936 förespråkar pump i framledningen. Pump i returen anses endast berättigad om man vill ha en shuntkoppling som medger flera olika framledningstemperaturer. Bilden visar också en återledning, som vid denna tid föreskrevs i Kungl. Socialstyrelsens anvisningar för pumpsystem.

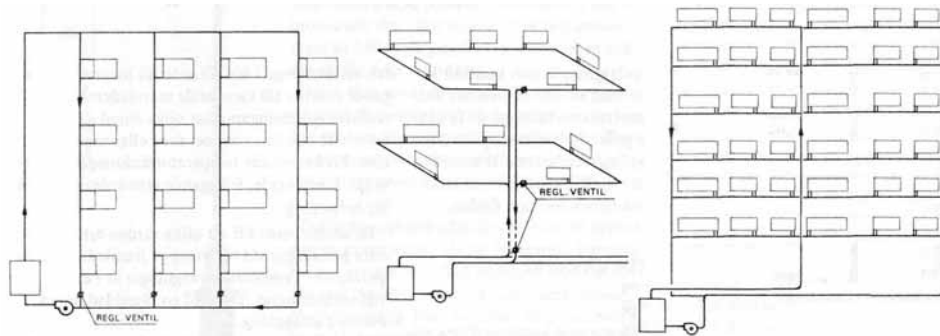
En allmän bild är dock att pumpen i äldre system, före ca 1960, vanligen var placerad i returen. Från 1970-talet och framåt är pumpen normalt placerad i tilloppet.

Värmarkopplingar

Man brukar tala om tre olika värmarkopplingar, ettrörssystem (seriekoppling), tvårörssystem (parallellkoppling) och, mer ovanligt i Sverige, tichelmann-system (också kallat trerörssystem).

Tvårörssystem är det i särklass vanligaste. Ettrörssystem förekom, vilket antyds av äldre handböcker, i tidiga system på 1800-talet och i början på 1900-talet. Ettrörssystem började användas i mindre enplansbyggnader på 1960-talet och blev under 1970- och 1980-talen förhållandevis vanligt, säkert delvis som en följd av dataprogram gjorde det lättare att projektera systemen.

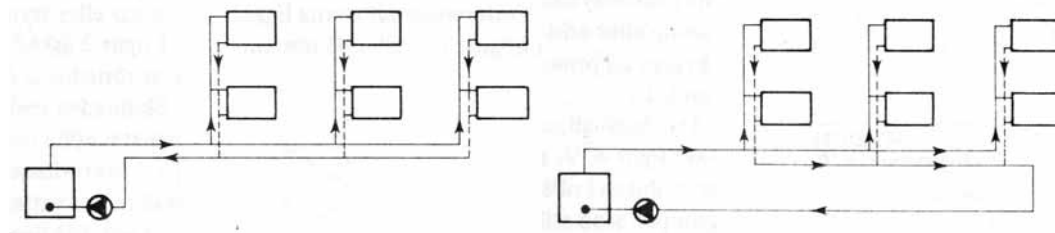
Ettrörssystemen innebar lägre installationskostnad, ett enkelt och utrymmesbesparande rörmontage, enklare injustering. Nackdelen var bara radiatorerna i en slinga fick, relativt sett, allt större storlek.



Ettorrssystem med vertikal fördelning, med horisontell fördelning, samt ett system med "stamkopplade" ettorrsslingor. Det första är ett gammalt system, det är inte känt om det har förekommit i Sverige. De två senare var vanliga under 1970- och 1980-talen.

Ettorrssystemen blev ovanliga under 1990-talet, delvis på grund av att de kom i vanrykte, möjligen efter ett antal felaktigt projekterade anläggningar som inte fungerade bra.

Enstaka konsulter har förespråkat och projekterat Tichelmann-system, under 1960-, 1970- och 1980-talen. Men systemet har aldrig slagit igenom på samma sätt som det möjligen gjort i exempelvis Tyskland.

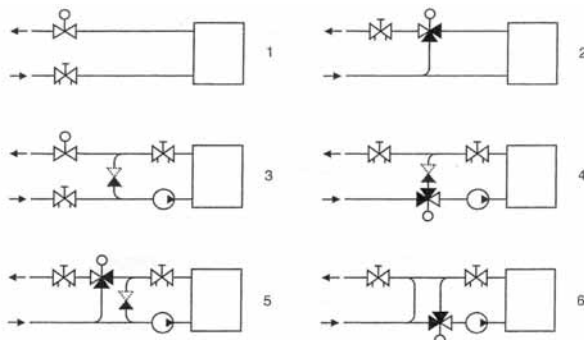


Jämförelse mellan tvåorrssystem (överst) och tichelmann-system. Det senare är inget renodlat tichelmann-system – stammarna är tvåorr. De två här redovisade alternativen har därför ibland kallats tvåorrssystem med direkt retur respektive indirekt retur.

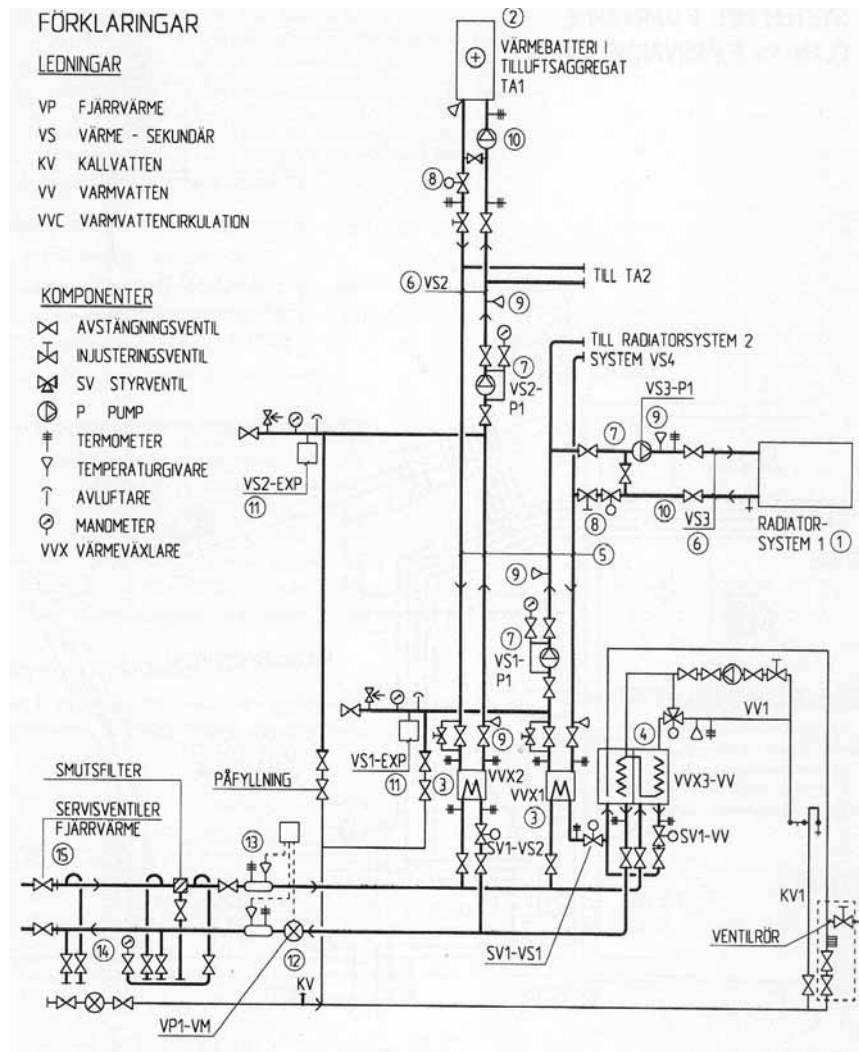
Koppling av luftvärmare

Ventilationsbatterier brukar kopplas enligt någon av nedanstående alternativ. 1 och 2 är rena ventilkopplingar som görs på plats. 3 till 6 görs på plats eller levereras som prefabshuntgrupper. Alla kopplingar förutsätter pump i primärkretsen.

För några varianter finns möjlighet att antingen sätta styrventilen på tillloppssidan eller på retursidan. Ofta föredrar man att sätta den på retursidan eftersom temperaturen där är mindre belastande för ställdonet.



Kopplingarna 1 och 2 används för mindre kyl- och eftervärmningsbatterier. För värme används 1 för fjärrvärme och 2 för t.ex. pannanläggningar där man vill ha fullt flöde i primärkretsen. Ökad



Exempel på värmesystem med fjärrvärme.

Fjärrvärme

Fjärrvärmesystem i Sverige togs upp till diskussion redan 1909, men installerades för första gången i Karlstad år 1948. I slutet av 1950-talet fanns det i tio större svenska städer. Ökningen fortsatte under 1960- och 1970-talet, men mattades av när oljepriset sjönk 1985/86.

I Sverige förekommer bara system med två rör, tillopp och retur. System med ett rör förekommer i forna Sovjetunionen och på Island. System med tre rör finns exempelvis i Västberlin.

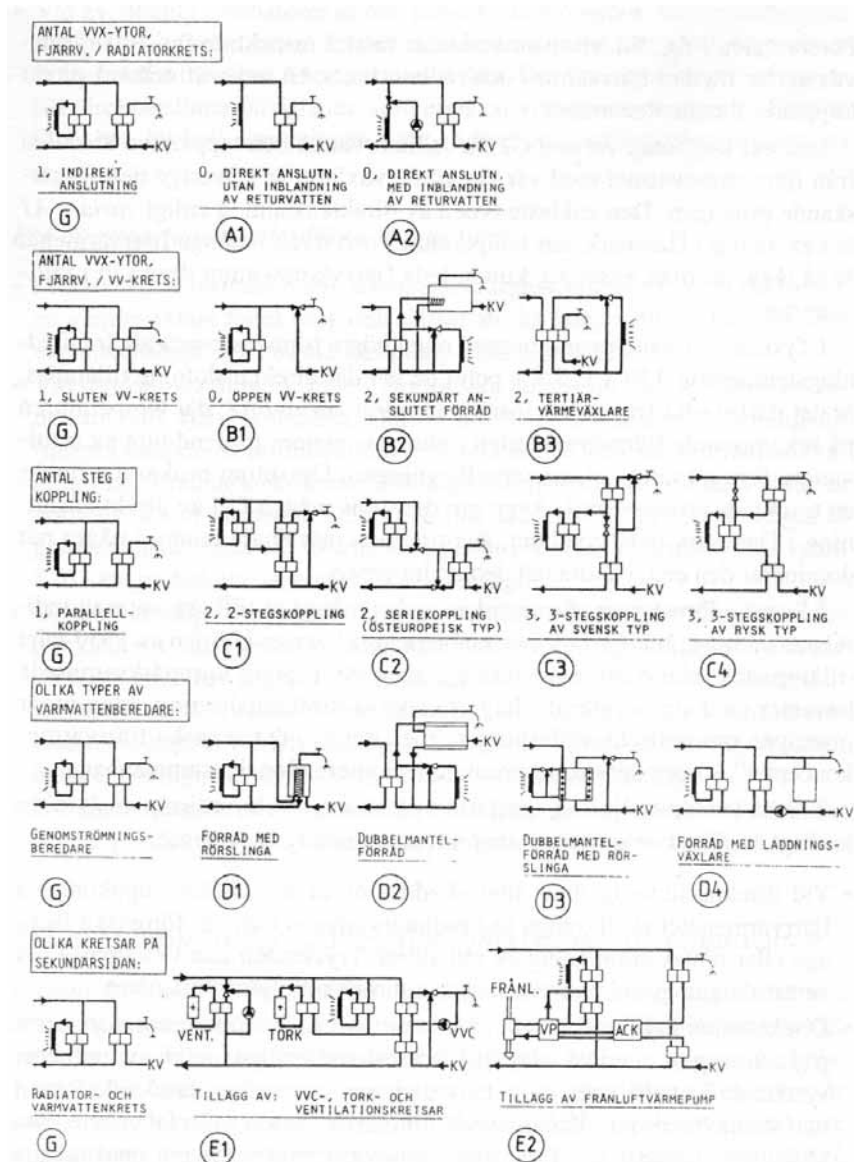
Fjärrvärmecentraler (de kallades tidigare abonnentcentraler eller undercentraler) har förekommit i många varianter. I de första anläggningarna i Sverige hade man direktanslutning (det vill säga utan värmeväxlare), vilket är vanligt i exempelvis Tyskland och Danmark. I Sverige inträffade i början av 1950-talet några mycket uppmärksammade haverier med stora vattenläckage vilket gjorde att man tidigt övergav direktanslutning.

I Sverige har värmeverken länge haft detaljerade anvisningar om hur inkoppling skall ske, först lokala anvisningar, men efterhand allt mer samordnade över regioner.

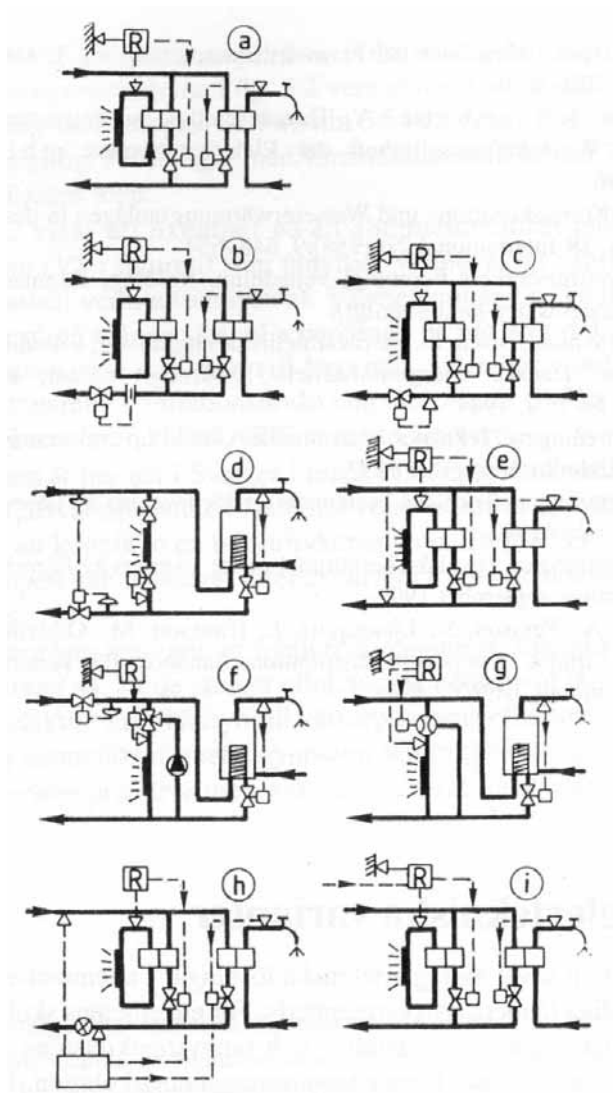
Det vanligaste är att värmeverket äger ledningarna fram till servisventilerna innanför grundmur. I vissa kommuner har energileverantören även tillhandahållit systemet fram till växlare, eller hela värmecentralen och under senare tid förekommer att de i större system tar på sig hela energicentralen.

För flerbostadshus är tvåstegskoppling, variant C1 i figuren, numera vanlig. En variant som tidigare varit vanlig är trestegskoppling (C3). Den kan dock inte användas i områden med hårt tappvatten, eftersom det leder till igenkalkning av växlare med på heta ytor. Trestegskopplingen har främst använts där man har mjukt vatten, exempelvis i Stockholm.

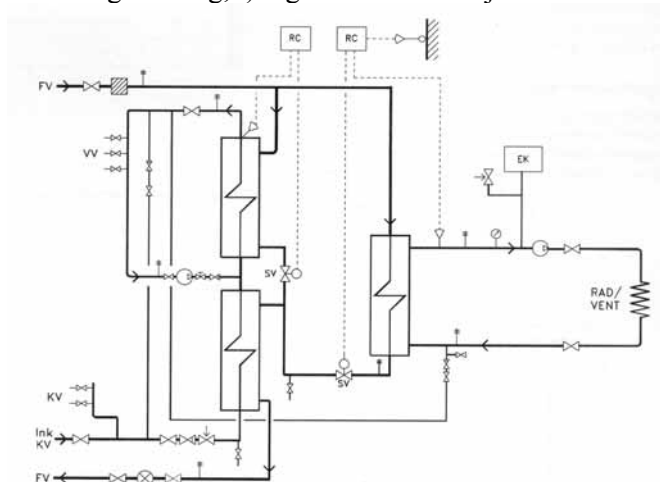
I Sverige har det varit praxis att i första hand använda genomströmningsberedare för tappvarmvatten. Förrådsberedare har förekommit för småhus och för system med exempelvis värmepump.



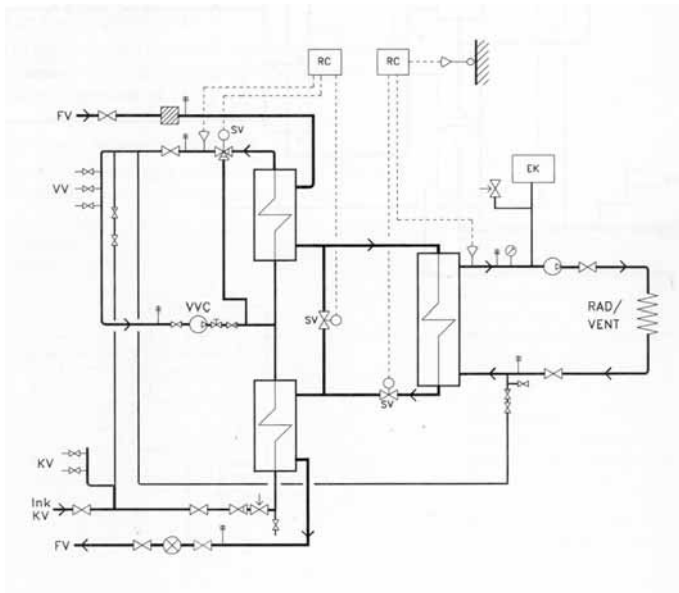
En översikt över ett antal förekommande kopplingsalternativ.



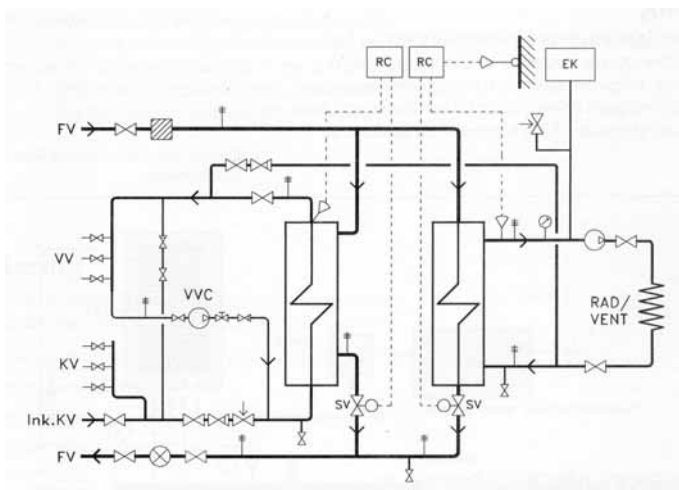
Olika reglertekniska varianter: a) standard, b) mekanisk flödesbegränsare, c) returtemperaturbegränsare, d) differenstrycksreglering, e) variabel begränsning av returtemperatur, f) reducering av framtemperatur och -tryck, g) direktanslutning med ejektorpump, h) elektronisk flödesbegränsning, i) reglercentral med fjärrkommunikation.



Two-stage coupling is numerically the most common coupling and has since long been used in areas with hard water.



Trestegskoppling används för stora system och där vattnet är mjukt. Fördelen är att man får lägre flöden och bättre nedkylning av fjärrvärmevattnet, nackdelen att den är dyrare och att den inte kan användas i områden med hårt vatten.

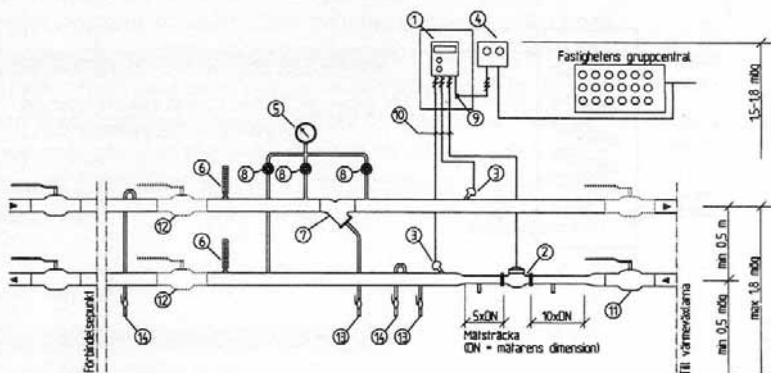


Parallellkoppling är billigare ur installationssynpunkt. Det används när behovet av tappvarmvatten är mycket litet.

I exempelvis kontorshus förekommer nästan alltid en separat ventilationskrets. Denna är kopplad parallellt.

Efter servisventilerna, som ofta är energileverantörens åtagandegräns, installeras en utrustning för värmemätning, med flödesmätare, temperaturgivare på tillopp och retur samt ett intigreringsverk som registrerar energimängd och flöde. I anslutning till mätaren finns också smutsfilter och utrustning för tryckmätning samt termometrar.

Montageanvisning värmemätning



1997-12-01

Förklaring

1. Integreringsverk
2. Flödesgivare Vattenmätare
3. Dykrör / temperaturgivare
4. Gruppcentral med minst 2 st säkringar
5. Manometer
6. Temperaturgivare
7. Smutsfilter, maskvidd max 0,5 mm
8. Nålventil / 3 punktsmätning
9. Ledning EKK3G 1,5 eller likvärdig
10. Skärmad ledning min area 2x0,8.
11. Avstängningsventil, monteras före mätare
12. Avstängningsventil, monteras när avståndet blir för långt mellan flödesgivare och serviceventiler.
13. Avtappning
14. Avluftning

Utrustning som tillhandahålles av värmeleverantören

1. Integreringsverk
2. Flödesgivare
3. Dykrör / temperaturgivare
4. Gruppcentral med minst 2 st säkringar
5. Manometer
6. Temperaturgivare

Exempel på fjärrvärmemätning från Stockholm

Värmesystemets komponenter

Rörmaterial och fogmetoder

Värme

Traditionellt har värmeledningar utförts med stålrör. Från början användes så kallade ”bruna” värmeledningsrör SMS 326-B med gängade smidda eller aducerade rördelar använts upp till dimension 50. Senare kom ”gröna” rör och på 1990-talet började ”blåa” rör användas. För grövre ledningar har handelstuber enligt SMS 331 med svets- eller flänsfog använts.

Från 1960-talet kom även kopparrör till användning, särskilt i värmeslingor i golv. År 1965 lanserades mjukglödgade kopparrör med plastmantel (prisol) och något decennium därefter kom Plus-prisol. Mjuka kopparrör utan fog har använts för inbyggt montage.

På 1980-talet började kopparrör och tunnväggiga stålrör med olika slag av fogmetoder att bli vanliga. Pressfogar kom tidigt, men först i slutet på 1990-talet genom på bredden.

PEX lanserades i början av 1970-talet, men materialet var inte syrediffusionstäta. Täta PEX-rör för värmesystem kom först i slutet på 1980-talet och har framför allt använts för golvvärmesystem. Först på 1960-talet har koppar och plast börjat användas. Kopparrör blev vanliga på 1970-talet, men plaströr har inte blivit vanliga förrän på 1990-talet.

Rörledning av stål

Rören har hög hållfasthet och ger en mycket stadig installation. Rören har haft en traditionell färgmärkning

- a) gängade bruna (rödbruna) rör, SMS 326B, värme
- b) gängade galvaniserade rör, SMS 326B, tappvatten
- c) gängade svarta rör, SMS 326B, gas
- d) gängade röda rör, SMS 327B, ånga

	Röda	Blå/gröna/svarta	Handelstuber
Dimension	6-150	6-150	25-500
Godstjocklek	Stor	Medel	Tunn
Svetsfog	Ja	Ja	Ja
Gängfog	Smidda delar	Aducerade eller smidda delar	Nej
Vanlig användning	Ånga (även tryckluft, gas)	Värme, kyla dim. 10-50	Värme, kyla dim. 40-

Översikt handelsrör av stål (ordet ”tuber” syftar på att rören har släta ändar, att de inte är gängade).

Rördimension			SMS 326 B	SMS 327 B
Ansl nr	Gängbeteckning	Utv diam. mm		
10	3/8"	16,75	2,25	2,75
15	1/2"	21,25	2,75	3,25
20	3/4"	26,75	2,75	3,50
25	1"	33,50	3,35	4,00
32	1 1/4"	42,25	3,25	4,00

Blå- eller grönmålade stålrör används för sekundärvärmesystem. Rörens godstjocklek tillåter både gäng- och svetsfog. Användningsområdet är PN16 vid högst 120°C.

Rör enligt SMS 326 marknadsförs ogängade (svarta), gängade utan muff (gröna, blå). Rördel ska vara av aducerat gjutjärn (SS-EN 10 242) eller smidesstål.

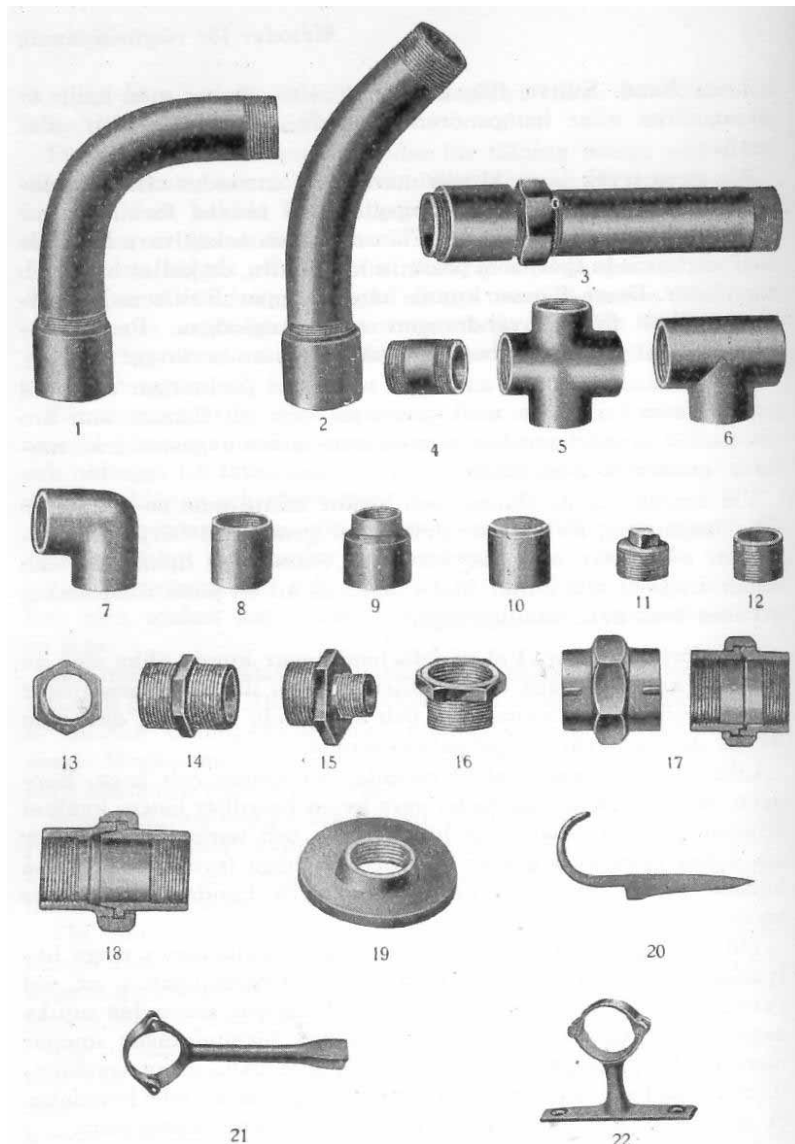
Rör enligt SMS 327 marknadsförs ogängade (röda) och används för ånga. Gängrördel ska vara utförd av smidesstål.

Handelstuber tillverkades tidigare enligt svensk standard SMS 1786 (sömlösa) och SMS 1886 (svetsade).

Handelstuber ska numera vara utförda enligt DIN 1626 och med dimensioner enligt SS-EN 10 220. Användningsområde PN 16 vid högst 120°C.

Rördelssortimentet är begränsat till tub-böjar och flänsar, i övrigt används rördelar av tryckkärlsstål.

I AMA VVS & Kyl 09 införs en ny europeisk standard.



Äldre rördelar och fästdon för stålrör.

Äldre svensk standard för tryckkärlsrör är SMS 1787 (sömlösa) och SMS 1887 (svetsade). Tryckkärlsrör ska numera vara utförda enligt EN 10216 (DIN 17 175) (sömlösa) resp. EN 10217 (DIN 17 177) (svetsade) och med mått enligt SS-EN 10 220.

Rören marknadsförs som dels ”fjärrvärmerör”, dels ”tryckkärlsrör”. För fjärrvärmerören (märkta FVF Fjärrvärmeföreningen) gäller användningsområde PN 16 vid högst 120°C. För tryckkärlsrören gäller användningsområde PN 25 vid högst 120°C.

Rören finns i samma dimensioner som handelstuber men i ett större antal godstjocklekar

Ledningar av tunnväggiga stålrör

Ledningar av tunnväggiga stålrör har främst använts för friliggande rör i sekundärvarmesystem.

På 1980- och 1990-talet fanns system med tunnväggiga stålrör med mekanisk koppling (Stamco). Numera förekommer främst system med pressfog.

På den svenska marknaden finns flera rörsystem av elförzinkat stål, avsedda för pressfogning, bland annat MaPress-systemet.

Rörledning av koppar

Kopparrör finns som hårda rör, halvhårda rör och glödgade rör. Glödgade rör finns med plasthölje och isolering. Rören tillverkas med flera olika godstjocklekar enligt SS-EN 1057 och i material CU-DHP.

Vissa dimensioner av hårda och halvhårda rör finns med förkromad eller målad yta.

I VVS-branschen används normalt rör med godstjocklek enligt det som på 1970-talet betecknades som serie 2 enligt SMS 1890.

Vanliga fogmetoder för kopparrör är lödning, mekanisk koppling, främst klämringsfog och pressfog. Redan på 1930-talet kom ”lödfria kopplingar” (ex. Securex), men det har varit mycket ovanligt att kopparrör använts i varmesystem.

År 1965 lanserades mjukglödgade kopparrör med vit plastmantel av PE-plast (Prisolrör). Något decennium senare kom Plus-prisolrör, med isolering.

För värmeinstallationer har sedan samma tid funnits ett flertal specialutföranden, exempelvis tvillingrör i dim 12x1 och 15x1 med två rör i samma isolering (Twintube), och tunnväggiga kopparrör med brun plastmantel i dim 12x0,7 och 15x0,8 (Radisol).

Dimensioner enligt Rör AMA 1950 finns i bilaga.

Rörledning av plast

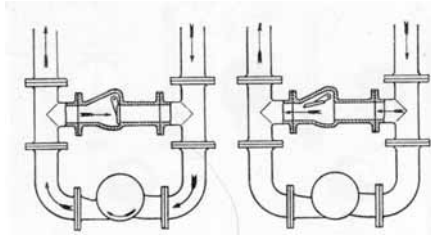
Ett vanligt rörmaterial för värmeapplikation är förnätad etenplast (PEX). Det lanserades i början av 1970-talet, men materialet var inte syrediffusionstätt. Täta PEX-rör för varmesystem kom först i slutet på 1980-talet och har framför allt använts för golvvärmesystem.

Under 1990-talet började PEX användas i större omfattning ofta monterat som ”rör i rör-system”.

PEX fogas med mekanisk koppling eller presskoppling. Det finns ett flertal leverantörer av PEX-rör, exempelvis Uponor-Wirsbo, LK.

Förbigång och hjälppump

För att förebygga kokning förekom på vissa anläggningar på 1930-talet en förbigång. Om pumpen stannar så öppnades en ventil för självциrculation. Anordningen gav viss säkerhet för värmeförsel vid elavbrott.



Automatisk förbigång. Flygts automatiska förbigångsventil med klaff av aluminium och säte av bly i stängt och öppet läge.

I äldre själv-cirkulationsanläggningar med dålig funktion förekom att man satt in en hjälppump i huvudledningen eller i någon grenledning som hade otillräcklig cirkulation. Det var specialutförda vertikala pumpar som hade fritt genomlopp då pumpen stod still.



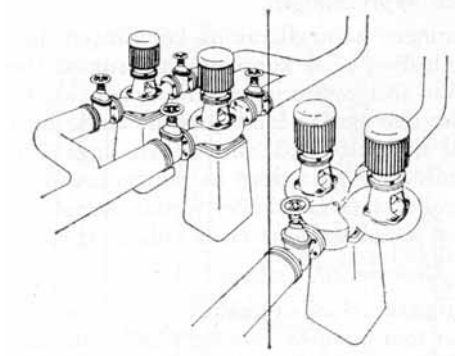
Hjälppump av Flygts tillverkning.

Pumpar

Före 1930 användes horisontella centrifugalpumpar av traditionell konstruktion. Därefter kom speciella pumpar för värmesystem, där inte minst driftsäkerheten prioriterats.

Omkring 1930 blev vertikala pumpar vanligare.

Vertikala eller horisontella direktdrivna centrifugalpumpar har sedan lång tid varit det vanliga för värmesystem. Normalt har man utnyttjat två pumpar, där en var reserv. I de tidigaste anläggningarna fanns bara avstängningsventiler runt pumparna, från 1950-talet försågs de med backventil.



I slutet av 1950-talet kom tvillingpumpar, och motivet var främst att spara golvyttrymme och installationskostnader. Tvillingpumparna hade en automatisk omställningsventil. Backventil hade inte utnyttjats tidigare.



För att säkra sig mot elavbrott förekom på 1950- och 1960-talet pumpar med utriggad bensinmotor för reservdrift.

Värmeisolering

I äldre system isolerades ledningarna sällan i helt uppvärmda utrymmen. Rören isolerades i värmecentraler, kulvertar, källarutrymmen m.m., men inte i stammar.

Isolermaterial

Traditionella isolermaterial för rörledningar är dels olika massor, dels färdiga rörskålar eller skivor som sveps runt rören.

Massorna kunde köpas som pulver och ibland tillsattes andra beståndsdelar, såsom asbest eller korksmulor. Massan utrördes med vatten till en gröt som anbringades på rören med en murslev eller händerna i flera tunna lager. Rören hölls varma, så att massan snabbt torkade och nästa lager kunde anbringas. Det sista lagret gjordes slätt. Ibland lades gipsmassa överst. Tjockleken var ofta 2-3 cm.

En annan äldre metod är att mattor av nöthårsfilt (senare även mineralull) har lagts kring rörledningen och virats med metalltråd. Om mattorna varit färdigskurna, så de passar en viss rördimension, kallades de *mantlar*.

Beteckning	
Mattor	Mjuka isolervaror med eller utan ytbeklädnad.
Mantlar	Mattor tillskurna för att passa viss rördimension.
Skålar	Styva formstycken avsedda för viss rördimension.
Madrasser	Isoleringar som är demonterbara, och insydda i skyddade väv eller trådnät.
Kåpor	Demonterbara formstycken för viss ventil- eller flänsdimension.

Glasull, som började användas på 1930-talet, var redan på 1950-talet det vanligaste värmeisoleringen för rörledningar.

Rörskålar har tillverkats av kork, mineralull, ankarboard och wellpapp. Skålarna lades om röret och lindades med koppartråd.

I värmesystem från tiden 1930-1970 har man vanligen använt massor i böjar och avstick och mineralull på raksträckor. Ibland har böjar utförts av snedkapade segmentbitar av rörskål, ofta jämnades även dessa till med övre skikt av massa.

Isoleringen täcktes med en skyddande limmad binda, oftast målad med oljefärg.

Organiska isolermaterial

Man har allmänt talat om organiska och oorganiska isoleringsmaterial. Exempel på det första är filt, kork, papper, jute, halm, torv och så kallade "Arkirör" av sjögräs. De var utmärkta för sin

isoleringsförmåga, men de kunde inte användas för högre temperaturer. De var dessutom fukt känsliga och kunde lätt bli tillhåll för ohyra och mal.

Torvströ, sågspån, kutterspån har använts som isolering av expansionskärl. Det fylldes i en trälåda kring kärlet.

Filt. Isoleringsfilt av nöthår har använts sedan lång tid och användes fortfarande i på 1950-talet, främst för isolering av rör i slitsar. Isoleringen ansågs tåla temperaturer upp till ca 80°C.

Kork. För isolering har expanderad kork använts, som genom värmebehandling blivit mer porös. Den har funnits som skivor, formstycken för rör och som korksmulor, bland annat för inblandning i kiselgur- eller magnesiama. Formstycken har tillverkats av korksmulor som limmats eller pressats samman. Kork ansågs tåla temperaturer upp till ca 100°C, men har alltid varit dyrt och har främst använts för kylisolering.

Träfibermassa framställdes vid ett flertal massafabriker, som skivor och som formsycken för isolering. Isoleringen ansågs tåla temperaturer upp till ca 100°C.

Wellpapp har använt för att det har varit billigt och har haft goda isoleregenskaper. Liksom de flesta organiska isolermaterial har det dock varit känsligt för fukt och haft dålig teknisk livslängd. Det har funnits bitumenbelagda wellpappisoleringar, mest avsedda för kylrör.

Organiska isoleringsmaterial	Oorganiska isoleringsmaterial
kork papper papp träfibermassa sjögräs halm torv	asbest kiselgur magnesia slaggull glasull stenull

Oorganiska isolermaterial

Exempel på oorganiska värmeisoleringsmaterial är kiselgur- och magnesiama, asbest, mineralull och granulerad slagg.

Magnesiama för värmeisolering har normalt bestått av en blandning av magnesia (ca 85 %), ett samlingsnamn för ett antal likartade ämnen, vanligen basisk magnesiumkarbonat framställd av magnesit, och asbest (ca 15 %). Det har använts fram till 1970-talet. Isoleringen tål mekaniska påfrestningar bra, och ansågs tåla temperaturer upp till ca 250°C.

Kiselgurmassa tillverkas av *diatomit* ("bergmjöl", "infusoriejord", "diatomacéjord", ett sediment av skal från kiselalger) och bindemedel och/eller ett fibermaterial, exempelvis långfibrig asbest. Det har använts fram till 1970-talet. Isoleringen tål högre temperaturer, men har sämre isoleringsförmåga än magnesiama. Den kan användas för temperaturer upp till ca 700°C.

Vid isolering av rörledningar med hög temperatur har man ofta lagt ett inre lager av 12-15 mm asbestkiselgurmassa och ett yttre av magnesiama.

Mineralull har funnits som glasull, slaggull och stenull. Mineralull började användas som rörisoleringsmaterial på 1930-talet. Slaggull har bara tillverkats under vissa perioder.

Skumglas har förekommit som isolering i form av rörsålar. Det har funnits sedan åtminstone slutet av 1950-talet och tillverkas av glas som i flytande form fått en tillsats så det bildats små gasblåsor. Det har mest använts för kylisolering.

Asbest är ett samlingsnamn på ett flertal fibrösa silikatmaterial som finns i berggrunden. Gemensamt för dem är att de tål mycket höga temperaturer, upp till ca 1000°C och det har använts sedan slutet av 1800-talet. Asbestmineral är dessutom isolerande, bullerdämpande, mekaniskt hållbara, smidiga och har varit billiga.

I rörinstallationer har asbest främst använts som brandskyddsmaterial och värmeisolering.

Asbest har funnits som *asbestpapp* (uppblandad med talk som bindemedel), *asbestgarn* och *asbestväv* (uppblandad med växtfibrer). Dessutom har lös asbest blandats i isoleringsmassor för att göra dem mer värmebeständiga.

Asbestpapp har lagts mot heta ytor som skydd, för ett bättre värmeisolerande, men mindre värmebeständigt material.

På installationer med höga temperaturer har man innerst lagt asbestpapp. Över detta har ett isoleringsmaterial med bättre isolerförmåga lagts.

Asbest som väv har använts som ytbeklädnad av exempelvis glasull, då en värmebeständig ytbeklädnad erfordrats.

Vanliga asbestmineral

Krysotil, vit asbest. Har utgjort ca 90 procent av världsproduktionen. Förekommer i många asbestprodukter. Fibrerna är mjuka och serpentinformade med uppsplittrade ändar. De har hög draghållfasthet och är lätta att spinna.

Krokidolit, blå asbest. Fibrerna är raka och vassa och mycket farliga. Vanligt förekommande i sprutad asbest. Det är sedan 1976 förbjudet att använda krokidolit.

Amosit, brun asbest. Materialet förekommer i såväl gurmassor, isolerskivor som sprutad asbest. Fibrerna är raka, men har sämre draghållfasthet än de ovan nämnda materialen.

Antofyllit, gulbrun, grå eller vit. Materialet förekommer bland annat i gurmassor. Fibrerna har dålig flexibilitet, spinnbarhet och draghållfasthet.

Var finns asbest och asbesthaltiga isolermaterial?

Asbest förekommer i installationer från början av 1900-talet och framåt. Den största användningen har varit från 1950-talet till mitten av 1970-talet, då användningen till största delen upphörde. Ett förbud kom 1976, men asbest har påträffats i anläggningar byggda så sent som 1982.

Asbesten finns bland annat i värmecentraler som pannisolering och som tätning på luckor och mellan panna och rökrör. Asbest förekommer också som asbestpapp i äldre förrådsberedare innanför isolering av nöthårsfilt samt i gavlarna som asbesthaltig kiselgur- eller magnesiamaassaisolering.

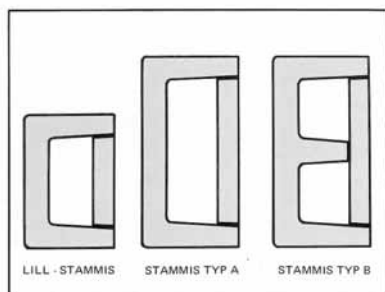
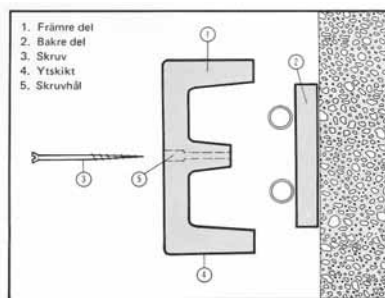
Asbest förekommer ofta i äldre rörisolering. I ångsystem är hela rörisoleringen utförd med asbesthaltig kiselgur- eller magnesiamaassa. I övriga system (KV-, VV- och värmeledningar) har den endast använts för böjar, övergångar, före och efter ventiler etc. På de raka rörledningarna har glasull eller nöthårsmatta använts. Ytskiktet är ofta oljemålad binda ovanpå ett eller flera papplager.

Kulvertar med varunamn som Everit, Toschi, Bema hade skyddsrör av grå asbestcement och isolering av mineralull. Rören är hårda och spröda. Dammbildning vid sönderbrytning är obetydlig, men stor vid slipning.

Papp och väv av asbest. Pappen och väven består till 50-100% av asbest och fanns i tjocklek från en tiondels millimeter upp till flera millimeter. Färgen är ofta gråvit. Den har använts som: – skydd av isolering på klena rör, både utanpå isolering och innanför isolering, i senare fallet för att skydda exempelvis nöthår från värme. – isolering på tappvattenvärmare.– flänspackningar

Kiselgur- och magnesiassa. Produkterna fanns både i lös vikt och som rörskålar. Kiselgurmassa är uppblandad med ca 5% och magnesiassa med ca 15% asbest. Isoleringen tål höga temperaturer, kiselgur 700°C, magnesiassa ca 350°C och har använts för rörledningar, ventiler och tappvattenvärmare gavlar. I rörledningar med mer måttliga temperaturer har ofta bara böjar och avslut isolerats med materialet. Massorna känns igen på att de är hårda och spröda. Tryck på eller krama massan och den krossas med ett krasande ljud. Massorna infördes i början på 1900-talet. De minskade kraftigt under 1950-talet, men har använts in på 1960-talet.

Tätningar, linor, band m.m. av asbest. Flätade eller rep-liknande linor och band, oftast gråvita, består i regel av 85-100% asbest. De har använts som rökgånganslutningar, tätningsmaterial i luckor etc. Tätningsringar och tätningsplattor kan bestå av exempelvis 30% gummi och 70% asbest och har använts som tätningsmaterial mellan flänsar och ventilpackningar. Förekommande varunamn: Sonit, Pyrit, Normalit, Valvolite, Klingert.



Exempel på kombinerad rörisolering och slitstrumma, "Stammis", tillverkad av Rörpac AB under 1980-talet.

Stamisoleringar

Under en period på 1980-talet tillverkades prefabricerade stamisoleringar, som både var stamisolering och inklädnad.

Ytbeklädnader

Ytbeklädnaden är till för att skydda isoleringen mot mekanisk påverkan och fukt.

Ytbeklädnad har använts för friliggande, synliga rörledningar. Värmestammar i slitsar och schakt har normalt ingen ytbeklädnad.

Ytskikt med isolerbinda	
papp och binda	Har använts för varma ledningar i torra rum. Runt isoleringen läggs en papp, som fästs med metalltråd. Runt pappen lindas isolerbindan, som därefter klistras. Isoleringen kan målas med oljefärg. Vid avbrott har avslutats med gips och manschett. För kallvattenledningar lades papp och binda över en ytbeklädnad av fogad asfaltpapp.
isolerputs och binda	Har använts i pann- och apparatrum, där högre krav på utseende ställts. Omkring 5 mm isolerputs eller gips har lags över isoleringen i ett jämnt lager. Denna yta har lindats med isolerbinda och klistrats eller strukits med isolervatten. Vid avbrott har avslutats med gips och manschett.
Binda eller väv på isolermassa	Samma användning som papp och binda. Medan massan ännu är fuktig lindas den med isolerbinda eller juteväv samt klistras eller stryks med gipsvatten.
asfaltinpregnerad juteväv	Har använts för kallvattenledningar utomhus.

Ytbeklädnader med isolerbinda och väv

Ovanpå isoleringen lindades spiralformigt ca 10 cm breda isoleringsbindor av linneväv, på vilka man strök klister.

Från omkring 1950 läggs ett kraftpapper över isoleringen som därefter lindas med binda som klistras. Inomhus målades ytskiktet oftast med oljefärg.

För ångledning (över 150°C) lades ett 5 mm tjockt lager gipsmassa på isoleringen, och på denna lindades binda.

För ledningar som lades i kulvertar under jord täcktes ytskiktet med asfaltpapp, som hölls fast med mässings- eller koppartråd.

Ytbeklädnader av papp

Asfaltpapp har använts sedan lång tid dels där droppskydd har behövts, dels för kallvattenledningar. För kallvatten fogades skarvar i pappen med asfalt och mot upphängningsjärn med asfaltkitt. För varma och fuktiga utrymmen lades två lager papp. Vid synligt montage lades papp och binda över detta.

Som ett alternativ till plastplåt av PVC fanns under 1980-talet EPS, som var en grå impregnerad papp.

Ytbeklädnader av metall

Stålplåt har använts sedan 1950-talet och mest använts för frihängande varma ledningar utomhus, och ledningar som kan utsättas för mekanisk påverkan, exempelvis ledningar vid golv i pannrum.

Aluminiumplåt har använts på liknande sätt som stålplåt sedan 1950-talet.

Präglad aluminiumplåt är ett alternativ till plastplåt som börjat användas allt mer sedan 1990-talet.

Aluminiumfolie har använts som diffusionsspärr för kallvattenledningar, för synliga ledningar har det täckts med annan ytbeklädnad.

Ytbeklädnader av plast

Plastplåt av PVC har använts sedan 1960-talet och används fortfarande. Bränder, där brandförloppet förvärrades av plastplåten har gjort att man sökt alternativ.

Plastfolie har använts som diffusionsspärr för kallvattenledningar, för synliga ledningar har det täckts med annan ytbeklädnad.

Isolertjocklek

Isolertjockleken på äldre isolering av värmeledningar var ca 2-4 cm. Med oljekrisen kom ökade krav. Den nya byggnormen SBN 75 ställde dock inte särskilt stora krav på isolertjocklek av rörledningar.

Polymera isolermaterial

Cellgummiisolering har funnits åtminstone sedan 1960-talet. Det har främst använts för kylisolering.

Plastisolerade kopparrör

Färdigisolerade glödgade kopparrör med hård vit plastmantel av PE typ Prisol har funnits sedan 1965, tillverkad av Wirsbo. Det har funnits en motsvarigheter, exempelvis GUSKO, tillverkad av Gusum och Fincuplast, tillverkad av Outokumpu. För rören från Outokumpu fanns speciella skyddskåpor av plast som skyddade fogen. En variant speciellt framtagna för värmesystem är Twintube, med två rör.

Färdigisolerade glödgade kopparrör med hård brun plastmantel av PE typ Radisol har funnits sedan 1967. En motsvarighet har även funnits som GUSKO-LÄTT, tillverkad av Gusum. Den är speciellt framtagen för värmesystem med tunnare gods i kopparröret.

Färdigisolerade glödgade kopparrör med mjuk plastmantel, typ Plus-prisol har funnits sedan 1975?. En motsvarighet har även funnits som GUSKO-VARM, tillverkad av Gusum. Isoleringen är en cellplast av PE. I plasten fanns under vissa år flamskyddsmedlet PBDE.

Färdigisolerade raka kopparrör enl. SMS 1891 med hård vit plastmantel av PE Fincuplast, tillverkad av Outokumpu.

Rördim	Wirsbo (numera Outokumpu)		Gusum		Outokumpu (1980-tal?)	
	Prisol	Plus-prisol	GUSKO	GUSKO-VARM	Fincu-plast mjuka	Fincu-plast hårda
6 x 0,8	-	-	2,0	-	-	-
8 x 0,8	-	-	2,0	-	2,0	2,0
10 x 0,8	2,4	-	2,0	10	2,0	2,0
12 x 1	2,6	10	2,2	10	2,0	2,0
15 x 1	2,8	10	2,5	10	2,0	2,0
18 x 1	3,1	15	3,0	10	2,5	2,5
22 x 1	3,5	15	3,2	15	2,5	2,5
28 x 1,2	-	15	-	15	-	-

Dimensioner på rör typ prisol

Rördim	Wirsbo (numera Outokumpu)
10 x 0,8	Twintube
12 x 1	
15 x 1	

Dimensioner på rör typ Twintube

	Wirsbo (numera Outokumpu)	Gusum
Rördim	Radisol	GUSKO-LÅTT
12 x 0,7		1,0
15 x 0,8		1,0

Dimensioner på rör typ Radisol och Twintube

Luftavledare och luftavskiljare

De äldsta systemen avluftades mot expansionskärl. I själv-cirkulationssystem kunde ledningarna vara utförda med visst fall för att gasbubblorna lättare skulle kunna ta sig upp i systemet.

Äldre system utfördes generellt med med få högpunkter. Luftavledare och luftklocka ska placeras i en punkt på ledningen där luften samlas på grund av vattnets strömning.

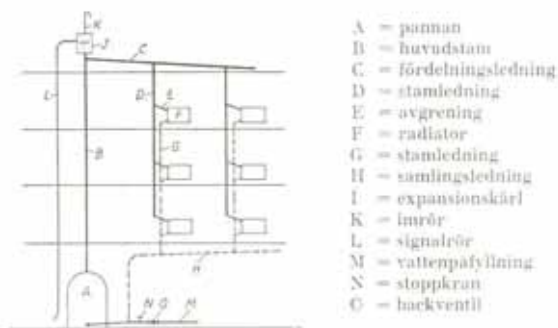


Fig. 1. Tvåorrssystem med överfördelning.

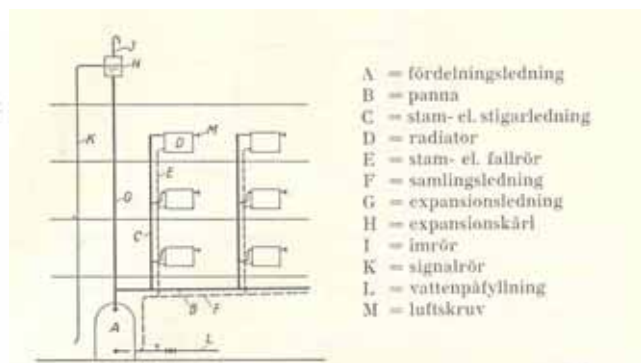
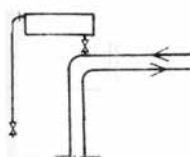


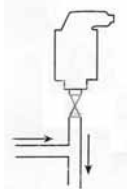
Fig. 3. Tvåorrssystem med undre fördelning; luftning genom luftskruv.

Exempel på äldre princip för luftning. Systemet med övre fördelning var självluftande. Systemet med undre fördelning luftades med luftskruv i radiatorerna. (Från Värmeteknik, 1952)



Manuell luftavledare med luftklocka. Luftklockan har ofta utförts av ett 300 mm långt, i båda ändar lockat, rör DN 80-100. Avledaren ansluts till en högpunkt via ett rör DN 10. Från klockan dras en ledning som ska mynna åtkomligt.

Automatiska är en mer sentida komponent. De har i allmänhet placerats för att vara lätt inspekterbara och i rum med golvbrunn.

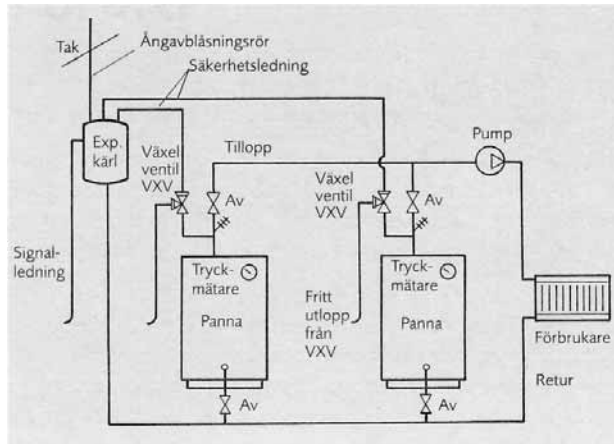


Exempel på automatisk luftavledare.

Märkning och skyltning

Fram till ca 1950 märktes rören endast i större centraler med mycket rör. Man målade ringar runt rören, så kallade signaler. Olika färger symboliserade olika medier enligt ett system från Svenska teknologföreningen.

I Rör AMA 1958 anges att apparater ska ha märkskylt. Först år 1979, i nya råd och anvisningar till AMA 72, kom krav på märkning och hänvisning till SMS 741, som vi numera är vana vid.



Expansionskärl och säkerhetsutrustning

Under lång tid var öppna expansionskärl en standardlösning. Expansionskärl och säkerhetsutrustning har alltid varit omgärdade av bestämmelser och det har genom tiderna förekommit ett otal lösningar. Här redovisas bara några exempel.

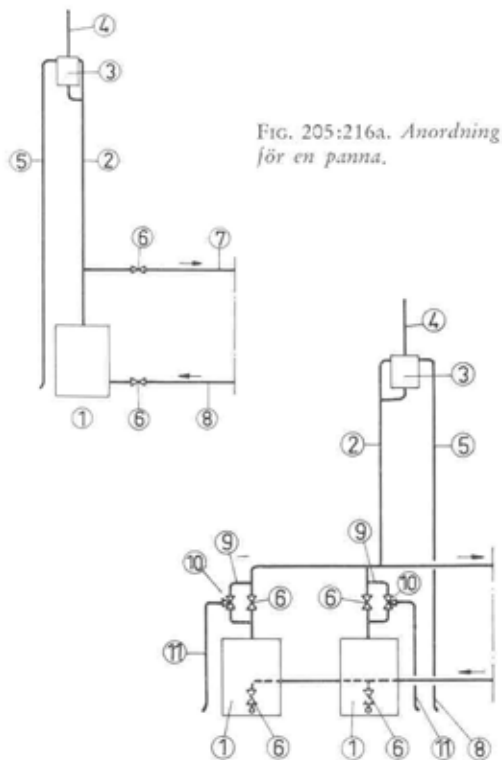
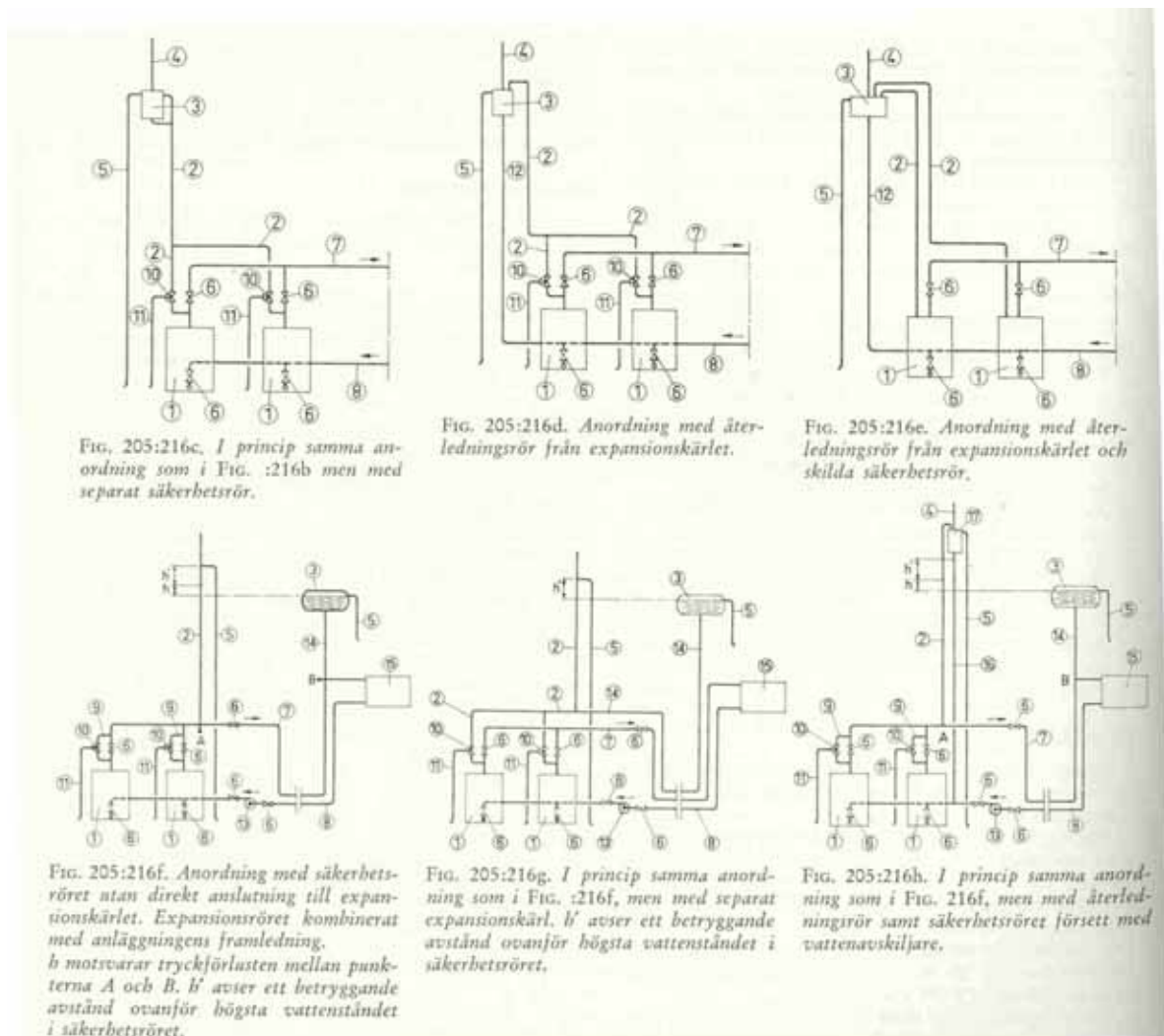


FIG. 205:216b. Anordning för två eller flera pannor. Pannorna avstängbara från säkerhetsanordningen medelst växelventil eller trevägskran.

Exempel på expansionsssystem enligt VVS-handboken 1963.



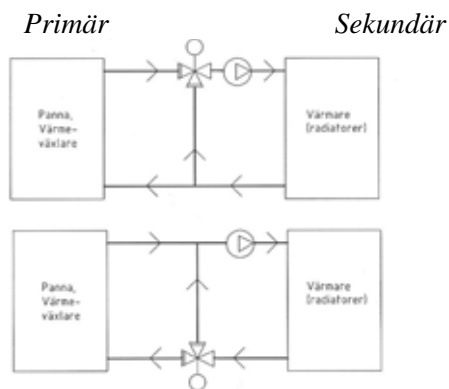
Expansionssystem enligt VVS-handboken 1963.

Återledningsrör förekom på äldre system. Genom ett sådant återfördes det vatten, som tillfördes expansionskärl vid ev. kokning, till pannan. Säkerhetsröret anslöts i därför ovan högsta vattennivå i expansionskärl. Återledningsröret anslöts i expansionskärls botten.

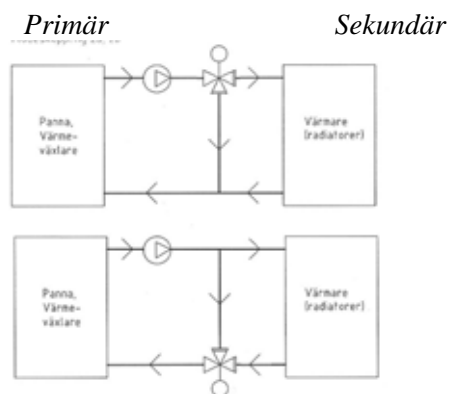
Öppna expansionskärl kunde riskera att syresätta värmevattnet och kärnen korroderade och behövde bytas med betydligt tätare intervall än övriga delar av systemet. Numera är öppna expansionskärl mer ovanliga.

Shuntkopplingar

Shuntkopplingar har syftet att avskilja en separat krets i ett värme- eller kylsystem för att kunna hålla annan temperatur eller ett annat flöde i denna mindre, sekundära krets. Nedanstående exempel återger några grundtyper som förekommer.



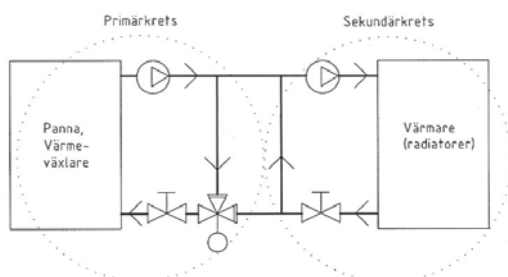
Temperaturkoppling Man har fullt flöde i sekundärkretsen (bortsett från inverkan av ev. radiatortermostater) och varierande flöde i primärkretsen. Kopplingen har varit relativt vanlig i mindre pannanläggningar, där vattnet inte alltid behöver cirkulera genom pannan. Den övre figuren visar blandningsventil, den nedre fördelningsventil.



Flödeskoppling Temperaturen är konstant (lika panntemperaturen) i sekundärkretsen. Flödet i sekundärkretsen regleras med shuntventilen. Flödet är konstant i primärkretsen. Kopplingen är ovanlig men förekommer exempelvis i kombinationen panna och fläktluftvärmare. Den övre figuren visar fördelningsventil, den nedre blandningsventil.

Pannkopplingar

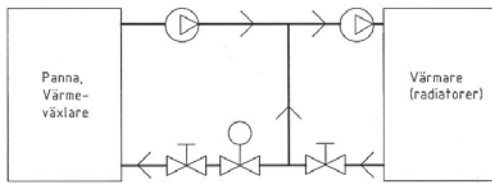
I större system används pumpar i både primär- och sekundärkrets. Ofta finns flera parallella sekundärkretsar: radiatorgrupper, golvvärmegrupper eller inkopplingar till värmebatterier i ventilationsaggregat.



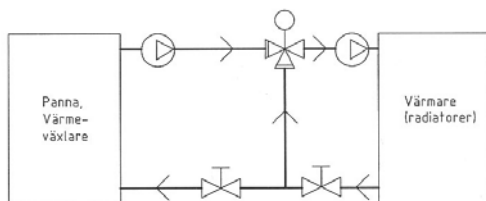
Svensk koppling är vanlig för större pannor. Genom shuntningen får man fullt flöde i båda kretsar och möjlighet till separat temperaturstyrning i sekundärkretsen. Man får en konstant fördelning av flödet (bortsett från påverkan från t.ex. radiatortermostater) och konstanta tryckförhållanden i anläggningen. Man får hög returtemperatur till pannan som hindrar kondensutfällning och korrosion.

Fjärrvärmekopplingar

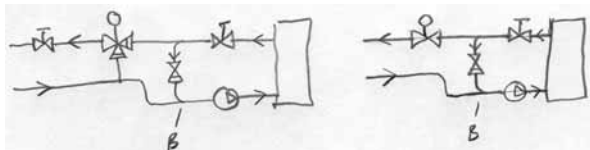
I fjärrvärmesystem vill man ha låg temperatur på primärkretsens retur. Man åstadkommer detta genom att ha variabelt flöde på primärkretsen.



Normalkoppling är den vanligaste kopplingen för radiatorgrupper och värmebatterier i fjärrvärmesystem. Äldre shuntar med svensk koppling kan göras om till denna koppling genom att stänga förbigången till trevägsventilen och proppa denna port. Ibland behöver ventilen bytas.



Sabokoppling Funktionen liknar normalkopplingen, men styrs med en 3-vägsventil. Kopplingen används ofta för låglödessystem.

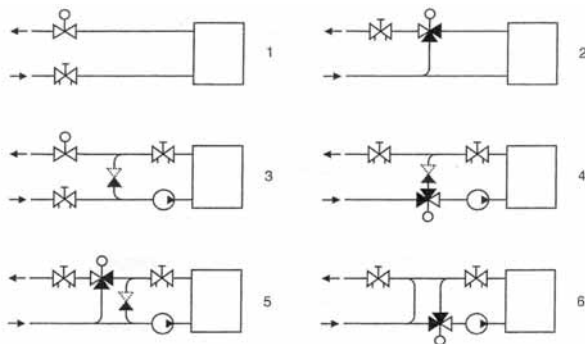


Traditionellt gör man en nedböjning på det varma röret i en shuntgrupp. Den syftar till att undvika dubbelcirkulation. Ledningen med det varma vattnet skall vara placerad högre än blandningspunkten (B på bilden). I prefabshuntar är detta inbyggt.

Inkoppling av luftvärmare

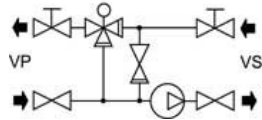
Ventilationsbatterier brukar kopplas enligt någon av nedanstående alternativ. 1 och 2 är rena ventilkopplingar som görs på plats. 3 till 6 görs på plats eller levereras som prefabshuntgrupper. Alla kopplingar förutsätter pump i primärkretsen.

För några varianter finns möjlighet att antingen sätta styrventilen på tilloppsidan eller på retursidan. Ofta föredrar man att sätta den på retursidan eftersom temperaturen där är mindre belastande för ställdonet.

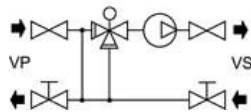


Kopplingarna 1 och 2 används för mindre kyl- och eftervärmningsbatterier. För värme används 1 för fjärrvärme och 2 för t.ex. pannanläggningar där man vill ha fullt flöde i primärkretsen. Ökad användning av tryckstyrda pumpar har gjort system med tvåvägsventiler mer vanliga.

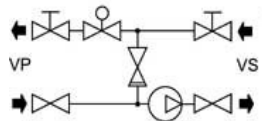
Kopplingarna 3 till 6, som också finns som standard-prefabshuntar, beskrivs mer i detalj nedan.



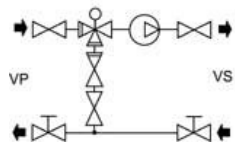
Svensk koppling för värme har 3-vägsventil och konstant flöde i både primär- och sekundärkrets. Man kan ha större flöde i sekundärkretsen. Kopplingen används ofta i egna värmeanläggningar, exempelvis pannsystem.



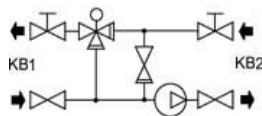
Norsk koppling för värme har 3-vägsventil och konstant flöde i både primär- och sekundärkrets. 3-vägsventilen sitter i sekundärkretsen och påverkar inte det primära systemet. Primärflödet kan vara större än det sekundära. Kopplingen är mycket ovanlig i Sverige, men vanlig för ventilationsbatterier i Norge i system med samma temperatur i primär- och sekundärkrets.



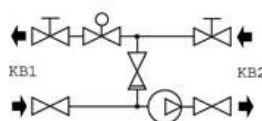
Normalkoppling för värme har 2-vägsventil, variabelt flöde i primärkretsen och konstant flöde i sekundärkretsen. Kopplingen används i bland annat fjärrvärmesystem.



Sabokoppling för värme har 3-vägsventil, variabelt flöde i primärkretsen och konstant flöde i sekundärkretsen. Kopplingen används främst i system som är injusterade enligt lågflödesmetoden. Backventil och även avstängningsventil i förbigången är ett vanligt krav från användare.



Svensk koppling för kyla har varit vanlig i kylanläggningar. Funktion se ovan.

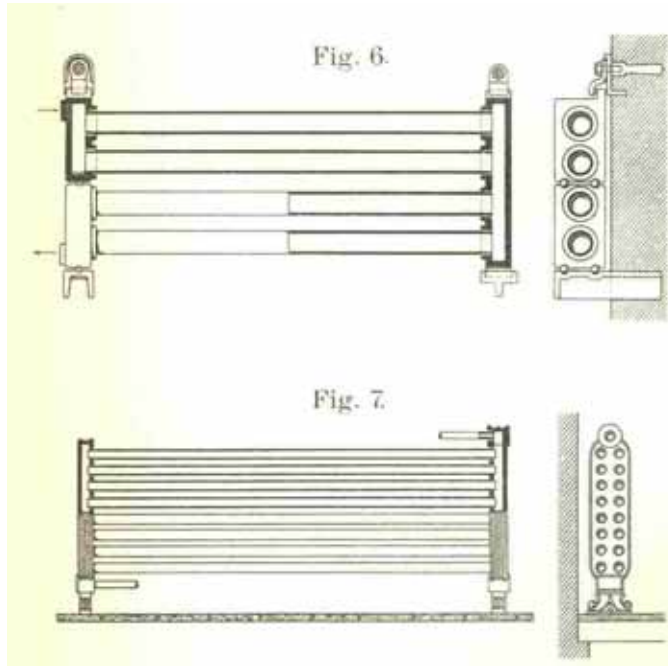


Normalkoppling för kyla används i fjärrkylsystem och har under senare år även blivit vanlig i egna kylanläggningar. Funktion se ovan.

Rörregister och kamrörsradiatorer

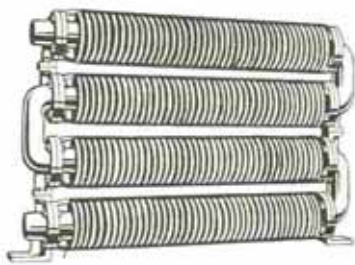
Den enklaste formen av värmare är oisolerade släta rör, vilket länge förekommit i exempelvis växthus. I äldre anläggningar utfördes släta rör som slingor ibland sammanfogade till horisontella rörregister. Dessa förekom mest innan gjutjärnsradiatorerna hade blivit tillgängliga.

En motsvarande typ av radiatorer med vertikala rör förekom kring sekelskiftet 1900, åtminstone i Tyskland, och importerades numera till Sverige.

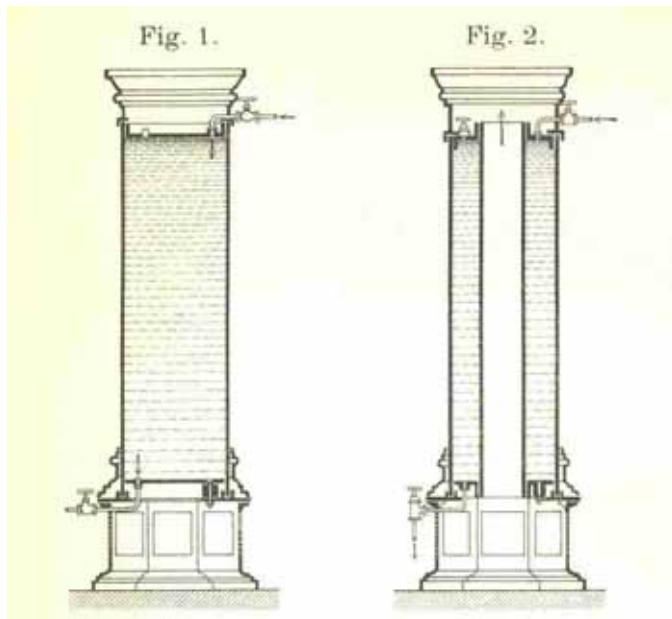


Exempel på radiatorer, så kallade rörregister, av släta oisolerade rör. (Rietschel, 1909)

Rörregister med horisontella rör hade inte dålig värmeavgivning, så en motsvarighet med kamrör kom att användas i betydligt större omfattning i exempelvis industrier, där utseendet inte var primärt.



Exempel på kamrörsradiator. Dessa användes dels som radiatorer i exempelvis industrier, dels som värmebatterier i ventilationssystem.



Exempel på kolonnradiator, som var vanliga i äldre ång- och varmvattenvärmsystem. De specialtillverkades, var troligen mycket dyra och försvann när gjutjärnsradiatorer blev tillgängliga. (Rietschel, 1909)

Gjutjärnsradiatorer

Under 1800-talet specialtillverkades radiatorer. Gjutjärnsradiatorer vad de första radiatorer som masstillverkades (de kallades ursprungligen ”amerikanska radiatorer”, eftersom de först importerades från USA). Från början av 1900-talet tillverkas de också i Sverige.

Gjutjärnsradiatorerna består av ett antal lika sektioner som kopplas samman i en rad. Detta gjordes på olika sätt beroende av radiatorfabrikat med en tätningsnippel. Det förekom dels ett utförande med vänster- resp. högergängad nippel, dels koniska nipplar där sektionerna pressades samman med långa bultar.

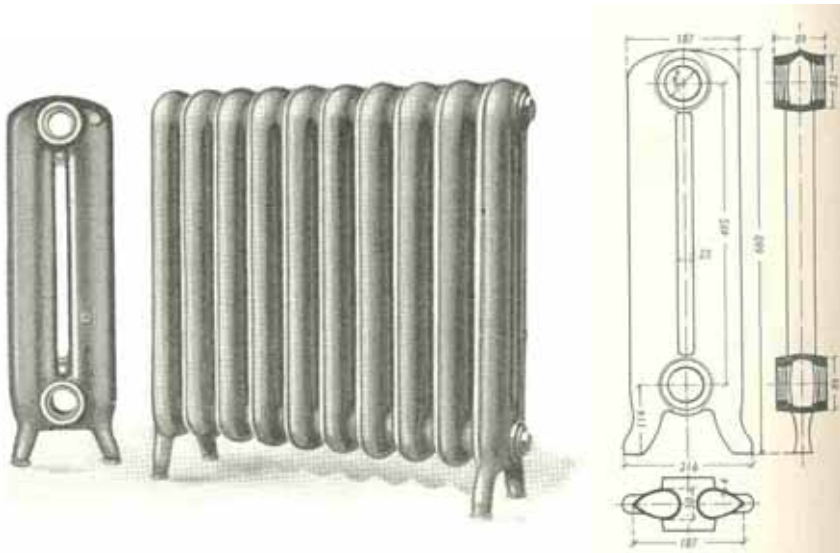
Radiatorerna tillverkades med olika höjd och med olika djup alltefter antalet vertikala vattenkanaler (kolonner) i sektionen.

Svenska tillverkare var bland annat Götaverken (radiatorer typ Gothic med 4 eller 6 kolonner) och Norrahammars bruk (radiatorer typ Norah och Husqvarna med 1, 2, 3, 4 eller 6 kolonner).

De tidigaste radiatorerna utfördes för golvstående montage. Några decennier in på 1900-talet uppmärksammades att detta innebar ett städproblem och vägghängda radiatorer blev mer vanliga.

Radiatorerna var tänkta att vara byggbara, och kunna kompletteras med fler sektioner. Det visades sig efter hand att det var svårt att få bra tätning, bland annat på grund av avvikelser i noggrannheten i fabrikationen.

Gjutjärnsradiatorerna var dyra, men var korrosionståliga. När plåtradiatorer blev vanliga användes gjutjärnsradiatorer bara för ångvärmsystem och i fuktiga rum.



Exempel på gjutjärnsradiatorer (med 2 kolonner).

Plåtradiatorer

Smidesjärnsradiatorer, eller plåtradiatorer, började tillverkas omkring 1915. De första modellerna, sektionradiatorer, hade en utformning som efterliknade gjutjärnsradiatorerna.

Liksom gjutjärnsradiatorerna tillverkades plåtradiatorerna i olika höjder och med olika antal vattenkanaler (kolonner). Efter antalet kolonner (2, 3 eller 4) benämndes radiatorerna Duplex, Triplex eller Special.

Man trodde länge att de billigare plåtradiatorerna inte skulle ha kort livslängd, men erfarenhet visade efter hand att livslängden var betydligt större än man trott.



Plåtradiatorer Duplex respektive Triplex. Dessutom finns Special, med 4 kolonner. Senare modeller var Rex med flera, med 1 kolonn.

Funktionalismens arkitektur, som slog igenom omkring 1930, innebar generellt sett bredare fönster. Nya radiator typer som togs fram för detta var dels med sektionradiatorer med 1 kolonn (Rex, Colonna, Mignon, Viking, Royal med flera), dels panelradiatorer.

Panelradiatorerna av typ MP fanns åtminstone sedan 1930-talet (storlek MP, MP2, MP3 och MP4). Betydligt senare, framåt på 1970-talet, kom MPC etc, som hade en veckad plåt för att öka konventionseffekten.

Dessutom fanns kamradiatorer, Novello (motsvarande Excello), med vertikala kammar, och Planello, med horisontella kammar och helt slät fronplåt. En mer ovanlig typ är LO, en kamradiator som hade helt slät baksida och kunde monteras dikt mot väggen. Syftet var att den inte skulle vara dammsamlande.



Panelradiator.

Platförvärdling
NOVELLO
12 081—12 082
"N-40" — "N-65"

Wavehöjd "N"	Total höjd mm	Avstånd m. ned. stång mm	Stekt. bredd (Stålrings) mm
100	1000	940	30
60	600	540	30
30	300	440	30
45	450	390	30

Vattenrymd per m² = 2,0 liter
Behr. upphängningsanordning se sidan 34
För längd upp t.o.m. 600 mm debiteras ett tillbehörstillägg av kr 3:— per radiator
Tillägg för försvelling se sidan 22
Prövningstryck se sidan 8

Kamradiator Novello.

Platförvärdling
PLANELLO
12 101—12 102
"PL"

Planellhöjd "PL"	Total höjd mm	Avstånd m. ned. stång mm	Stekt. bredd (Stålrings) mm
90	900	820	30
59	590	510	30
30	300	420	30

Vattenrymd per m² = 2,0 liter
Största tillverkningslängd 75 sekt.
Kan ej försvellas
Behr. upphängningsanordning se sidan 34
Prövningstryck se sidan 8

Panelradiator Planello. Monterades ofta i nischer i entréer.

AGA Radiator lanserade en ny typ av panelradiator omkring 1968, Termopanel. Efter 1980-talet tillkom ett flertal olika nya radiatorer och konvektorer genom ökad import.

Keramiska radiatorer

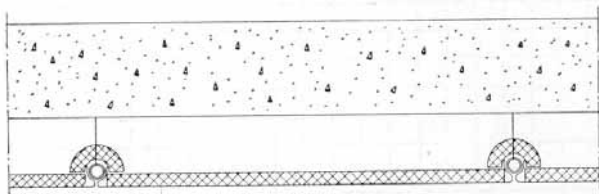
För ånganläggningar användes för fram till 1920-talet lerradiatorer. De rekommenderades dock inte för varmvattensystem, med hänsyn till det högre trycket. En betongradiator konstruerades på 1960-talet, en rörslinga ingjuten i en betongplatta, i format som vanliga panelradiatorer.

Tak- och golvvärme

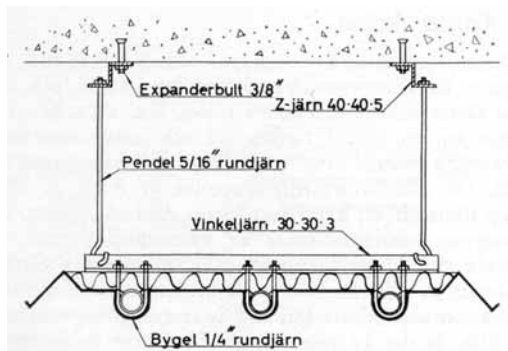
Takvärmesystem provades i Storbritannien under de första decennierna på 1900-talet. Firma R. Crittall & Co hade utvecklat ett system där rörslingar av svetsade stålrör göts in direkt i betongen. Från år

1929 fick systemet utföras på licens av installatörer i övriga länder i Europa och i USA. Systemet kunde dock ha problem med värmeläckage till våningen ovanför. Styrningen var också mycket trög.

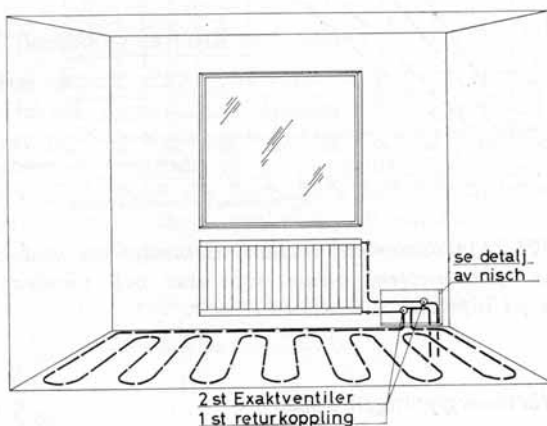
På 1930- och 40-talen utvecklades system där rörslingor med spridningsplåtar byggdes in i undertak, och 1950 introduceras så kallade Frengertak. Takvärme har dock inte haft någon större användning i bostäder.



Takvärme, s.k. Frengertak, består av rörslingor av stålrör, som hängts i pendlar i taket, och kassetter av plåt som ligger mot rören. Denna typ av takvärme har använts i kontor etc.



Takvärme, s.k. Värmestrips, placeras i verkstadslokaler etc. med stora takytor. Syftet är att få strålvärme, observera de nedvikta kanterna som är avsedda att minska konvektionen – det är ju bara strålvärmen som når vistelsezonen.



Värmeslingor som är kopplade parallellt eller i serie med radiatorn är inte ovanliga. Vid seriekoppling är det oftast returen som leds ut i en slinga i golvet.

De förhållandevis höga temperaturer som ångsystem och vattenburna själv-cirkulationssystem krävde lämpade sig inte för golvvärme. Tidiga golvvärmesystem var luftburna golvvärme; vattenburna golvvärme började användas först på 1920-talet då pumpsystem hade börjat användas.

Efter andra världskriget studerades ingjutna rör från byggnader som förstörts vid bombning. Man konstaterade att dessa var i bättre skick än friliggande. Därigenom minskade utbredda farhågor om korrosionsrisker, och intresset för golvvärme ökade. Fortfarande fanns dock skepsis inför dolda fogar.

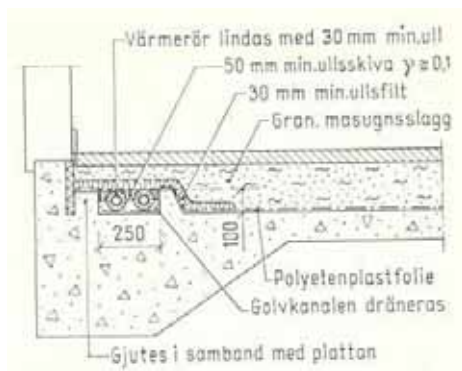
Men när kopparrör i stora längder började tillverkas och skarvfri förläggning blev möjlig, kom golvvärmesystemen att uppfattas som ett realistiskt alternativ.

Under 1950- och 60-talen var det inte ovanligt att man byggde in slingor av stål- eller kopparrör i speciella ytor i byggnader. I handboken Bygg från 1964 talas det om fördelar med sådana ”varma golv”, men att ”man bör i vissa fall komplettera med värmare under fönster för att kompensera kallrasen därifrån”. Först i mitten av 1970-talet blev det mer utbrett att använda golvvärmesystem för hela byggnader. Rörmaterialiet var framför allt PEX-rör. Sådana vattenvärmesystem för golvvärme har hittills haft stor utbredning på kontinenten. Först under senare tid har de fått ökad användning i Sverige, inte minst i småhus.

Ledningsförläggning

I bostäder och kontor har rörstråk i källare oftast förlagts tillgängligt i korridorer. Stammar och anslutningsrör på planer har däremot förlagts både friliggande och inbyggda. Inbyggd förläggning förekom oftare i mer påkostade miljöer.

Försäkringsbolagen fick uppmärksamhet på vattenskadorna i mitten på 1970-talet. Under slutet på 1970-talet började man förlägga ledningar synligt och åtkomligt. Detta var fortfarande etablerat under 1990-talet, men efter år 2000 har det blivit allt mer vanligt att rör förläggs dolt, men ofta då med speciell teknik, exempelvis som ”rör i rör”



Exempel på dold förläggning från tidigt 1960-tal. Vanligen lades rören i en ”ränna” i betongen, som på bilden. Rörledningarna är ibland Under slutet av 1970-talet förekom att ledningar av kopparrör (Plus-prisol) för ettrörssystem gjöts in i betongbjälklaget. Man lade en rörsål kring de anslu

Byggnaders föränderlighet

Byggnader måste underhållas, renoveras och ibland byggas om. Önskemål om att bevara rum, byggdelar, installationer, innebär alltid en teknisk utmaning.

En restaurering eller renovering görs med sikte på framtiden. Den kräver varsamhet mot byggnadens värden men innebär också många möjligheter till förbättringar, energieffektivisering och anpassning till tidens krav.

Ändringar innebär ett ansvar. Det befintliga byggnadsbeståndet är mycket stort. Nybyggandet är vid jämförelse marginellt, även om man tittar många decennier framåt. Det är vår tids ombyggnader, restaureringar och renoveringar som kommer att syra framtidens byggnadsbestånd.

Vilka perspektiv bör man ha när man renoverar och hur långt framåt kan man se – 50 år, 30 år, 5 år? Vilka krav kommer framtidens hyresgäster att ställa?

	KÖK	BAD	WC	UPPVÄRMNING	
1900	 ved vatten	 badbalja	 torrklosett	 kakelugn	
1935	 gas	 varmvatten	 i källaren vattenklosett	 radiator, springventil	
1970	 el	 rostfri bänk	 våtrumstapet/plastmatta	 lågspolande	 radiator, FTX
2005	 induktionshäll	 diskmaskin	 kakel/klinker	 dolt avlopp	 radiator med luftintag

Den som bygger nytt tänker ofta att bygganden ska finnas kvar i minst hundra år. Helst ännu längre. Men en byggnad är föränderlig. Bilden illustrerar 1900-talets tekniska förändringar i en bostad med 35-årsintervall. Det händer mycket på trettiofem år. Samtidigt ska man vara klar över att vissa byggdelar, exempelvis radiatorsystem, kan ha stor teknisk och ekonomisk livslängd.

Två sorters livslängd

Den tekniska livsländan hos byggdelar och installationer kan bedömas på ett ungefär. För en våtrensrenovering kan man överslagsmässigt säga:

Målning 10 år

Vitvaror 10-15 år

Kakel/klinker med tätskikt 20-35 år

Sanitetsporcelain och armatur 25-40 år

Vatten- och avloppsledningar 30-60 år

Det finns bra tumvärden på tekniska livslängder. Men ett annat slag av livslängd blir ofta avgörande. Det brukar kallas ”ekonomisk livslängd”, tiden som en investering är ekonomiskt lönsam.

Studera teckningen med installationer från olika tider. Den visar tydligt hur kraven från hyresgästerna – och hela samhället – kontinuerligt har förändrats under 1900-talet. Det är 35 år mellan bilderna. När produkten inte längre uppfyller hyresgästens krav eller börjar uppfattas som orimligt omodern överskrider den ekonomiska livslängden. Kvarvarande teknisk livslängd förlorar då sin praktiska betydelse.

Reparation och renovering

Reparationer är punktinsatser. De görs akut för att rätta till ett visst problem som uppkommit. *Renoveringar* är planerade insatser som görs i förebyggande syfte. De görs för att brukarnas krav förändras och för att den tekniska och ekonomiska livslängden för installationer och byggdelar är begränsad.

Det krävs stor erfarenhet för att kunna bedöma skicket på äldre rörledningar. I allmänhet kan man inte räkna med längre teknisk livslängd än ca 60 år. Det är sällan tekniskt motiverat att behålla så gamla rörledningar (om det inte görs av kulturhistoriska skäl).

Värmerör och radiatorer är VVS-installationer som ibland kan ha en teknisk, ekonomisk (och kulturhistorisk) livslängd större än 60 år.

Föränderlighet

En grund i en långsiktigt hållbar förvaltning är att skapa goda byggda miljöer. Oberoende av om man bygger nytt eller renoverar måste byggnaden kunna uppfylla både nuvarande och framtida hyresgästers krav. Den måste vara långsiktigt hållbar ur ekonomisk, driftteknisk och miljömässig synpunkt.

På de allra flesta byggnader finns kravet på föränderlighet. Föränderlighet är alltså en grundläggande egenskap som byggnader måste erbjuda. Men behovet av föränderlighet är olika för olika slag av byggnader och för olika utrymmen. I bostäder är det oftast kök och våtrum som genomgår stora förändringar i intervall på 30-40 år. I småhus och bostadsrätter har detta ofta skett med betydligt tätare intervall de senare decennierna.

I kontors- och butikslokaler förändras verksamheten ständigt. Lokalerna måste kunna ge stöd åt utvecklingen – inte riskera att bromsa den. Företag är mer rörliga idag än tidigare. Genomgripande hyresgästanpassningar med ny planlösning och nya tekniska system med intervall på ibland bara några år är en verklighet för kontor och butiker i innerstadslägen.

Tider styr hyresgästanpassningar. Bra lokaler ska kunna förändras snabbt. Tidskrävande och krångliga tekniska lösningar kan göra att man inte får den hyresgäst man önskar.

Att förena en långsiktigt hållbar förvaltning och verksamhetskraven med behovet av förändring är ständigt en utmaning. En renovering kan innebära stor materialomsättning, som ibland kan kännas brutal. Men det ger samtidigt en möjlighet till förbättring. Två klassiska strategier kan hjälpa till att tydliggöra tänkandet: generalitet och flexibilitet.

Generalitet

Generalitet innebär att en byggnads utrymmen är utformade och planerade så att de kan användas för nya verksamheter, utan att man behöver göra större ändringar. Ordet generalitet används oftast om utrymmen med arbetsplatser. Men även ett tekniskt utrymme kan ha generalitet. Stor area, tillräcklig

rumshöjd, lämpligt läge, bra transportvägar och bibehållen rökkanal ger möjlighet för olika tänkbara värme- eller kylalstrare (pannor, kylmaskiner med mera) som kan bli aktuella i en framtid.

Ett radiatorsystem i ett bostadshus har i allmänhet lång teknisk och ekonomisk livslängd. Däremot kan värmealstraren ha bytts ut så tätt som vart tjugonde år. En vedpanna från 1910-talet ersattes av en kolpanna på 1930-talet, en oljepanna på 1950-talet, en elpanna på 1970-talet, och en värmepump eller pelletspanna på 1990-talet. Kommer utbytet att fortsätta med samma intervall?

I vilket fall som helst så underlättas långsiktig förvaltning av teknikutrymmen med generalitet. Detsamma gäller exempelvis kanalisationsvägar. Plats för stråk, schakt och stammar måste behållas åtkomliga för drift och framtida underhåll och utbyten.

Nya byggdelar och installationer som har lång förväntad teknisk och ekonomisk livslängd bör planeras med tanke på generalitet.

Flexibilitet

Flexibilitet är ett komplement till generalitet. Det innebär att väggar, öppningar, installationer och annat lätt kan flyttas, justeras och anpassas efter förändrade behov och nya verksamheter. Olika byggnader behöver ges olika grad av flexibilitet. För bostäder har flexibilitet sällan satts i centrum. Kontors- och butikslokaler utformas däremot ofta med tanke på hög flexibilitet.

Installationer kan ha flexibilitet om de är lätta att förändra för exempelvis en ny planlösning. Rörsystem i stråk och stammar är sällan möjliga eller meningsfulla att göra flexibla. Däremot kan det vara klokt att tänka igenom flexibiliteten hos installationer och inredning i kontorsplanens undertak. En självklar grund är att utforma byggnaden så att byggdelar och installationer med olika förväntade utbytesintervall inte påverkas när man byter en av dessa.

Generalitet och flexibilitet är klassiska strategier för att möta kravet på hållbar föränderlighet. Några viktiga grunder är enkelhet, robusthet, driftsäkerhet, begriplighet och användarvänlighet. Byggnader ska kunna skötas på ett tillförlitligt sätt. Men finns det mer att tänka på?

Checklista för restaurering av radiatorsystem

- Ett radiatorsystem, av bra kvalitet, som har skötts på rätt sätt kan hålla länge, uppåt hundra år. Men det finns två stora riskfaktorer: 1) Värmevattnet syresätts genom exempelvis påfyllning eller genom ett öppet expansionskärl, 2) Korrosion av vatten utifrån, exempelvis i ett badrum.

Bevarat system

- Det är mycket svårt att bedöma skicket på ett äldre radiatorsystem. En viktig källa till kunskap är skadestatistik.
- Om man har ett gammalt värmesystem som man helt eller delvis vill bevara bör man ta kontakt med en VVS-installatör eller konsult och diskutera vad som kan vara värt att bevara. Det som kan ha ett bevarandevärde är vanligtvis äldre radiatorer och äldre synliga rörstammar, som ger karaktär åt rummet.
- Rörstammarna är antingen inbyggda eller utanpåliggande. Det kan finnas önskemål att bevara inbyggda rörledningar för att begränsa kostnaden eller förhindra ingrepp på väggarnas ytskikt, som kan ha kulturvärden. Om man ska bevara inbyggda rörstammar krävs att man känner sig säker på att de är i bra skick.
- Arbete med äldre system kräver en VVS-installatör med stor erfarenhet. En beställare bör ges referenser från liknande arbeten.
- I vissa fall, i byggnader med mycket stort teknikhistoriskt värde, kan det vara befogat att bibehålla större delar av värmesystemet.
- Äldre kalorifersystem kan ofta återanvändas som ventilationssystem.

Utbyte av delar

- Vissa delar kan behöva bytas ut. Äldre rör och rördelar är lätt att få tag på. Klamring av rören på vägg ”på gammalt sätt” är inte komplicerat men ställer krav på kunskap och erfarenhet. Titta på gamla installationer.
- Gamla renoverade gjutjärnsradiatorer finns i byggnadsvårdsbutiker. Sektionsradiatorer av plåt tillverkas fortfarande.
- Val av radiatorventil bör diskuteras mellan beställare och konsult/ VVS-installatör. Man kan använda äldre renoverade ventiler eller köpa nya med äldre utseende. Titta på exempel.

Nytt system

- Om radiatorsystemet måste bytas finns ett antal alternativ. Antingen gör man en mer eller mindre tidstrogen kopia av ett ”äldre system”. Eller ett helt modernt system.
- En tidstrogen kopia av ett ”äldre system” görs helst med traditionella rörmaterial, gärna i de lite grövre dimensioner som ursprungssystemet hade. Studera hur ledningarna var klamrade innan de demonteras.
- Ett modernt system kan göras med ett klassiskt, ”tidlöst”, utseende på radiatorerna. Radiatorer med ett utseende som har använts under lång tid, eller som ansluter till byggnadens tid kan väljas. Ofta är det bättre att välja ett enkelt utanpåliggande rörmontage än inbyggda rör.

Litteratur

- Billington och Roberts. *Building Services Engineering*, 1982.
- Björk, C. & L. Reppen, *Så byggdes Staden*, 2000.
- Brändström, E. (red.), *De första 100 åren 1898-1998*, Calor, 1997.
- BÄR. *Allmänna råd om ändring av byggnad*, Boverket, 2004.
- Cooper, G. *Air-conditioning America*, 1998.
- Den svenska kylteknikens historia*, 1992.
- Donaldson & Nagengast. *Heat & Cold*, ASHRAE, 1994.
- Elgestad, Stig, *Värmeteknik*, NKI, 1952.
- Energiberedskap för kristid*, SOU 1975:60.
- Energiboken*, BFR, 1995.
- Flaniken, B. "Application of Electric Power in HVAC&R Systems", *ASHRAE Journal* januari 1999.
- Friberg L. & H. E. Ronge. *Hygien*, 1964.
- Gladstone J. "John Gorrie. The Visionary", *ASHRAE Journal* december 1998.
- Gröber, H., H. Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik, 10:e Aufl., 1934.
- Hubendick, E. "Bränslen", i *Uppfinningarnas bok*, 1925.
- Håkansson, N.H.O., *Stockholms rörläsnings historia*, 1926.
- Hökerberg, Otar (utg.), *Husbyggnad 2*, 1945.
- Jansen, J.E. "The History of Ventilation and Temperature Control", *ASHRAE Journal* oktober 1999.
- Jørgensen, Vilh., *Rörläsnings handböcker 2*, 1949.
- Kaijser, A., *Stadens ljus*, 1986.
- Kardell, L. *Svenskarna och skogen*, 2004.
- Kjellander, R., "J.W. Bergström", i *Daedalus*, 1953.
- König, Friedrich, *Der praktische Röhrenmeister*, 1872.
- Nagengast B, "A History of Comfort Cooling Using Ice", *ASHRAE Journal* februari 1999.
- Nationalencyklopedin.
- Nerman, Ture, *Stockholms rörläsnings 1889-1939*, 1939.
- Nordemo, Christer, "VVS-teknisk byggnadsvård", VVS Forum, augusti 2006.
- Nordling, Lars & Laila Reppen, *Ombyggnad. Varsamhet vid ändring*. Byggvägledning 15, 2000.
- Rationalitetsproblem inom bostadsuppvärmningen*, IVA medd. 118.
- Rieischel, H. *Leitfaden zum ... Lüftungs- und Heizungsanlagen*, 1909.
- Rörläsningsentreprenörernas i Stockholm historia*, 1982.
- Sagström, Roland, *VVS installationer, Åtgärder i befintlig bebyggelse, handbok 3*, Svensk byggtjänst 1995.
- SAOB.
- "Svenska värmeteknikens banbrytare", i VVS 1944
- Teknos rörläsnings 1955*. 1959
- Theorell, Hugo, "Historisk återblick på uppvärmnings- och ventilationstekniken" i *Värme Ventilation och Sanitet 1*, 1949.
- Tjelder, J. *Handbok för värmeledningskötare*, Stockholm 1948.
- Värme, Ventilation och Sanitet*, 1940.
- Werner, Sven, *Fjärrvärmens utveckling och utbredning*, Värmeverksföreningen, 1989.
- Westin, O., "Uppvärmning och luftväxling af byggnader" i A. Berglund (utg.), *Uppfinningarnas bok*, 1898.
- Wickbom, U. *Den goda kraften*, 1995.
- Winther Nielsen, J., *Centralvarme og ventilation*, Köpenhamn 1936.
- Wirgin, Germund, *Hälsövård I. Bostadens hygien*, 1931.
- "VVS-Installationer" i Bygg. Handbok för hus-, väg- och vattenbyggnad, 6, 1962.
- Värmehistoria och värmeteknik, CTC 1923-1948, 1948.
- Värme Ventilation och Sanitet 1-2, Natur och Kultur, 1940.
- Värme Ventilation och Sanitet 1-2, Natur och Kultur, 1949.
- Åstrand, Barbro, "Centralvärme" i *Kulturen* 1984.

Vissa handböcker ordnade efter årtal

Tryckår Svenska handböcker

- 1919 Handledning vid skötseln av värmeledningar, Svenska Värme- och Sanitetstekniska föreningen.
- 1935 Handledning vid skötseln av värmeledningar, Svenska Värme- och Sanitetstekniska föreningen
- 1936 Albihn & Elgestad, Lärobok i värme- och sanitetsteknik
- 1939 Handbok för värmeledningsskötare, Svenska gasverksföreningen
- 1940 Värme, ventilation och sanitet 1:a uppl.
- 1945 Husbyggnad
- 1948 Ingenjörshandboken, del 5
- 1949 Värme, ventilation och sanitet, 4:e uppl.
- 1949 Tekno's rörarbete
- 1951 BYGG, del 6 (bd III), 1:a uppl.
- 1952 Värmeteknik NKI
- 1952 Gustavsbergs värmetekniska handbok
- 1953 Från bränsle till värme
- 1954 Värmeinstallationer i småhus
- 1955 Värme, ventilation, sanitet, Tekno's rörarbete 3:e uppl.
- 1959 Byggteknik, Del II:2
- 1962 Gustavsbergs värmetekniska handbok, 2:a uppl.
- 1963 VVS Handboken
- 1964 BYGG, del 6, 3:e uppl.
- 1966 E. Bäckström, VVS-teknik
- 1967 Teknos Rörarbete, 5:e uppl.
- 1974 VVS-handboken
- 1982 Handboken Bygg, del H

Bilagor

:5 RITNINGSBETECKNINGAR FÖR VVS

:51 Allmänna rittekniska regler

:511 Linjetyper

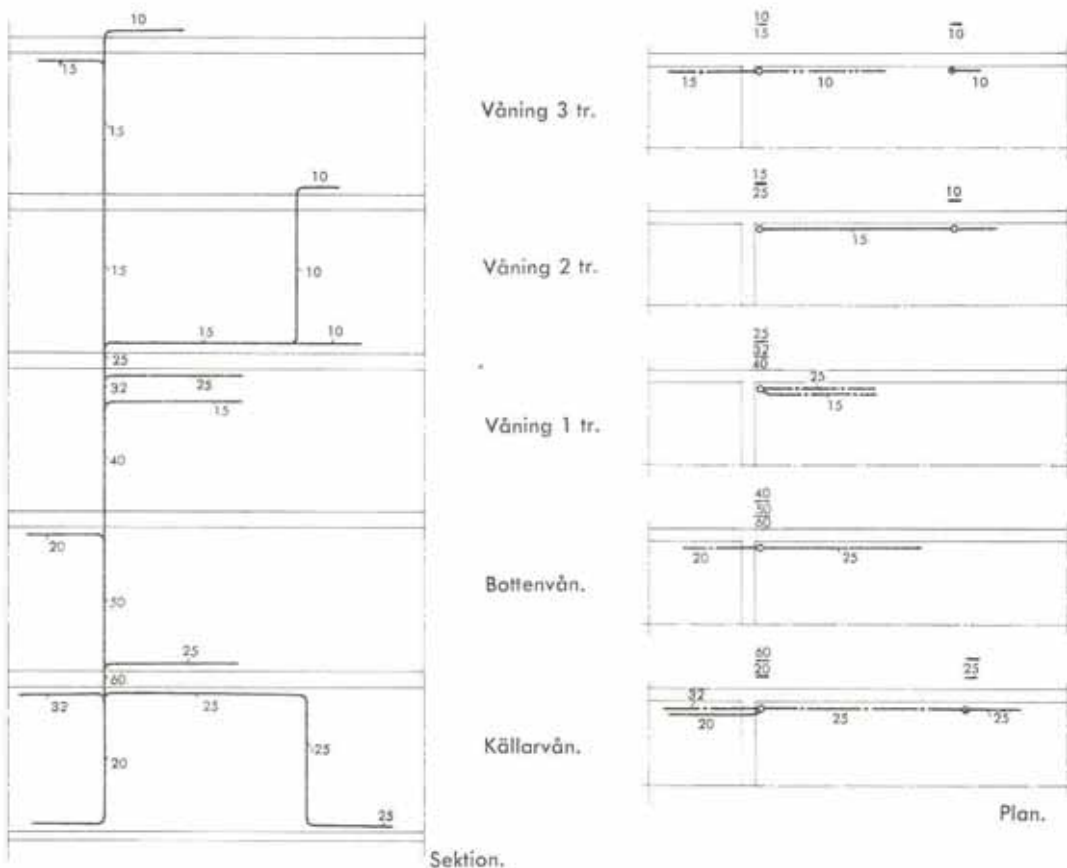
Konturlinjer för byggnader eller delar därav ritas med tunna linjer. Ledningar samt konturlinjer för detaljer, som beröra värme-, ventilations- och sanitetstekniska anläggningar ritas med kraftiga linjer.

Där både nya och befintliga detaljer i en anläggning skola markeras, ritas de nya som vanligt med kraftiga linjer och de befintliga med tunna linjer.

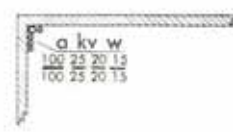
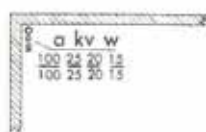
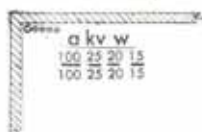
För nivåmarkering av detaljer å planritningar gäller följande linjetyper för ledningar och konturlinjer:

- i eller under golv samt i mark.
- ===== på vägg eller vid golv.
- vid tak.
- på vind eller i överliggande våning.

:512 Markering av rördimensioner å plan och stamsektioner



Om flera stamledningar äro förlagda intill varandra i ett knippe anges dimensionerna i ordning från vänster till höger eller uppifrån och ned på planritningen enl. nedanstående exempel:



Ritningsbeteckningar, fastställda av Svenska Värme- och sanitetstekniska föreningen 1947. De användes fram till 1972, då en ny standard, som till stor del fortfarande används, kom.

Vid byggnader, där flera våningsplan äro lika, behöver endast en planritning upprättas för dessa. Stamledningarna betecknas härvid enl. nedanstående exempel.



Ofwa kan det vara fördelaktigt, i fall där flera stamledningar äro lika inbördes på samma plan, att litterera desamma. Vid varje stamledningsknippe anges exempelvis "I, II, III" osv. Dimensionsbeteckningarna för resp. placeras härefter utanför byggnadskroppen på lämplig plats och motsvarande littera anges.

Förekommer flera badrum, kök etc., vilka inbördes äro lika, kunna ävenledes dessa littereras och typritningar härför uppgöras. Dessa typritningar, som lämpligen ritas i större skala, kunna antingen placeras utanför byggnadskroppen på samma ritning eller på en separat d:o.

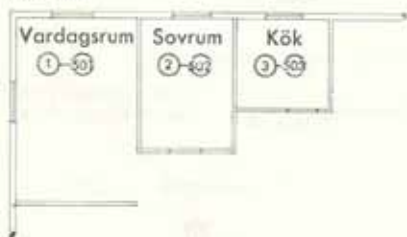
:513 Numrering av olika utrymmen på ritningar

Varje utrymme, som berörs av värme-, ventilations- och sanitetstekniska anläggningar, förses med nummer. Utrymmena numreras enl. följande:

- Källarvåning: 01, 02, 03, 04, 05 osv.
- Bottenvåning: 1, 2, 3, osv.
- Vån. 1 tr.: 101, 102, 103 osv.
- Vån. 2 tr.: 201, 202, 203 osv.
- Vån. 3 tr.: 301, 302, 303 osv.
- Vån. 4 tr.: 401, 402, 403 osv.
- Vån. 5 tr.: 501, 502, 503 osv.

Siffrorna omgivas lämpligen av en cirkel och placeras i samband med benämningen på utrymmet. Om en planritning avser flera våningsplan numreras utrymmena enl. nedanstående exempel:

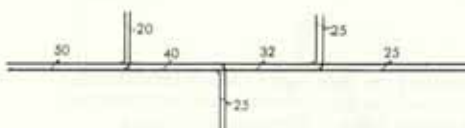
Exempel



Exemplet avser att illustrera ett fall, där en planritning gäller för bottenvån, vån. 1, 2, 3, 4 och 5 trappor.

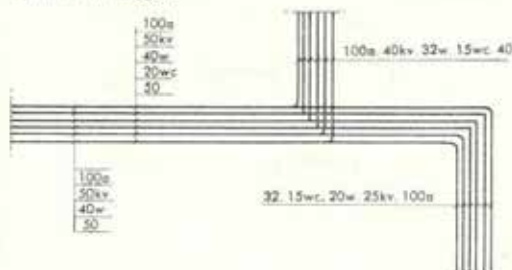
:514 Påskrifter å horisontella ledningar

Vid vanliga värmeledningar, där tilllopps- och returledningen har samma dimension påskrivs endast dimensionerna (ansl.nr enl. SMS).



Bet. för övriga ledningar anges i samband dimensionerna enl. efterföljande blad.

Där flera ledningar äro förlagda i ett knippe påskrivs de i ordning uppifrån och ned eller från vänster till höger.



Alla vattenledningar och gasledningar ritas med raka avgreningar.

Övriga ledningar ritas med svängda avgreningar.

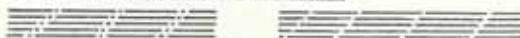
Alla avgreningar och avsvängningar ritas med samma krökningsradie.



Vid uppritning av flera ledningar i ett knippe utföres streckningen resp. streckprickningen med en förskjutning av ca 45°.

Centrumavstånden mellan ledningarna iakttagas i enlighet med senare blad.

Samtliga apparater ritas i skala.



Vid påskrifter å ventiler, apparater o. d. i samband med dimension tillämpas följande ordning: Beteckningen för ventilen, apparaten e. d. först, dimensionsbeteckningar härefter och egenskapsbeteckningen sist.

Exempel:
bv 50 kv, sv 25 h osv.

Ritningsbeteckningar, fastställda av Svenska Värme- och sanitetstekniska föreningen 1947. De användes fram till 1972, då en ny standard, som till stor del fortfarande används, kom.

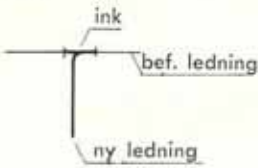
Markering av mediets strömningsriktning anges med pilar enl. nedan



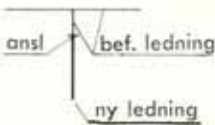
Markering av ledningars lutningsförhållanden anges enl. nedan, varvid pilen betecknar att ledningen faller i densamma riktning



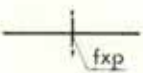
Där ny ledning inkopplas till befintlig d:o (= inskärning) intextas "ink" som betecknar inkoppling



Där ny ledning anslutes till befintlig d:o (= utan inskärning) intextas "ansl" som betecknar anslutning



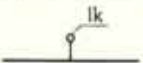
Fixpunkt å ledning betecknas fxp



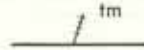
Proppad avstickare å ledning betecknas pr



Luftklocka betecknas lk

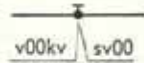


Termometer betecknas tm

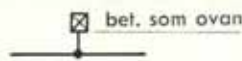


:515 Ventiler

Avstängnings- (reglerings-) ventil
Bokstavsbezeichnungar se resp. underavdelningar



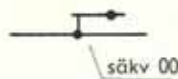
Automatisk avstängnings-(reglerings-)ventil



Kikboxkran betecknas kk
Avtappningar i övrigt betecknas avt



Säkerhetsventil betecknas säkv



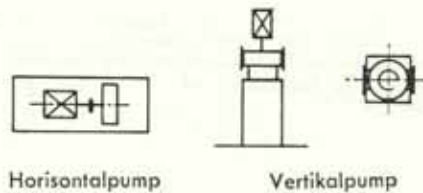
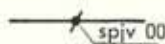
Backventil betecknas bv



Vakuumentil betecknas vakv



Spjälventil betecknas spjv



Horisontalpump

Vertikalpump

Ritningsbeteckningar, fastställda av Svenska Värme- och sanitetstekniska föreningen 1947. De användes fram till 1972, då en ny standard, som till stor del fortfarande används, kom.

Värmetekniska anläggningar

Ledningar

00 Tilllopps- och returledning
(Vid flera ledningar se föreg. blad)

00t Tilloppsledning } användes i pamm-
00r Returledning } rum etc. samt i
övrigt där ledn.
hava olika dim.

00ht Tilloppsledning för värmelednings-
vatten av högre temperatur

00hr Returledning för d:o

00 shl Shuntledning

00kl Kokledning (expansionsledning)

00äl Aterledning

00sl Signalledning

00i Imrör

00fl Förbigångsledning

00ul Utblåsningsledning

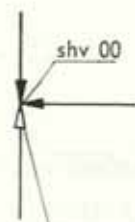
Vid beteckningar av ång- och kondensvattenledningar
skrivs ångtrycket (atö) sist enl. nedan

00&0.7 Ångledning 0.7 at ö

00k0.7 Kondensledning för 0.7 at ö ångledn.

00v Vakuumledning

:522 Ventiler



Shunt — 3-vägs eller växelventil
beroende på beteckning

shv = shuntventil
3-vk = 3-vägskran
vxv = växelventil

Bef. avstängbar genomgång i ventilen

kav00 Kondensvattenavledare

mv00 Matarventil

nv = nålventil
rv = radiatorventil
rk = radiatorkoppling (returkoppling)
sv = skjut- resp. slussventil
äv = ångventil

:523 Radiatorer

BETECKNING PÅ PLANRITNINGAR

- Ny radiator
- Befintlig radiator
- Befintlig flyttad radiator
- Utökad befintlig radiator
- Utökad och flyttad befintlig radiator

PLÄTRADIATORER

PLÄTRADIATORER BETECKNAS ENL. SVENSKA
PLÄTRADIATORKONVENTIONEN MED

- P = Panel etc. kopplade d:o P², P³, P⁴ etc.
- R = Rex
- AR = A-Rex
- E = Novello, Eello, Capella, Ello, Cello etc.
- D = Duplex, Il-kol, Il-pel. etc.
- NI = Nisch I
- T = Triplex
- NIi = Nisch II
- S = Special

Ritningsbeteckningar, fastställda av Svenska Värme- och sanitetstekniska föreningen 1947. De användes fram till 1972, då en ny standard, som till stor del fortfarande används, kom.

L-40 = Lamella 40
 L-65 = Lamella 65
 L-115 = Lamella 115
 L-95 = Lamella 95
 Pl = Planello

A RITN. PÅSKRIVAS PLÅTRADIATORER ENL. FOLJ. EX.

$$\frac{12 \cdot 99 \cdot D}{4.70 \cdot 15} \quad 2 \times \frac{12 \cdot 99 \cdot D}{4.70 \cdot 15}$$

vilket avser 1 st. resp. 2 st. 12 sektioners, 99 cm hög Duplex-radiator, 4,70 m² värmeyta, ventil ansl. nr 15.

UTOKADE RADIATORER PÅSKRIVAS ENL. FOLJ. EX.

$$\frac{20 + 5 \cdot 59 \cdot D}{3.00 + 0.75 \cdot 15}$$

varvid 20 betecknar befintligt antal sektioner, 5 betecknar utökningen, 3,00 värmeytan i m² å det befintliga sektionantalet, 0,75 värmeytan å de sektioner, varmed radiators utökats och 15 bef. ventil ansl.nr 15.

Skall ventilens ansl.nr minskas eller ökas strykes ett streck över den befintliga och den nya skrives under

FORMINSKADE RADIATORER PÅSKRIVAS I ANALOGI MED OVANST. MED — I STÄLLET FOR +

GJUTNA RADIATORER
 GJUTNA RADIATORER BETECKNAS MED

I = 1-kolonn
 II = 2-kolonn
 III = 3-kolonn
 IV = 4-kolonn
 V = 5-kolonn
 VI = 6-kolonn
 Pa = Panel
 NP = Norah-Panel

A RITN. PÅSKRIVAS GJUTNA RADIATORER ENL. FOLJ. EX.

$$\frac{15 \cdot 115 \cdot II}{6.98 \cdot 15} \quad 2 \times \frac{15 \cdot 115 \cdot II}{6.98 \cdot 15}$$

vilket avser 1 st. resp. 2 st. 15 sektioners, 115 cm hög 2-kolonnig gjutjärnsradiator 6,98 m², ventil ansl.nr 15. Betr. utökade och förminskade gjutjärnsradiatorer gäller samma principer som för plåtradiatorer

:524 Kamrör

BETECKNING PÅ PLANRITNING



smk = smidda kamrör
 gjk = gjutna kamrör

A RITN. PÅSKRIVAS KAMRÖR ENL. FOLJ. EX.

$$\frac{500 \cdot 70 \cdot gjk}{1.00 \cdot 15} \quad \frac{2 \times 500 \cdot 70 \cdot gjk}{2 \times 100 \cdot 15}$$

vilket avser 1 st. resp. 2 st. 500 mm långt, 70 mm inv. diam. gjutet kamrör, 1,00 m² värmeyta, ventil ansl.nr. 15

:525 Värmslingor av släta rör

BETECKNING PÅ PLANRITNING

2 rörsträngar

Flera rörsträngar

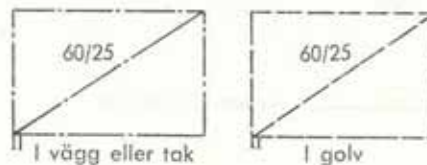
A RITN. PÅSKRIVAS VÄRMESLINGORNA ENL. FOLJ. EX.

$$\frac{2 \times 3.0 \text{ rör } 50 \text{ (resp. tub)}}{2 \times 0.564 \cdot 10}$$

varvid avses 2 st. rörsträngar, 3,0 m långa rör ansl.nr 50, 0,564m² värmeyta vardera, ventil ansl.nr 10

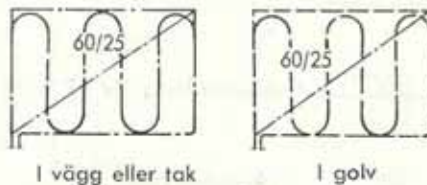
STRÅLNINGSVÄRMARE MED
 INGJUTNA SLINGOR

STRÅLNINGSVÄRMARE INRITAS ENBART MED
 YTTERKONTURERNA OCH DIAGONALEN
 ENL. FOLJ. EX.



Bet. 60/25 avser 60 m slinga med 25 mm delning

A RITN. ANGIVES VIDARE FOR VARJE PLAN ETT
 TYPEXEMPEL ENL. FOLJ.



Ritningsbeteckningar, fastställda av Svenska Värme- och sanitetstekniska föreningen 1947. De användes fram till 1972, då en ny standard, som till stor del fortfarande används, kom.

Samband mellan ansl.nr och tidigare använd
beteckning för sömlösa stältuber.

Ansl. nr	Tidigare använd beteckn.	Sömlösa stältuber SMS 331		
	inv. diam.	utv./inv. diam.	godstjocklek	vikt pr m
	mm	mm	mm	kg
—	25	32/27	2,5	1,82
—	—	35/30	2,5	2,0
32	32	38/33	2,5	2,19
—	—	41,5/36,5	2,5	2,40
40	38	44,5/39,5	2,5	2,59
—	—	51/46	2,5	2,99
—	—	54/49	2,5	3,18
50	51	57/51,5	2,75	3,68
—	—	60/54	3	4,22
—	57	63,5/57,5	3	4,48
60	64	70/64	3	4,96
70	70	76/70	3	5,40
—	76	83/76,5	3,25	6,39
80	82	89/82,5	3,25	6,87
—	88	95/88	3,5	7,90
—	95	102/95	3,5	8,50
100	100	108/100,5	3,75	9,64
—	106	114/106,5	3,75	10,2
—	113	121/113	4	11,5
—	119	127/119	4	12,1
125	125	133/125	4	12,7
—	131	140/131,5	4,25	14,2
—	137	146/137,5	4,25	14,9
—	143	152/143,5	4,25	15,5
150	150	159/150	4,5	17,2
—	156	165/156	4,5	17,8
—	162	171/162	4,5	18,5
—	169	178/169	4,5	19,2
—	180	191/180,5	5,25	24,0
200	204	216/204	6	31,1
—	228	241/228,5	6,25	36,1
250	254	267/254	6,5	41,8
—	278	292/278	7	49,2
300	303	318/303	7,5	57,4

Tabell med stålrör för svetsning enligt Rör AMA 1950.

Samband mellan ansl.nr och tidigare använd beteckning för gängade rör

Ansl. nr.	Gäng- beteck- ning	Tidigare använd beteckn.	Utv. diam.	Gängade rör SMS 326		Gängade rör SMS 327	
		inv. diam.		inv. diam.	vikt pr m.	inv. diam.	vikt pr m.
		mm		mm	kg	mm	kg
8	1/4	6	13,25	8,75	0,618	7,75	0,720
10	3/8	10	16,75	12,25	0,817	11,25	0,961
15	1/2	13	21,25	15,75	1,27	14,75	1,46
20	3/4	19	26,75	21,25	1,66	19,75	2,04
25	1	25	33,5	27,0	2,46	25,5	2,95
32	1 1/4	32	42,25	35,75	3,19	34,25	3,83
40	1 1/2	38	48,25	41,25	3,94	39,75	4,69
50	2	51	60,0	52,50	5,32	51,0	6,28
—	(2 1/4)	—	66,0	58,5	5,92	57,0	6,99
70	2 1/2	63	75,5	68,0	6,83	66,5	8,07
80	3	76	88,25	80,25	8,55	78,75	10,0
—	(3 1/2)	89	101,0	92,5	10,4	91,0	12,1
100	4	102	113,5	105,0	11,9	103,5	13,8
—	(4 1/2)	—	126,5	118,0	13,3	115,5	16,9
125	5	127	139,0	130,0	15,5	128,0	18,7
150	6	152	164,5	155,5	18,7	153,5	22,5

Tabell med gängade stålrör enligt Rör AMA 1950.

Sömlösa, runda kopparrör enligt SIS 12 63 00

Yttre diam. mm	Inre diam. mm	Godstjocklek mm	Vikt kg/m
8	6	1,0	0,196
9	7	1,0	0,224
10	8	1,0	0,252
11	9	1,0	0,280
R*) 13	11	1,0	0,336
R 16	13	1,5	0,608
19	16	1,5	0,734
R 22	19	1,5	0,860
25	22	1,5	0,986
R 28	25	1,5	1,11
32	29	1,5	1,28
R 36	32	2,0	1,90
R 42	38	2,0	2,24
50	46	2,0	2,68
R 54	50	2,0	2,91
60	56	2,0	3,24
R 70	66	2,0	3,80
80	75	2,5	5,42
100	94	3,0	8,14
107	101	3,0	8,72

*) Med R avses s. k. «rörmokarerör».

*Kopparrördimensioner i Rör AMA 1950
Från Gustavsbergs värmetekniska handbok, 1962.*

C. RADIATORER, KONVEKTORER OCH KAMFLÄNSRÖR.

k-värden beräknade vid en rumstemperatur av +18 °C
 och vid en medeltemperatur på vattnet av +70 °C
 » » » » » ångan av +100 °C

RADIATORER

Typ	Bredd mm	Delning mm	Vatten- volym l/m ²	Höjd cm	Yta m ² /sekt.	k-värde
PLÅT- RADIATORER						
<i>Sektions- radiatorer</i>						
Rex »R»	76	30	2,8	59	0,10	6,15
M-Rex »MR»	75	37,5	2,8	99 74 59 50 44	0,17 0,13 0,10 0,085 0,075	6,12 6,25 6,44 6,60 6,74
Duplex »D»	125	45	3,4	99 74 59 44 30	0,27 0,20 0,15 0,12 0,075	6,65 6,75 6,90 6,80 7,30
Nisch I »NI»	142	45	4,0	59	0,24	6,50
Triplex »T»	190	45	3,8	99 74 59 44 30	0,41 0,31 0,24 0,18 0,12	6,01 6,14 6,28 6,59 7,17
Special »S»	280	45	3,2	99 59 30	0,61 0,36 0,18	5,56 5,74 6,42
<i>Kam- och panel- radiatorer</i>						
Novello						
N-40	40	30	2,0	100 60 50 45	0,12 0,072 0,060 0,054	6,40 6,65 6,85 7,00
N-65	65	30	2,0	100 60 50 45	0,17 0,102 0,085 0,077	5,92 6,14 6,35 6,50
Planello »PL»						
PL 55	55	30	2,0	90 59 50	0,14 0,092 0,078	6 6 6
PL 75	75	30	2,0	90 59 50	0,174 0,115 0,098	6 6 6
PL 100	100	30	2,0	90 59 50	0,22 0,145 0,124	6 6 6

(forts. å nästa sida)

Från Gustavsbergs värmetekniska handbok, 1962.

(forts. från föreg. sida)

Typ	Bredd mm	Delning mm	Vatten- volym l/m ²	Höjd cm	Yta m ² /sekt.	k-värde	
M-panel	>MP>	40	25	3,3	99	0,09	7,90
					74	0,07	7,95
					59	0,055	8,00
					50	0,046	8,05
					44	0,040	8,10
					30	0,028	8,20
	>MP 2>	40	60	3,3	99	0,18	6,05
					74	0,14	6,15
					59	0,11	6,30
					50	0,096	6,50
					44	0,08	6,60
	30	0,06	6,95				
	>MP 3>	40	95	3,3	99	0,27	5,30
					74	0,21	5,40
					59	0,165	5,50
50					0,144	5,65	
44					0,12	5,75	
30	0,09	6,10					
>MP 4>	40	130	3,3	99	0,36	4,65	
				74	0,28	4,75	
				59	0,22	4,85	
				50	0,19	5,05	
				44	0,16	5,15	
30	0,12	5,40					
>MP 5>	40	165	3,3	99	0,45	4,10	
				74	0,35	4,20	
				59	0,27	4,25	
				44	0,20	4,60	
				30	0,15	5,10	
Exello	E 1	25	40	2,5	99	0,095	6,25
					59	0,055	6,54
	E 2	25	80	2,5	99	0,190	5,45
					59	0,110	5,62
	E 3	25	120	2,5	99	0,285	4,71
					59	0,165	4,93
HE-Radiatorer	HO	22	60	0,43	79	0,126	6,96
					64	0,098	7,05
					59	0,090	7,10
					49	0,075	7,25
					34	0,052	7,40
					19	0,032	7,65
	HI	40	60	0,28	79	0,180	5,95
					64	0,146	6,10
					59	0,135	6,15
					49	0,112	6,25
					34	0,077	6,40
19	0,043	6,60					

(forts. å nästa sida)

Från Gustavsbergs värmekniska handbok, 1962.

(forts. från föreg. sida)

Typ	Bredd mm	Delning mm	Vattenvolym l/m ²	Höjd cm	Yta m ² /sekt.	k-värde
H II	65	60	0,14	79	0,360	4,40
				64	0,292	4,60
				59	0,270	4,65
				49	0,224	4,75
				34	0,155	4,90
H IV	130	60	0,43	79	0,720	4,15
				64	0,584	4,30
				59	0,540	4,40
				49	0,448	4,50
				34	0,310	4,60
19	0,172	4,85				

Typ	Bredd mm	Delning mm	Vattenvolym l/m ²	Höjd cm	Yta m ² /sekt.	k-värde vatten	k-värde ånga
GJUTNA RADIATORER							
<i>Tung modell</i>							
I-kolonn	138	65	7,5	96	0,28	6,8	7,8
				81	0,23	6,9	8,0
				66	0,19	6,8	7,9
				51	0,15	6,7	7,8
II-kolonn	198	65	8,5	115	0,47	6,7	7,6
				81	0,31	7,0	8,1
				66	0,25	7,0	8,2
				51	0,19	7,1	8,4
III-kolonn	230	65	6,5	117	0,56	6,6	7,7
				81	0,38	6,8	7,9
				66	0,30	7,0	8,1
				51	0,22	7,3	8,5
IV-kolonn	270	76	6,0	117	0,91	5,7	6,6
				81	0,62	5,9	6,8
				66	0,50	5,9	6,9
				51	0,37	6,1	7,0
<i>Lätt modell</i>							
V-kolonn	145	50	4,6	92	0,29	7,0	8,2
				76	0,24	7,0	8,3
				61	0,19	7,0	8,0
				46	0,14	7,0	8,1
VI-kolonn	220	50	4,3	92	0,44	6,8	7,9
				76	0,36	6,8	7,9
				61	0,28	6,8	7,9
				46	0,20	6,8	8,2

Från Gustavsbergs värmetekniska handbok, 1962.

KONVEKTORER.

Typ	Bredd mm	Delning mm	Vatten-volym l/100 mm	Yta m ²	k-värde vid olika höjder i cm								
					10	15	25	35	45	55	65	85	110
KZ 5	50	100	0,043	0,1725	2,7	3,2	3,9	4,5	5,0	5,5	5,9	6,3	6,7
KZ 10	100	100	0,087	0,336	2,6	3,1	3,7	4,3	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4
KA 5	50	100	0,043	0,1725	2,7	3,2	3,7	4,1	4,5	4,8	5,2	5,5	5,8
KA 10	100	100	0,087	0,336	2,6	3,1	3,6	4,0	4,4	4,7	5,1	5,4	5,7

KAMFLÄNSRÖR OCH RÖR.

	Värmeyta m ²	k-värden	
		varm-vatten	lågtrycks-ånga
Kamflänsrör \varnothing 70 mm, gjutna	1,9 pr lm	5	5,5
Kamflänsrör \varnothing 70 mm, smidesjärn	{ 1,65 pr lm	5,8	7,3
	{ 1,25 pr lm	6,0	7,5
D:o Alfarör	1,85 pr lm	4,4	5,4
Rör $\frac{3}{4}$ —2"	—	9,3	10,1
Rör 2—3"	—	8,9	9,6
Rör 3—4"	—	8,5	9,2

Radiatorytans dimensionering vid olika inbyggnadsformer.

	Erforderlig ökning av den beräknade värmeytan	%
 Fristående		0
 Fönsterbänk a = 100 mm		2
	80	3
	40	5
 Nisch b = 100 mm		6
	80	7
	40	11
 Skärm c = 260 mm		12
	220	13
	180	19
	150	25

Från Gustavsbergs värmetekniska handbok, 1962.