

8.60

byggdok

Institutet för byggdokumentation
Hälsingegatan 49
113 31 Stockholm, Sweden
08-34 01 70

STATENS NÄMND FÖR BYGGNADSFORSKNING

— **SNB** —

Särtryck 3:1957

Injustering av värmesystem.
Ventiler för injustering av
värmesystem

av *Sven Mandorff*

STOCKHOLM 1957

Ingenjör

SVEN MANDORFF

Injustering av värmesystem

UDK 697.33

NÄSTAN UTAN UNDANTAG förekommer det märkbara skillnaden i temperatur mellan olika lägenheter inom en byggnad samt mellan olika rum inom en lägenhet. Vid radiatorsystem har man sålunda konstaterat, att skillnaden mellan högsta och lägsta rumstemperaturen kan vara ända upp till 5 à 8° C vid låg utomhustemperatur. Som bekant uppkommer dessa ojämnheter i huvudsak på grund av bristande eller felaktigt utförd injustering av värmesystemet. Vid små anläggningar är det möjligt att dölja bristerna genom att hålla en något för hög framledningstemperatur, varigenom även de sämst värmda utrymmena kan få en nöjaktig temperatur. Detta sätt att lösa problemet leder emellertid till onödig bränsleåtgång och är även under normala förhållanden ej ekonomiskt försvarbart. I dagens läge, då det är synnerligen aktuellt att spara bränsle kommer felaktigheterna än tydligare fram genom att man är tvungen att sänka genomsnittliga rumstemperaturen för hela fastigheten. Fig. 1 visar ett typiskt exempel på ojämn fördelning av rumstemperaturen, vilket gör en injustering av värmesystemet synnerligen aktuell. Vid små anläggningar är ojämnheterna mindre framträdande men växer med anläggningens storlek.

Injustering av värmesystem har alltid varit mer eller mindre aktuellt. Vid flera tillfällen har frågan varit uppe till diskussion vid av Svenska Värme- och Sanitetstekniska Föreningen anordnade årsmöten (4,5). Problemet har också behandlats i tidningsartiklar (2, 3). Man har då alltid framhållit vikten av att värmesystemen blir noggrant injusterade, och att förinställningen beräknas i samband med dimensioneringen av värmesystemet. I denna artikel skall beskrivas några metoder genom vilka det är möjligt att injustera ett radiatorsystem.

(1, 2, 3 etc. se litteraturhänvisningen på sid. 24.)

I. Injustering med ledning av uppmätt temperaturfall i radiatorerna

Den väsentligaste orsaken till att värmesystemet ej fungerar tillfredsställande är vanligen den, att vattenflödet (= den pr tidsenhet genomströmmande vattenmängden) ej är proportionellt mot värmeytorernas storlek, vilket i sin tur beror på att motståndet i resp. radiatorkrets är felaktigt avpassat. Det riktiga motståndet erhålles genom *förinställning* (injustering) av de till varje radiator hörande regleringsventilerna.

Vid injustering av ett värmesystem ställs man tydligen inför problemet att fördela vattenflödet mellan ett antal parallella kretsar, lika med antalet värmare. Man kan då gå till väga på flera sätt beroende på hur systemet är utfört och hur stor skillnad i temperatur mellan olika utrymmen, som kan tillåtas.

A.

Pumpvärmesystem

Är injustering ej utförd blir vid dessa system de närmast pumpen belägna utrymmena varmare än de som ligger längst bort, samtidigt som lägre liggande rum blir varmare än högre upp liggande, om radiatorerna i dessa är anslutna till samma stamledning.

Det förstnämnda »symtomet» är mer framträdande i låghus och det sistnämnda i höghus.

Förutsättningarna för att man vid injusteringen snabbt skall komma till ett gott resultat kan variera mycket från anläggning till anläggning, beroende på hur värmesystemet är konstruerat och hur noggrant regleringsventilerna är tillverkade.

1. System med regleringsventiler för radiatorer och stamledningar med känd motståndskaraktäristik samt med möjlighet att mäta tryckförlusten i varje enskild stamledning

Förinställningen beräknas och anges på ritningarna. Vid varje stamregleringsventil anges även tryckförlusterna i stamledningen i mm vp eller mm Hg-aq¹. Injusteringen utföres på följande sätt.

a. Inställning av stamregleringsventilerna

Detta utföres då värmearläggningen igångkörts för att få en någorlunda jämn uppvärmning av byggnaden, vilket bl.a. har betydelse för uttorkningen.

b. Förinställning av radiatorventilerna

Detta utföres sedan anläggningen varit igång en viss tid. Man bör dessförinnan spola rent systemet från eventuell smuts. De små partiklar, som följer med vattenströmmen kan nämligen fastna och täppa till de små genomströmningsöppningarna i de strypta regleringsventilerna.

c. Kontroll av vattenflödets fördelning mellan de olika stamledningarna

Felkällorna vid rörberäkning är relativt stora. Tryckförluterna kan därför, speciellt i långsträckta anläggningar, avvika betydligt från de beräknade. Detta leder till att vattenflödet ej blir proportionellt för-

¹ 1 mm vp = $\frac{1}{13,6-1}$ mm Hg-aq

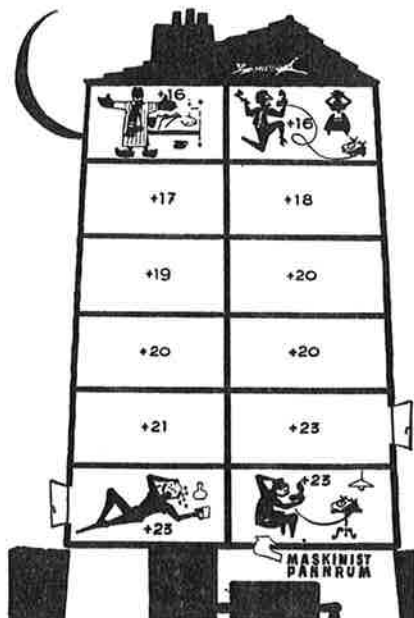


Fig. 1. Exempel på fördelningen av rumstemperaturen i en byggnad med ett värmesystem, som ej är injusterat.

delat mellan stammarna, och inträffar alltså även om stamregleringsventilerna skulle vara inställda på det enligt beräkningarna rätta motståndstalet.

Vattenflödet kontrolleras genom mätning av tryckförlusten i resp. stamledning (fig. 2) med en differensmanometer som anslutes till avtappningskranarna. Regleringsventilens inställning justeras om det uppmätta värdet eventuellt ej överensstämmer med det på ritningen angivna.

Tryckdifferensmätningen kan lämpligen kombineras med mätning av temperaturskillnaden mellan stammens tilllopps- och returledning. Denna skall överensstämma med det för hela anläggningen (pumpgruppen) genomsnittliga temperaturfallet i värmarna. Det senare erhålles genom avläsning av termometrar i den för radiatorsystemet gemensamma fram resp. återledningen vid shunt- eller blandningsanordningen i pann- eller pumprummet. För att möjliggöra en tillförlitlig temperaturmätning på stamledningarna bör dessa lämnas oisolerade några cm. Beträffande instrument för temperaturmätning se sid. 11.

Den tryckdifferens Δp_2 som motsvaras av det önskade temperaturfallet Δt_2 beräknas enl. ekv.

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}\right)^2$$

där Δp_1 = uppmätt tryckdifferens

Δt_1 = uppmätt temperaturfall.

För att man skall kunna mäta tryckförlusten i själva stamledningen är det nödvändigt, att strypventilen blir placerad som i fig. 2, alltså mellan avstängningsventilen (skjutventilen) och kikboxkranen. Mycket ofta är strypventilen fel placerad. Man har då ingen möjlighet att mäta tryckförlusten i stammen, utan man hänvisas till att göra justeringen med ledning av enbart temperaturmätningen.

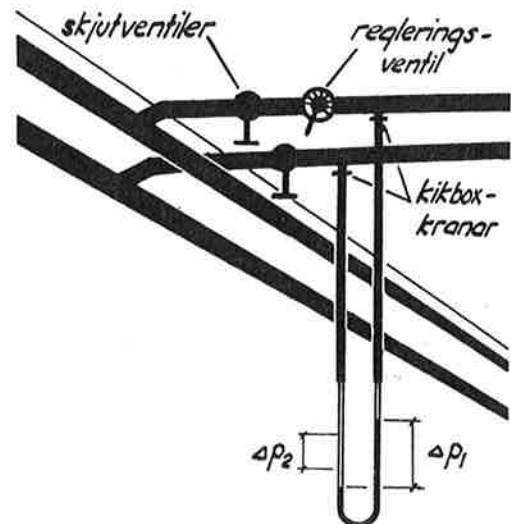


Fig. 2. Mätning av tryckförlusten i en stamledning.

Differensmanometern kan exempelvis vara utförd i form av ett U-format glasrör med tjocka väggar, vilket delvis fyllts med kvicksilver. Upptill förses det med en förbigång samt gummislangar med slangförskruvning för anslutning till avtappningskranarna.

d. Efterjustering av radiatorventilerna

På grund av att strömningsförloppet och värmeförlusterna i verkligheten ej överensstämmer med de teoretiska beräkningarna, blir en mer eller mindre omfattande efterjustering nödvändig.

d 1. Efterjustering på grund av avvikande strömningsförlopp

Strömningsförloppet påverkas genom ofta betydande avvikelser från antagna värden på bl.a. rörfriktionskoefficienter, motståndstal för regleringsventiler (som bör ligga inom ett visst toleransområde), returkopplingar, T-rör m.m. Vidare kan förträngningar uppstå genom att smuts samlas vid exempelvis linrester eller grader i skarvar mellan klena ledningar.

Efterjusteringen blir synnerligen enkel om endast avvikelser av nämnt slag orsakat för hög eller för låg rumstemperatur. Om således det verkliga värmebehovet överensstämmer med det teoretiskt beräknade, samt om radiatorytorerna exakt motsvarar värmebehovet, skall justeringen utföras så, att temperaturfallet blir lika i samtliga radiatorer. Detta är ju en av de

förutsättningar man gör vid beräkningen av värme-systemet.

Vad skall då ligga till grund för efterjusteringen; avvikelserna i rumstemperaturerna eller temperaturfallet i radiatorerna?

Svaret på frågan ges av diagrammet i fig. 3, som visar hur temperaturfallet och vattenflödet inverkar på rumstemperaturen. Diagrammet gäller för en anläggning, som är dimensionerad för 80° framledningstemperatur och 60° återledningstemperatur vid -20° utomhustemperatur. Rumstemperaturen t_r minskar kraftigt om Δt är större (vattenflödet Q mindre) än beräknat. Vid exempelvis en utomhustemperatur $t_y = \pm 0^\circ$ och $Q = 70\%$, blir $t_r = 18.9^\circ$ (ex. 1). Vid $t_y = -20^\circ$ blir $t_r = 17.7^\circ$ (ex. 1a). Avvikelsen ökar alltså med fallande utetemperatur. Är Q för stort ökar rumstemperaturen däremot relativt obetydligt, särskilt vid högre utomhustemperatur. Vid $Q = 130\%$ och $t_y = \pm 0^\circ$ blir således $t_r = 20.6^\circ$ eller endast 0,6° för hög (ex. 2). Avvikelsen i temperaturfallet Δt blir 2,5° (ex. 2a). Är $Q = 120\%$ (ex. 3) blir $t_r = 0.5^\circ$ för hög, medan Δt blir 1,8° för litet (ex. 3a). Skillnaden i t_r i de båda exemplen är alltså endast 0,6—0,5 = 0,1° medan skillnaden i Δt däremot är 2,5—1,8 = 0,7°. Storleken av erforderlig justering kan tydligen bedömas säkrare genom mätning av temperaturfallet i stället för av rumstemperaturen.

Att enbart utgå från rumstemperaturen är mindre

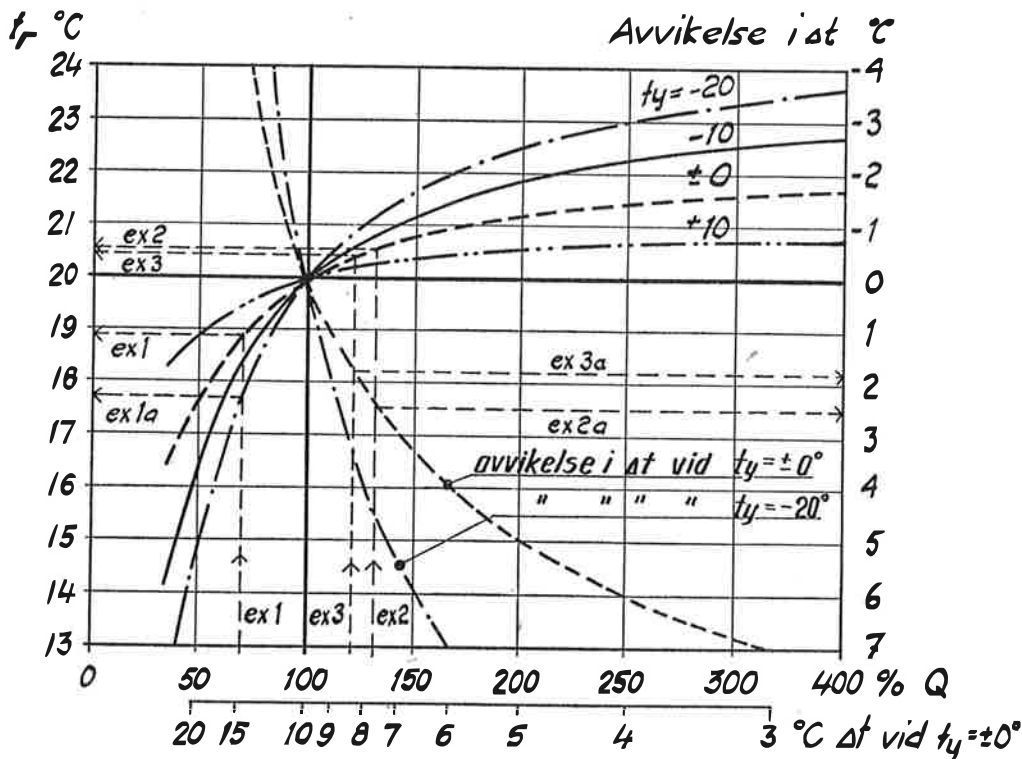


Fig. 3. Vattenmängdens inverkan på rumstemperaturen och temperaturfallet i radiatorerna.

lämpligt även av andra skäl. Denna kan ju tillfälligt ha påverkats av solstrålning, matlagning, vädring, värmen kan ha varit avstängd under en längre tid (nattsänkning), m.m. Med ett lämpligt instrument borde man däremot ha goda förutsättningar att med tillräcklig noggrannhet mäta temperaturfallet i radiatorerna och därur bedöma avvikelserna från det önskade vattenflödet. Med kännedom om det önskade temperaturfallet kan sedan önskat ventilmotstånd (förinställning) lätt beräknas på följande sätt.

För en strömningskrets bestående av radiator och anslutningsledning (fig. 4) gäller sambanden

$$\Delta p = (\zeta_v + \zeta_k + \zeta_r) \gamma v^2 / 2g + Rl \quad \dots \dots \dots 1.$$

$$Q = C_1 \cdot v \quad \dots \dots \dots 2.$$

Inom ett mindre område kan man sätta

$$\Delta t = C_2 / Q \quad \dots \dots \dots 3.$$

där Δp = tryckdifferensen i anslutningspunkten

ζ_v = motståndstalet för radiatorventilen

ζ_k = » » returförskruvningen

ζ_r = » » radiatoren

γ = spec. vikten för vatten

$g = 9,81$

R = rörfriktionskoefficienten

l = ledningslängden

Q = vattenflödet

C, C_1, \dots = konstanter

v = vattenhastigheten

Δt = temperaturfallet i radiatoren

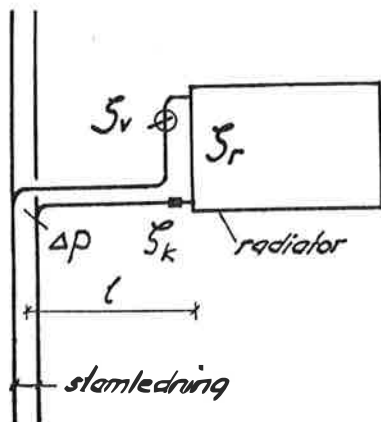


Fig. 4. Radiator ansluten till en stamledning.

För att man skall få en praktiskt användbar »arbetsformel» måste några förenklingar göras.

Termen $R \cdot l$ kan försummas, eftersom tryckförlusterna i anslutningsledningarna, som förutsätts korta, är obetydliga i förhållande till tryckförlusterna p.g.a. de i kretsen ingående »enstaka» motstånd (engångsmotstånd).

Ur ekvationerna 1, 2 och 3 elimineras Q , varefter man får

$$\Delta t = C_3 \sqrt{\frac{\Sigma \zeta}{\Delta p}} \quad \dots \dots \dots 4.$$

Ändras ζ ändras också vattenflödet (hastigheterna) och därmed även Δp . Variationen av Δp är emellertid, som skall visas i annat sammanhang, i de flesta fall obetydlig, varför man kan göra en ytterligare förenkling genom att anse $\Delta p = \text{konstant}$. Man kan då sätta

$$\Delta t = C \sqrt{\Sigma \zeta} \quad \dots \dots \dots 5.$$

Ekvationen åskådliggöres lämpligen i form av ett nomogram (fig. 5). Längs den horisontella axeln avsättes motståndstalet och därunder sifferbeteckningen

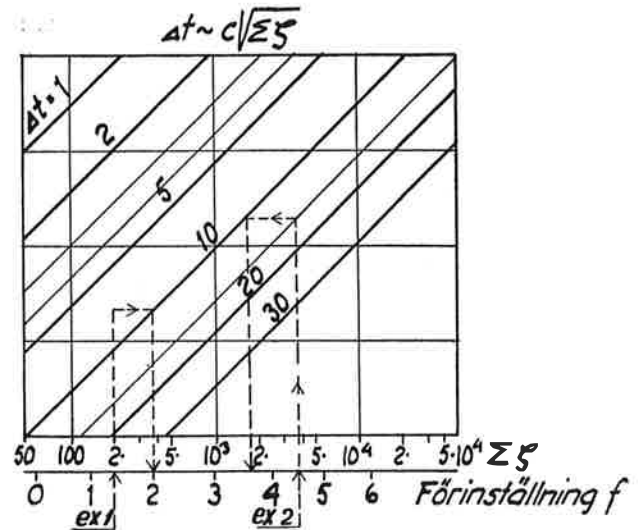


Fig. 5. Nomogram för beräkning av förinställningen.

för förinställningen (i detta fall för en godtycklig radiatorventil som exempel). Ventilmotståndet vid en viss förinställning t.ex. 1 är $\zeta = 100$. Motståndstalen för radiator, returkoppling samt 2 knärör antages i genomsnitt tillsammans $\zeta = 20$. Alltså $\Sigma \zeta = 100 + 20 = 120$. Under 120 på $\Sigma \zeta$ — skalan avsättes förinställningen $f = 1$. Uppgift över motståndstalen vid viss förinställning för olika ventiler erhålles från resp. tillverkare.

Nomogrammet användes på följande sätt:

Ex. 1: Är det önskade temperaturfallet 10° och man har mätt upp 7° i skillnad vid förinställning $f = 1,3$ skall den riktiga inställningen vara $f = 2$. Konstaterar man å andra sidan ett för stort temperaturfall går man åt andra hållet i nomogrammet. Ex. 2: Uppmätt $\Delta t = 15^\circ$ vid $f = 4,5$. Man får $f = 3,6$ för $\Delta t = 10$.

I regel räknar man med att maximala temperaturfallet skall bli 20° . I verkligheten blir det emellertid betydligt mindre, mellan 10° och 15° . Detta beror på

1. att värmeutgången vanligtvis är överdimensionerad med minst 25 % och

2. att vattenmängden uppskattningsvis blir 10 à 20 % större än man beräknat.

Det senare är en följd av att man vid bestämning av pumpkapaciteten ofta gör ett tillslag på vattenmängden med 20 % (ibland även pumptrycket) samt att motståndet i rörledningarna blir mindre än man räknat med. Vid -12° utomhustemperatur får man enl. exemplet i fig. 6 då endast $8-12^{\circ}$ temperaturfall i stället för 15° vid en anläggningsom är dimensionerad för -20° utomhustemperatur. Detta försvårar givetvis injusteringen och ställer — särskilt vid högre utomhustemperaturer — ökade krav på mät noggrannheten.

d 2. Efterjustering på grund av att de verkliga värmeförlusterna ej överensstämmer med de beräknade.

Värmeförlusterna kommer i verkligheten att avvika mer eller mindre från de beräknade, beroende på att man vid exempelvis transmissionsberäkningen måste räkna med antagna k-värden på väggar och fönster. Avvikelserna kan i praktiken bli rätt avsevärda, dels emedan man ej har möjlighet att beräkna ett exakt k-värde, dels emedan man vid värmeförlustberäkningar i regel gör tillslag, som kan leda till att förhållandet mellan beräknade och verkliga värmeförluster blir olika för olika rum. Meningen med beräkningen är ju ej att bestämma de absoluta värmeförlusterna,

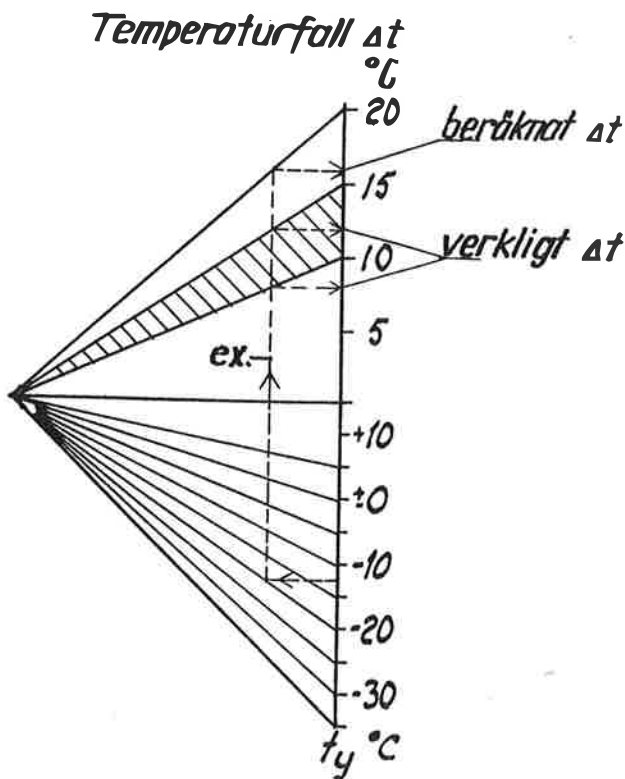


Fig. 6. Nomogram för beräkning av temperaturfallet i ett värmesystem vid en godtycklig utomhustemperatur. Temperaturfallet ligger vanligen inom det schatterade området av nomogrammet.

utan det riktiga förhållandet mellan dessa för olika utrymmen.

Även om man lyckats beräkna värmeförlusterna riktigt har man endast ett begränsat antal radiatorstorlekar att välja på. Skall t.ex. antalet sektioner teoretiskt vara 20,5 stycken, blir felet

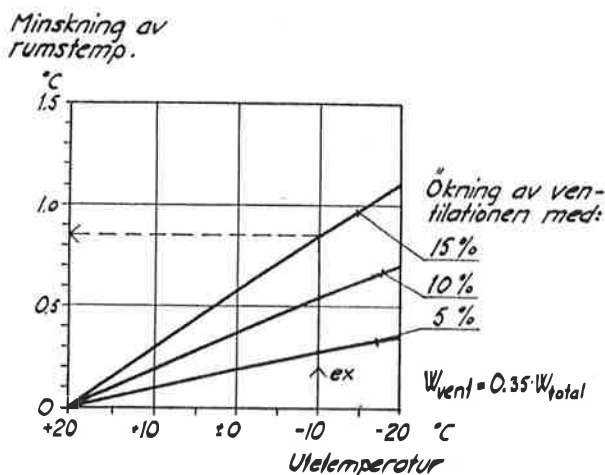
$$\frac{0,5}{20} \cdot 100 = 2,5 \%$$

Om antalet sektioner skall vara 21 och radiatorerna endast finns i jämna antal sektioner, blir felet

$$\frac{1}{20} \cdot 100 = 5 \%$$

Färgen, som värmeytan är målad med, inverkar också på värmeavgivningen ehuru obetydligt med undantag för aluminiumfärger (7). Dessa minskar värmeavgivningen med ca 25 %. Det är ur värmesynpunkt alltså synnerligen oekonomiskt med en sådan färg. Har man målat *samliga* radiatorer med aluminiumfärg, har detta ingen inverkan på värmefördelningen. Har man emellertid, som är ganska vanligt förekommande, målat endast vissa radiatorer med aluminiumfärg, t.ex. i källarlokal, emedan denna färg är lätt att »bättra» på och färgen på värmarna i dylika utrymmen ofta skrapas av genom ovarsamhet, kommer detta givetvis att leda till, att temperaturen i dessa utrymmen blir avsevärt lägre än beräknat. Att kompensera den sämre värmeavgivningen genom att öka värmeytan vid beräkningen, torde inte vara ekonomiskt.

Ventilationen har en betydande inverkan på värmeförlusterna som för ventilationens del utgör ca 35 % av de totala värmeförlusterna. Av fig. 7 framgår, att rumstemperaturen sänks ca $0,8^{\circ}$ vid -10° utomhustemperatur om ventilationen är 15 % för stor, vilket med andra ord innebär, att $70 \text{ m}^3/\text{h}$ sugs ut i stället för beräknade 60 för att nämna ett exempel.



Ventilationens inverkan på rumstemperaturen, i en anläggning, som är dimensionerad för min. -20° ute.

Fig. 7.

Med hänsyn till ventilationens stora inverkan är det viktigt, dels att man försöker beräkna luftmängderna så exakt som möjligt, dels att injusteringen av evakueringsventilerna görs noggrant. Omfattande undersökningar över ventilationens storlek i byggnader med såväl självdrag som fläktevakivering visar att luftomsättningen i olik belägna men lika stora rum kan stå i förhållandet 1:3, trots att de har likvärdiga anordningar för ventilationen (6).

Är värmeförlusterna för ett rum mindre än beräknat, blir rumstemperaturen för hög. Detta kompenseras genom minskning av vattenflödet (ökning av temperaturfallet), som man åstadkommer genom att helt enkelt öka ventilmotståndet.

Ex. 1.

Är rumstemperaturen 21,5° eller 1,5° för hög (fig. 8), innebär detta att värmeförlusten är 10 % mindre än beräknat ($W/W_o = 0,9$), vilket är detsamma som att ytan är 11 % för stor ($A/A_o = 1,11$). (W resp. $W_o =$ verklig resp. beräknad värmeförlust. A resp. $A_o =$ mot verkliga värmebehovet svarande värmeyta resp. installerad värmeyta). För att få den önskade rumstemperaturen 20°, skall temperaturfallet enl. fig. 9 vara 140 % av det beräknade. Vattenflödet skall vara 72 %. Enl. fig. 10 skall motståndstalet i radiatorkretsen ökas till 195 %.

Om värmeförlusterna är större än beräknat blir rumstemperaturen för låg, vilket man kan motverka

genom att öka vattenflödet. Värmeavgivningen (rumstemperaturen) ökar emellertid långsamt med ökat flöde (minskat temperaturfall), varför möjligheten att kompensera en för liten radiatoryta genom ökning av vattenflödet är relativt begränsad.

Ex. 2

Är rumstemperaturen endast 18,8° vid -10° utomhustemperatur, är enligt fig. 8 värmeförlusten 10 % större än beräknat ($W/W_o = 1,10$ eller $A/A_o = 0,91$). Vattenflödet måste då ökas med ca 50 % ($Q/Q_o = 1.5$) för att den önskade rumstemperaturen 20° skall erhållas. Temperaturfallet får då endast vara 65 % ($\Delta t/\Delta t_o = 0,65$) av det beräknade värdet. (Q resp. $Q_o =$ verkligt resp. beräknat vattenflöde. Δt resp. $\Delta t_o =$ verkligt resp. beräknat temperaturfall.)

För att vattenmängden skall kunna öka med 50 % måste enl. fig. 10 motståndstalet i radiatorkretsen minskas till 45 %.

Det faktum, att temperaturfallet blir olika i olika radiatorer kommer att ha en obetydlig inverkan på radiatorernas relativa värmeavgivning vid varierande utomhustemperatur (2).

Förutsättningen för att man skall kunna göra en dylik efterjustering är, att *samtliga* radiatorventiler från början har en förinställning, som kan medge en motståndsminskning av den storleksordning, som exemplet visade. Ytterligare synpunkter på rördimensionering och förinställningsberäkning skall framläggas i en kommande artikel.

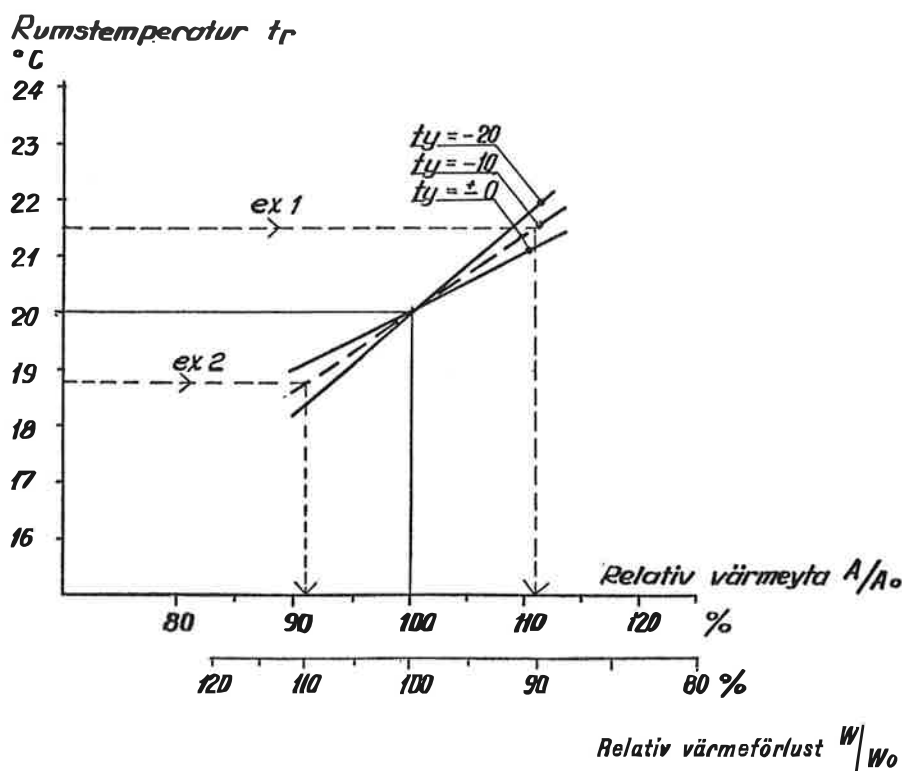


Fig. 8. Rumstemperaturen som funktion av värmeavgivningen resp. värmeytan.

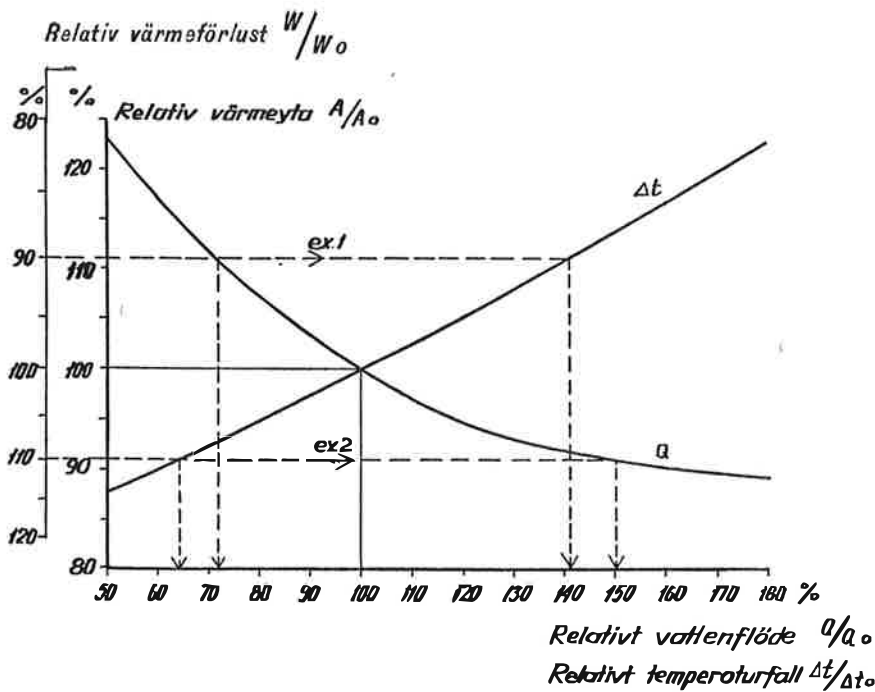


Fig. 9. Värmeförlusten som funktion av temperaturfallet och vattenmängden.

2. System med regleringsventiler för radiatorer med känd motståndskaraktäristik och med stamledningarna delvis med eller utan regleringsventil

Injusteringen tillgår i stort sett enligt den förut beskrivna metoden. Genom att stamledningarna helt eller delvis saknar regleringsventiler, ställs större krav på noggrannheten vid beräkningen av förinställningen. Man måste sålunda ta hänsyn till, att motståndstalet ζ -värdet för en s.k. »rak genomgång» vid en avgrening i verkligheten endast är $\zeta = 0,01$ à $0,1$ i stället för $\zeta = 0,5$ à 1 , som anges i tillgängliga handböcker. Är anläggningen långsträckt kan detta fel leda till att de beräknade tryckförlusterna bli dubbelt så stora, som de verkliga, vid en och samma vattenmängd. Detta gäller om avgreningens diameter är liten i förhållande till huvudledningens diameter, vilket ju är fallet vid samtliga avgreningar från en huvudledning. För de prov man gjort för bestämning av ζ -värden samt en del undersökningar av hur de felaktiga antagandena beträffande ζ -värdenas storlek inverkat på tryckförhållandena i ett värmesystem, skall närmare redogöras i annat sammanhang (11, 12, 13).

Om stamregleringsventiler saknas, har man ingen möjlighet att kompensera avvikelserna i huvudledningarna på annat sätt än att strypa vid radiatorerna. Efterjusteringen blir åtminstone vid en större anläggning då betydligt mer omfattande, än om regleringsventiler finns på varje stam, med vilka man således genom efterjustering kan eliminera felen i huvudledningarna.

3. System med regleringsventiler med okänd motståndskaraktäristik

Finns ej uppgifter om regleringsventilernas karak-

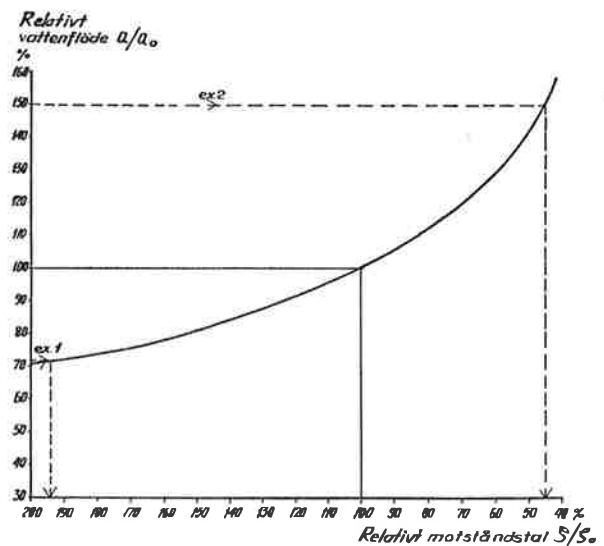


Fig. 10. Vattenflödet som funktion av motståndstalet.

täristik eller om ventilerna är mycket ojämna i tillverkningen, kan man inte göra någon beräkning av förinställningen.

Man får då vid en första justering göra en grov uppskattning av lämplig förinställning med ledning av radiatorns storlek och läge i förhållande till pumpen.

Man kan rätta sig efter följande enkla regler:

Stora radiatorer skall ha litet och små radiatorer stort motstånd. Oberoende av storleken gäller dessutom, att radiatorer närmare pumpen skall ha större motstånd än längre bort belägna.

Både vid »grov»- och efterjusteringen ger mätning av temperaturfallet en utmärkt ledning för bedömning av erforderlig strypning.

Så småningom kommer man underfund med de olika ventilslagens egenskaper, vid vilken förinställning de stänger helt etc.

B.

Själv-cirkulationssystem

I en byggnad med ett själv-cirkulationssystem, som ej är inreglerat, blir rumstemperaturen högre i de övre än i de nedre våningarna. I bottenvåningens radiatorer kan det t.o.m. inträffa, att vattnet cirkulerar baklänges. Tryckförhållandena i ett dylikt fall har ingående utretts (3).

Vid själv-cirkulationssystem är det tveksamt, om det lönar sig att göra någon beräkning av förinställningen, om man inte har tillgång till en utförlig rörberäkning. Man torde kunna bestämma förinställningen lika snabbt direkt genom mätning av temperaturfallet. Man börjar injusteringen vid de radiatorer i den översta våningen, vilka är anslutna till stamledningen närmast pannan. Sist förinställes eventuellt de i bottenvåningen längst bort från pannan belägna. Nomoogrammet i fig. 5 stämmer mindre väl vid ett själv-cirkulationssystem. Det är emellertid till god ledning, och överensstämmelsen blir bäst vid efterjusteringen av ventilerna på de högst upp belägna radiatorerna.

C.

Själv-cirkulationssystem med hjälp-pump

För att bättra på cirkulationen i de lägst liggande radiatorerna brukar man mycket ofta sätta in en hjälp-pump. Vid beräkningen måste man avväga pumptrycket så, att detta i samverkan med själv-cirkulationskraften ger en riklig vattenfördelning (8).

Det förefaller emellertid, som om man därvid ibland ej lyckats med beräkningen. När pumpen sätts igång visar det sig nämligen, att cirkulationen blir för kraftig i de nedersta radiatorerna och för dålig högst upp. Pumpens kapacitet och tryck har förmodligen tagits till i överkant. En dylik anläggning injusteras på samma sätt som ett vanligt pumpsystem.

II. Injustering genom strypning enbart på stamledningarna med ledning av tryckdifferensmätning

Det är ganska vanligt, att man nöjer sig med att strypa vid de stamledningar, som har överskott på vatten. Ofta är en speciell strypventil insatt för detta ändamål. Saknas denna måste man strypa med avstängningsventilerna till stammarna. En dylik åtgärd måste dock anses som provisorisk. Blir man någon gång i framtiden tvungen att stänga av stamledningen,

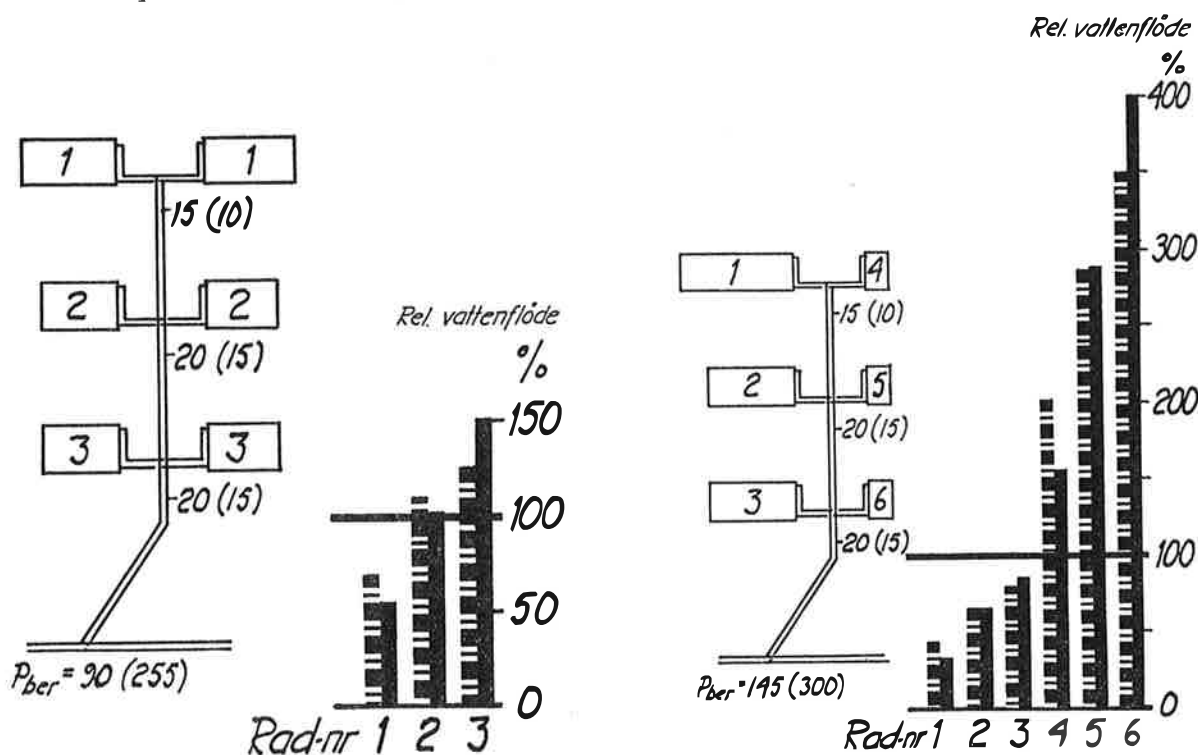


Fig. 11. Relativa vattenflödet i till samma stam anslutna radiatorer utan förinställda ventiler. De heldragna staplarna avse de klenare ledningsdimensionerna.

a. Radiatorerna lika stora i samma våningsplan. Radiatorernas maximala värmeavgivning: R1—900, R2—700 och R3—700 kcal/h.

b. Storleken av radiatorerna i samma våningsplan förhålla sig som 4,5:1. Radiatorernas maximala värmeavgivning: R1—1400, R2—1100, R3—1100, R4—300, R5—250 och R6—250 kcal/h.

kan det ju hända, att ventilen kommer i annat läge när den sedan åter öppnas. En strypventil bör ha en förinställning, som är permanent. Förinställningen bestämmas med ledning av tryckdifferensmätning på förut beskrivet sätt. Genom en dylik injusterings får man visserligen en jämn fördelning av vattnet mellan de olika stammarna. Vattenfördelningen mellan de enskilda radiatorerna är emellertid fortfarande i de flesta fall ojämn. Lägre liggande radiatorer kommer att genomströmmas av för mycket vatten på bekostnad av de högre upp liggande. Felaktigheterna blir större ju större skillnaden är mellan radiatorernas storlek. Storleken av de relativa vattenflödena för två typer av stamledningar framgår av fig. 11 a och b. Av diagrammen framgår också inverkan av olika dimensioner på stamledningarna. Minsta avvikelse i rumstemperatur får man om radiatorerna i samma våningsplan är lika stora (fig. 11 a). Avvikelserna i vattenflödena blir som framgår av stapeldiagrammet emellertid avsevärda, och kommer att vid exempelvis -10° utomhustemperatur medföra en skillnad i rumstemperatur mellan nedersta och översta våningen på ca 3° vid den grövre stamledningen och $4,5^{\circ}$ vid den klenare.

I det andra fallet (b) blir ojämnheter ännu mer framträdande. Som framgår av diagrammet kommer vattenflödet i samtliga de stora radiatorerna att bli för litet. I översta våningen blir rumstemperaturen ca 15° och i nedersta ca 19° vid -10° utomhustemperatur. De i exemplen nämnda temperaturskillnaderna uppstår förutsatt att värmeanläggningen ej är överdimensionerad. I praktiken kan man emellertid räkna med en betydande överdimensionering, som tillsammans med värmetransporten mellan våningarna i viss mån

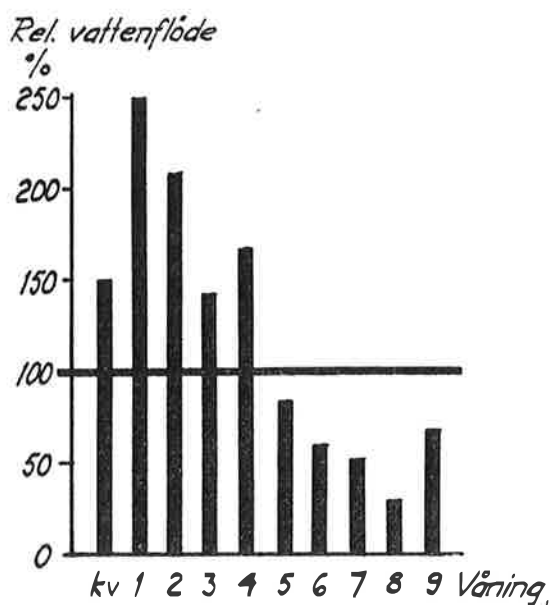


Fig. 12. Rel. vattenflödet i till samma stamledning anslutna radiatorer utan förinställda ventiler.

verkar utjämnande på temperaturdifferensen, vilket dock i det senare fallet torde vara långt ifrån tillräckligt. Även om radiatorerna i översta våningen var placerade i rum, som stod i förbindelse med varandra, och man då antog det gynnsammaste fallet att betrakta de båda rummen som ett, skulle den förhållandevis för stora värmeavgivningen från den mindre radiatorn ändå inte kunna höja rumstemperaturen med mer än ca $1,5^{\circ}$.

Det bör också påpekas, att tryckförlusterna bli betydligt mindre i stammen, om ventilerna ej är förinställda, och om det totala vattenflödet i radiatorerna är lika med det beräknade, vilket blir fallet vid riktig fördelning av vattnet mellan de olika stammarna. Tryckförlusterna blir då 63 resp. 70 % av de beräknade för stammen med den grövre, resp. klenare ledningsdimensionen enl. fig. 11 a. I en stam enl. fig. 11 b blir tryckförlusterna endast 45 resp. 55 % av de beräknade.

I höghus blir avvikelsen mellan radiatorerna i bottenvåningen och översta våningarna ytterligare markerad, om ventilerna inte är förinställda. Fig. 12 visar resultatet av utförda mätningar i ett 9-våningars höghus. Avvikelserna är som synes avsevärda. Förhållandet mellan största och minsta rel. vattenflödet är ca 1:10.

III. Injustering med ledning av rumstemperaturen

Ofta utföres förinställningen med ledning av rumstemperaturen. Samtidigt uppskattar man temperaturfallet i radiatorn genom att känna med handen på radiatorns över- och undersida. Handen är emellertid ett mycket ofullkomligt instrument att mäta temperaturer med, och metoden lämpar sig endast inom ett visst temperaturområde. Handens yttre temperatur är heller ej konstant. Är man t.ex. kall om händerna känns ett föremål varmare än i motsatt fall. Metoden är givetvis framkomlig, men kräver mycken vana och tar relativt lång tid i anspråk.

IV. Injustering genom insättning av strypbrickor vid radiatorerna

I stället för att förinställa radiatorventilerna kan man montera in en strypbricka (dys) i kopplingen mellan ventil och radiator. Hålet på strypbrickan bestäms av det vid resp. radiator disponibla trycket. För att i möjligaste mån eliminera de fel som uppkommer vid beräkningen av tryckförlusterna i ledningarna bör man höja pumptrycket om detta är lågt, så att tryckfallet i strypbrickorna blir relativt stort.

Metoden användes bl.a. i Norge (9). Där och i Amerika har den även med gott resultat använts vid lågtrycksånganläggningar.

V. Olämpliga metoder

Att kompensera en för låg rumstemperatur genom höjd framledningstemperatur medför som förut framhållits onödig bränsleåtgång. Det förekommer också, att man som en första åtgärd byter ut radiatorerna mot större sådana i rum, som är för kalla.

Utbyte av värmeledningspumpen mot en större är även vanligt eller insättning av en hjälpump i en stamledning, där cirkulationen är dålig.

Nämnda åtgärder bör endast vidtagas i andra hand, om bristerna ej kan elimineras helt genom en injustering. Om den verkliga värmeförlusten i något enstaka utrymme är så stor i förhållande till den beräknade, att man ej kan kompensera denna genom att öka vattenflödet, måste man byta ut radiatormot en större.

Har man gjort en noggrann injustering, behöver kanske endast någon enstaka radiator bytas ut. Om injustering ej utförts hade man säkert varit tvungen att byta ut åtskilliga radiatorer, vilket torde blivit avsevärt kostsammare, än att göra en injustering och sedan eventuellt byta ut någon radiator.

Utbyte av cirkulationspumpen torde endast behöva ifrågakomma i undantagsfall. Man ökar på så sätt givetvis vattenflödet i radiatorerna, men inte enbart i de längst bort belägna, utan i samtliga. Förhållandet mellan vattenflödet i de olika radiatorerna blir så gott som konstant, oberoende av pumpkapaciteten. Skillnaderna i rumstemperatur kommer att kvarstå, ehuru givetvis något utjämnade.

Antag att den relativa vattenmängden endast är 70 % i den radiator, där cirkulationen är sämst, och att man vill kompensera detta genom att öka pumpkapaciteten. Pumpen måste då cirkulera en vattenmängd som är

$$\frac{1}{0,7} = 1,42 \text{ gånger större vid ett mottryck som är } 1,42^2 = 2 \text{ gånger större än det ursprungliga. Den erforderliga motoreffekten blir } 1,42^3 = 3 \text{ gånger större. En dylik åtgärd innebär alltså inte bara en engångskostnad, utan även en ökad driftskostnad i form av tredubbel strömkostnad. Även om el-energin omsättes i värme, som kommer värmesystemet tillgodo, är den ju 3 à 4 gånger dyrare än den värme som produceras i pannorna.}$$

Insättningen av en hjälpump i en stamledning kan bidra till att cirkulationen i närliggande stammar försämrats. I sämsta fall kan cirkulationen i dessa avstanna, och i de närmast liggande radiatorerna kan cirkulationen gå baklänges.

Några allmänna synpunkter

De »svaga punkterna» i en anläggning, d.v.s. de utrymmen som ha en förhållandevis liten värmeyta,

kan vid efterjusteringen inte alltid med säkerhet konstateras. Som tidigare framhållits, kan rumstemperaturen tillfälligt påverkas genom exempelvis vädring, matlagning m.m. I en del rum är springventilerna kanske fullt öppna, i en del helt eller delvis stängda. Under tiden man går igenom lägenheterna kan temperaturnivån långsamt ändras i hela byggnaden, beroende på hur temperaturen regleras. Rumstemperaturen är t.ex. på morgonen något lägre än under eftermiddagen i byggnader, där man under natten har en lägre temperatur. I byggnader, där man under vissa timmar på dygnet kör evakueringsfläktarna med större kapacitet, kommer rumstemperaturen att ändras vid övergång från den ena fläktkapaciteten till den andra. För att säkert kunna bestämma var rumstemperaturen varaktigt blir för låg, sänker man framledningstemperaturen med någon eller några grader. Man kan då vara ganska säker på att få reda på var en ev. ytterligare efterjustering är nödvändig, emedan den sänkta framledningstemperaturen ger en lägre rumstemperaturnivå, som ofelbart resulterar i klagomål, där rumstemperaturen blivit för låg. Man har då bara att minska motståndet på radiatorventilerna i ifrågasvarande utrymmen. Man kan sedan bibehålla den inställda framledningstemperaturen eller rättare »temperaturkurvan» (10).

Man kan givetvis inte komma ifrån att enstaka utrymmen får en något för hög temperatur. Detta inverkar emellertid ej nämnvärt på värmekostnaderna. Det viktigaste är att man får bort enstaka undertemperaturer, som tvingar till att hålla en för hög framledningstemperatur.

Temperaturvariationer under pågående inreglering

Vid injusteringen måste hänsyn tagas till att temperaturförhållandena ej är konstanta. Detta gäller utomhus- och innetemperatur, såväl som fram- och återledningstemperatur.

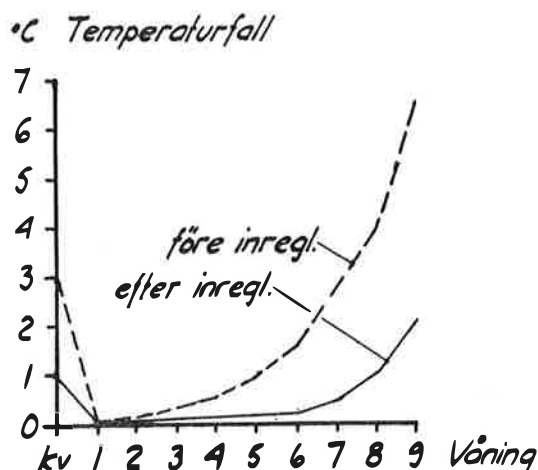


Fig. 13. Temperatursänknings i framledningen av en isolerad stam i ett nio-våningars punkthus.

Växlingarna i utomhustemperaturen kan visserligen kompenseras genom ändring av framledningstemperaturen, vilket emellertid är olämpligt om injusteringen sker med ledning av temperaturfallet. Man bör därför hålla framledningstemperaturen konstant under det injusteringen pågår. Under resten av dygnet får den sedan avpassas efter en ev. ändrad utetemperatur.

Temperaturen på framledningen kan vid samma tidpunkt vara olika vid olika radiatorer, beroende på att vattnet avkyles även i ledningarna. Detta märks väl, om ledningarna är oisolerade. Fig. 13 visar temperatursänkningen i framledningen uppmätt i de olika våningsplanen på en stam i ett höghus. Som synes blev temperatursänkningen betydligt mindre sedan injusteringen utförts.

Det genomsnittliga temperaturfallet för samtliga radiatorer, d.v.s. skillnaden mellan fram- och återledningens temperatur vid shuntanordningen är förhållandevis mindre innan justeringen gjorts än efter densamma, på grund av »kortslutning» i de närmast cirkulationspumpen liggande kretsarna. Under efterjusteringen torde ej temperaturfallet märkbart påverkas, emedan de eventuella ändringarna av ventilmotståndet blir relativt små. Temperaturfallet kommer då endast att bestämmas av det för tillfället rådande värmebehovet. Man bör för säkerhets skull emellanåt kontrollera det resulterande temperaturfallet, speciellt om framledningstemperaturen pendlar som vid en handreglerad anläggning på grund av att panntemperaturen växlar exempelvis vid intermittent drift av eldningsaggregaten.

Man bör också kontrollera termometrarna samt förvissa sig om att termometerfickorna är fyllda med kontaktvätska.

Mätinstrument

Yttemperaturen på radiatorernas anslutningsledningar, vill man kunna mäta snabbt och noggrant. Mätinstrumentets temperaturkännare bör ha liten värmekapacitet samt vara utförd så att god kontakt erhålles vid anläggningen mot den cylindriska rörytan. Även för mätning av lufttemperaturen vill man ha ett snabbvisande instrument. I handeln finns olika typer av s.k. snabbtermometrar. Mätkroppen kan vara försedd med ett termoelement, motståndstråd eller termistor.

Man bör kontrollera, att rörets yta ej är ojämn på mätstället på grund av exempelvis murbruk, som övermålats. Dyliga ojämnheter slipas bort med smärgelduk.

Vad vinner man genom en noggrant utförd injustering av ett värmesystem?

1. Lättare skötsel: Fastighetsskötaren får ett bättre »grepp» om anläggningen då man efter injusteringen

kan beräkna »temperaturkurvan», vilken man måste känna för att kunna reglera framledningstemperaturen, antingen det sker för hand eller automatiskt.

2. Rättvisa och trivsel för de boende om det nu är fråga om bostadshus. Till hög bostadsstandard får man väl också anse att en behaglig rumstemperatur hör, och möjligheten att i viss mån individuellt reglera denna.

3. Betydligt sänkta uppvärmningskostnader. Mätningar som utförts av HSB före och efter injustering i ett stort antal fastigheter visar att rumsmedeltemperaturen genomsnittligen kunde sänkas $1,3^{\circ}\text{C}$. Eftersom en sänkning av rumstemperaturen med 1° ger en besparing av 6 à 7 % resulterade injusteringen i en minskning av uppvärmningskostnaderna med ca 8 à 9 %. Kostnaden för uppvärmning av en 60 m^2 lägenhet i Stockholm uppgår till ca 200 kronor per år. En injustering av radiatorerna i en dylik lägenhet kan göras för ca 15 kronor. Om man som i ovanstående fall efter injusteringen kan sänka rumsmedeltemperaturen med $1,3^{\circ}$ sparas ca 17 kronor per år. Utlägget för injusteringen sparas med andra ord in under kortare tid än en bränslesäsong.

Ett aktuellt exempel: Med en fördelning av inomhustemperaturen som fig. 1 visar blir medeltemperaturen $20,4^{\circ}$ för samtliga utrymmen.

Om man höjer framledningstemperaturen för att få min. $+17,5^{\circ}$ högst upp blir medeltemperaturen kanske ännu en grad högre, låt säga $21,5^{\circ}$. Genom en noggrann injustering kan man med stor sannolikhet sänka rumsmedeltemperaturen till $+18,5^{\circ}$ utan att någon därvid får lägre än $+18^{\circ}$ temperatur, vilket under nuvarande förhållanden får betraktas som god värmestandard. För en anläggning i Stockholm, där medeltemperaturen under eldningsäsongen normalt är ca $+3^{\circ}$ sparas i detta fall genom en injustering ca 20 % av det bränsle som åtgår för uppvärmningen under en bränslesäsong.

Vem skall bekosta injusteringen?

Bör inte värmesystemet fungera tillfredsställande i och med att byggnaden är färdig eller slutligt injusteras efter en viss tidsperiod, utan extra kostnader för byggherren?

Vid diskussionen i anslutning till föredraget framförde en representant för ett större kommunalt bostadsföretag bl.a. den synpunkten, att det var mindre lämpligt att rörentreprenörer utförde injusteringen. Vid det ifrågavarande bostadsföretaget hade man själv utfört injusteringarna med gott resultat. Bortsett från att det givetvis är till fördel om en fastighetsägare har resurser att hålla teknisk personal för dylika uppgifter, måste det dock anses principiellt felaktigt att ägaren av en privat fastighet skall betala kostnaderna eller

om det gäller ett allmännyttigt bostadsföretag eller bostadsrättsförening, att kostnaden indirekt skall betalas av lägenhetsinnehavarna.

Man måste emellertid ge talaren rätt på en punkt, nämligen att det är olämpligt att rörentreprenören gör injusteringen, om — bör det då tilläggas — denna skall utföras med ledning av de vanligen mycket knapphändiga uppgifter, som finns i programhandlingarna.

Vem skall ha ansvaret för att värmesystemet fungerar riktigt?

I allmänhet anges i arbetsbeskrivningen att »värmesystemet skall injusteras så, att radiatorerna bli jämnvarma», eller dylikt. I och med detta skjuter konsulten över hela arbetet och ansvaret med injusteringen på entreprenören, vilket inte kan vara rimligt. Den absolut viktigaste förutsättningen för att man överhuvudtaget skall kunna fordra att injusteringen

utförs riktigt av rörmontören, är att förinställningen finns angiven på arbetsritningarna. Det ligger då närmast till hands, att den konsulterande ingenjören beräknar förinställningen, vilken måste göras som en logisk följd av de antaganden, som gjorts vid beräkningen av värmesystemet. Denne måste ansvara för att beräkningen av värmesystemet inklusive förinställning av ventilerna är riktig.

Rörentreprenören skall å sin sida ansvara för att förinställningen utföres enligt anvisningarna på ritningarna.

Ventilfabrikanterna måste också ta sin del av ansvaret genom att tillverka ventiler, som gör skäl för namnet precisionsventiler. Dåligt utförda ventiler försvårar injusteringen och kan orsaka att ett noggrant beräkningsarbete är helt bortkastat.

Ventilerna är ju avsedda för att möjliggöra en noggrann injustering, precisering, även om det många gånger ej förefaller så, med tanke på den dåliga precisionen på en del ventilfabrikat.

Ventiler för injustering av värmesystem

697.347

Lämpliga regleringsventiler är en av de viktigaste förutsättningarna för att ett värmesystem skall kunna beräknas med tillräcklig noggrannhet och inregleras på ett enkelt och effektivt sätt. I anslutning till föregående artikel, som handlar om hur inregleringen av ett värmesystem kan utföras, ges i det följande några synpunkter på de krav man bör ställa på regleringsventilerna. Som bakgrund härtill lämnas en översikt av de inom landet använda ventiltyperna.

RADIATORVENTILER

Fordringar

En radiatorventil är ju som bekant utförd så, att den kan dels *förinställas*, varigenom ett önskat minsta strömningsmotstånd erhålles, dels *handregleras*, varigenom rumstemperaturen i viss utsträckning kan anpassas efter individuella önskemål.

Det synes därvid viktigast, att ventilerna kan ges en riktig förinställning, emedan en jämn temperaturfördelning inom en byggnad i första hand är beroende härav. För att ventilen skall kunna förinställas noggrant måste tillförlitliga uppgifter finnas över ventilens motståndstal vid olika förinställning.

De ventildelar, som användes vid förinställningen måste ha god hållfasthet därför att påfrestningarna kan bli betydande om ventilerna skall förinställas i en

anläggning, som har varit i gång ett antal år. På grund av korrosion kan nämligen friktionen mellan de rörliga delarna bli onormalt stor. Det smutsiga vattnet i värmesystemet får inte läcka ut vid förinställningen. Fackmannen skall enkelt kunna utföra och kontrollera förinställningen. Då radiatorerna ofta är monterade i trånga utrymmen, som nischer eller tätt under fönsterbänkar, är det viktigt att förinställningen kan göras med små verktyg.

Då det i betydande omfattning förekommit att obehöriga ändrat förinställningen, har man i en del fastigheter ansett sig tvungen att förse ventilerna med plombylsor, som sedan plomberats. En möjlighet att enkelt plombera ventilerna är därför också önskvärd, såvida inte konstruktionen är sådan, att förinställningen endast med svårighet kan ändras av obehöriga. Ventilerna bör också om möjligt vara utförda så, att värmeavgivningen vid handreglering blir proportionell mot handtagets (rattens) vridning.

Det är således åtskilliga fordringar man kan ställa på en radiatorventil. Vid en diskussion om utformningen av RörAMA på Svenska Värme- och Sanitets-tekniska Föreningens nyligen hållna vårmöte framfördes önskemål från konsulthåll om en normerad radiatorventil. Man motiverade detta med att en beräkning av förinställningen ofta är bortkastat arbete, eftersom

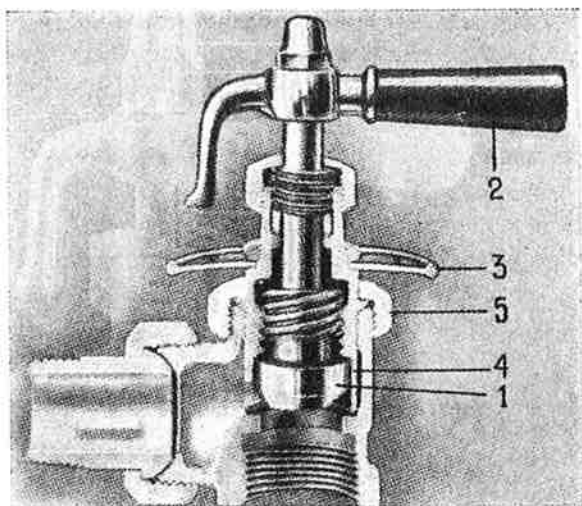


Fig. 1. Bästventil.

det ofta inträffar att en annan ventiltyp satts in med helt andra egenskaper än den föreskrivna. I förbigående kan också nämnas, att man i Österrike genom »Der Österreichische Fack-Normen-Ausschuss zur Überprüfung von Radiator-Ventilen» ställt vissa fordringar på radiatorventiler samt undersökt ett 10-tal olika fabrikat beträffande handreglering och förinställning.

Som bekant finns det ett ganska stort antal olika slags radiatorventiler, som i större eller mindre grad uppfyller de fordringar man ställer på dem. Inom landet förekommande ventiltyper är: Bäst, Theorell, Certus, Prim, T.A. och NAF samt den som shuntventil utförda Exaktventilen.

Förinställning — konstruktion och inställningsätt

Ventilerna, välbekanta för tidningens läsekrets, skall dock med hänsyn till artikelns fortsatta innehåll beskrivas i korthet.

Bästventilen (fig. 1) är i första hand avsedd för självcirkulationsanläggningar och har med tanke härpå utformats så, att dess strömningsmotstånd är lågt när genomloppet är helt öppet. Vid handreglering sänkes kägla (1) genom vridning av ventilhandtaget (2). Vid 180° vridning från fullt öppet läge stängs genomloppet helt. Brickan (3) har en likformig gradering.

Förinställningsorganet är utfört som en cylinder (4) omslutande regleringskägla. På den nedersta delen är halva mantelytan bortskuren. Den övre synliga delen är försedd med en skala graderad från 1 till 10. Genom vridning av cylindern (förinställning) kan genomloppsarean minskas. Vid förinställningen lossas muttern (5) varefter cylindern vrides tills önskad siffra på denna kommer mitt för ett index på ventil-

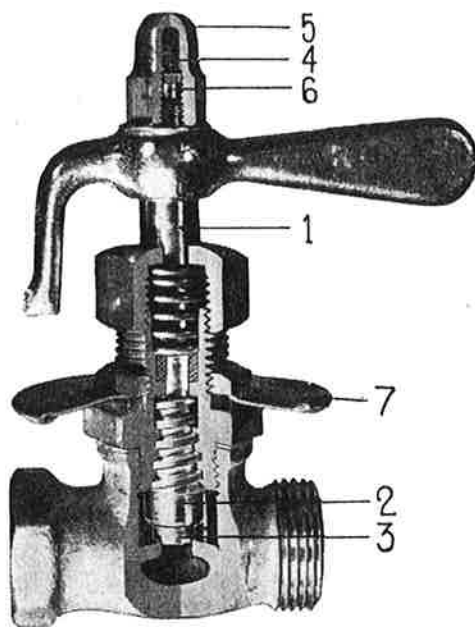


Fig. 2. Theorellventil

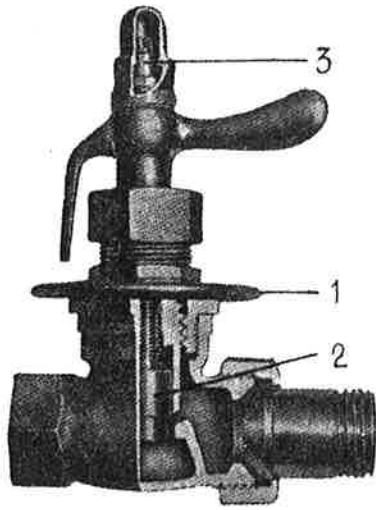
huset. Handtagets rörelse begränsas ej av förinställningen.

Theorellventilen (fig. 2) har en för handreglering avsedd spindel (1) med kägla (2), som genom 180° vridning av ventilhandtaget flyttas från fullt öppet till stängt läge. Brickan (7) har en likformig gradering. Förinställningsorganet består av en med kägla (3) försedd regleringsspindel (4) inuti den ovan nämnda spindeln. Kägla är olika utformad vid olika fabrikat. Nedre delen är i regel utförd som en stympad kon. Mantelytans lutning brukar vara olika vid olika fabrikat. På ventiler av äldre tillverkning har kägla en mera spetsig utformning.

Vid förinställning skruvas toppmuttern (5) av och lossas låsmuttern (6), varefter spindel (4) vrids ett önskat antal varv, varvid kägla stryper genomloppsarean. Det är viktigt att låsmuttern därefter drages åt, så att inre spindelns läge inte ändras vid ev. vridning av den yttre spindel. Ventilhandtaget kan oberoende av förinställningen vridas 180°.

*Certusventilen*¹⁴ (fig. 3) är i stort sett utförd som en Theorellventil. Handtagets vridningsvinkel är emellertid 345° och brickan (1) har en olikformig gradering, så utförd att den avgivna värmemängden skall bli proportionell mot graderingen. Kägla (2) på den inre regleringsspindel är cylindrisk och har två olika diametrar för erhållande av olika regleringsområden. Den synliga delen är försedd med tre spår (3) med vars hjälp man kan avgöra vilket regleringsområde ventilen är inställd på. Förinställningen utförs på samma sätt som vid Theorellventilen.

Fig. 3. Certusventil.



Primventilen (fig. 4) har en för handreglering och förinställning gemensam regleringskägla (1) vars nedre del är utförd som en stympad kon. Ventilhuset har ett rakt genomlopp i motsats till de förut beskrivna ventilerna. Vid handreglering höjs resp. sänks käglan genom vridning av ratten (2), vars vridningsvinkel är ca 360°. Käglaens rörelse i höjddled styrs därvid av den av en spiralfjäder utförda gängan (3), som nedtill är fästad vid en ring (4). Denna kan förskjutas längs spindeln (5) genom vridning av en excentriskt lagrad skruv (ej synlig på bilden). Gängans stigning kan härigenom varieras. Vid förinställningen begränsas käglaens maximala lyfthöjd genom minskning av gängans stigning. Vid skruven finns en gradering, som anger

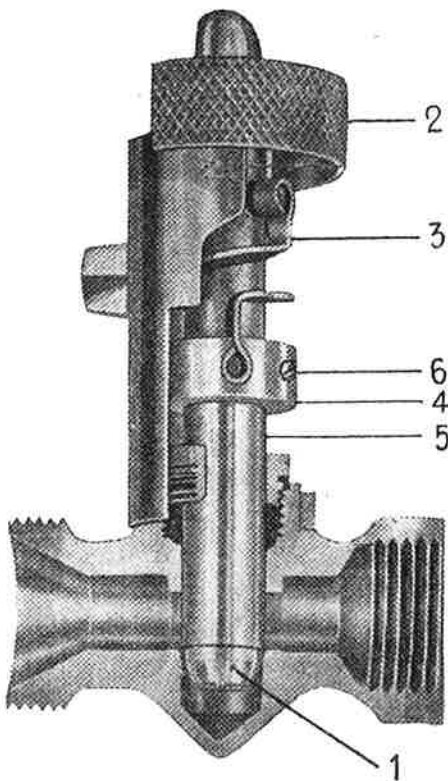


Fig. 4. Primventil.

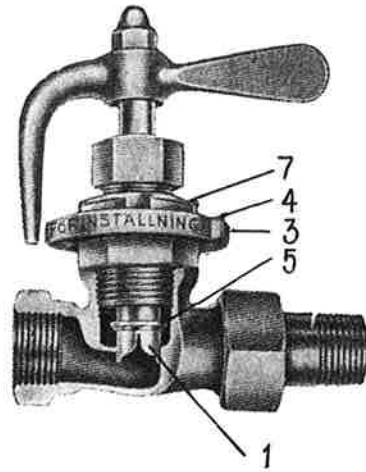


Fig. 5. T.A.-ventil, modell 54

förinställningen. Sedan man gjort förinställningen, fixeras ringen (4) medelst en låsskruv (6) Rattens vridningsvinkel påverkas ej av förinställning.

T.A.-ventilen (fig. 5) har liksom *Primventilen* endast en regleringskägla (1). Denna består av en tunnväggig cylinder med en profil, vars utformning framgår av figuren.

Vid förinställningen stängs först ventilen helt. Där efter lossas muttern (7) varefter den med skala försedda brickan (3) vrids tills önskad siffra kommer mitt för handtagets visare. Muttern dras till. En stopplack (4) på brickan hindrar sedan ventilen att öppnas helt. I det nyaste utförandet är ventilen försedd med ratt i stället för handtag (fig. 6). Skalan (1), som anger förinställningen, är placerad på ventilhuset. Ratten och ventilhuset är försedda med var sin stopplack, som begränsar rattens vridning och därmed käglaens lyfthöjd efter förinställningen. Denna tillgår

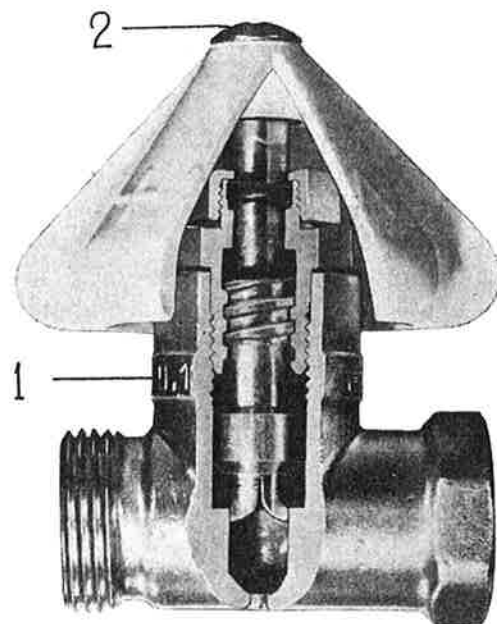


Fig. 6. T.A.-ventil, modell RVO.

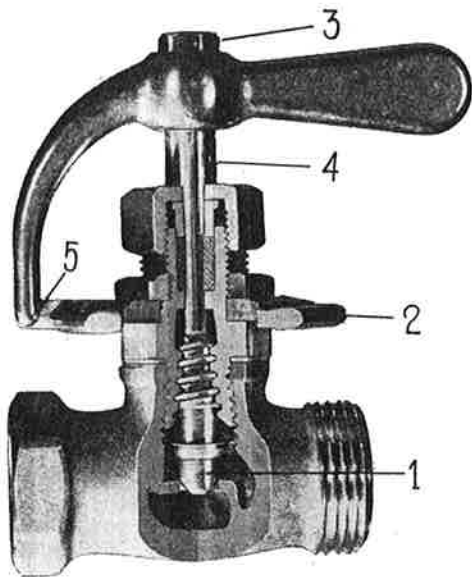


Fig. 7. NAF-ventil, modell 57.

så, att skruven (2) lossas sedan ventilen stängts helt. Ratten vrids sedan tills dess index kommer mitt för önskad siffra. Skruven dras sedan till.

NAF-ventilen, modell 57 (fig. 7) har en gemensam regleringskägla (1) för handreglering och förinställning. Käglan är utformad som en cylinder med avfasningar. Brickan (2) är försedd med siffror som anger förinställningen. En stopplack (5) på denna begränsar handtagets vridningsvinkel efter förinställningen. Denna utföres så, att ventilen först stängs helt, varefter muttern (3) lossas. Handtaget, som därvid kan vridas i förhållande till spindeln (4), ställs in så, att dess visare kommer mitt för önskad siffra på brickan. Därefter dras muttern åt.

Exaktventilen¹⁵ (fig. 8 a) är utförd så, att en större eller mindre del av vattnet vid handreglering kan ledas förbi radiatoren genom en förbigångsledning F. Vattencirkulationen i övriga radiatorer påverkas därvid inte. Handregleringsorganet V, är som fig. 8 b visar, utförd av en vridbar halvcylinder (1) förbunden med handtaget (2). Utanför denna ligger en cylinder (3) i vilken borrarats ett antal små hål efter ett bestämt mönster. Då handtaget vrids, stängs resp. öppnas hålen, så att den till radiatoren förda vattenmängden kommer att avgiva en värmemängd, som är proportionell mot handtagets vridningsvinkel. Förinställningsorganet RK är, som fig. 8 c visar, inbyggt i returkopplingen och har i princip samma utförande som Bästventilens. Vid förinställning lossas muttern (1) varefter stryporganets synliga del (2) vrids tills önskat skalstreck på detsamma kommer mitt för pilen (3).

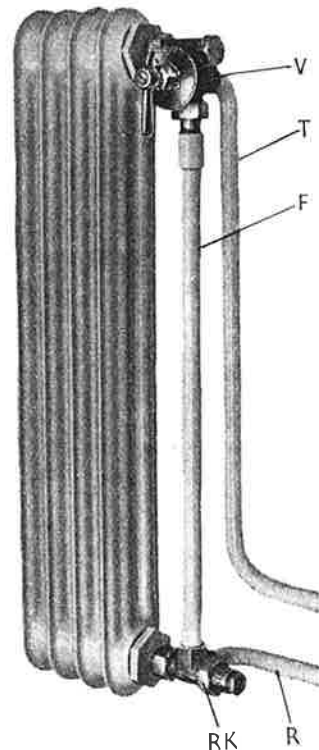


Fig. 8 a. Exaktventil.

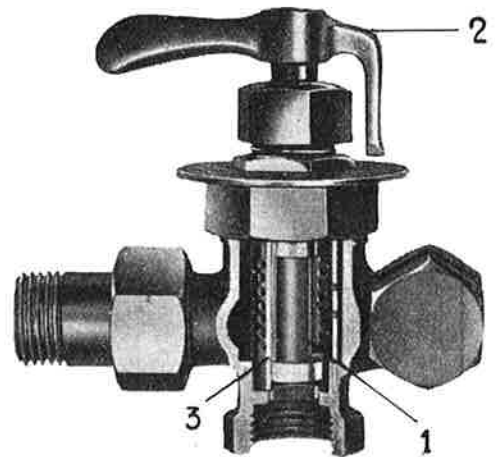


Fig. 8 b. Exaktventil, handregleringsorgan.

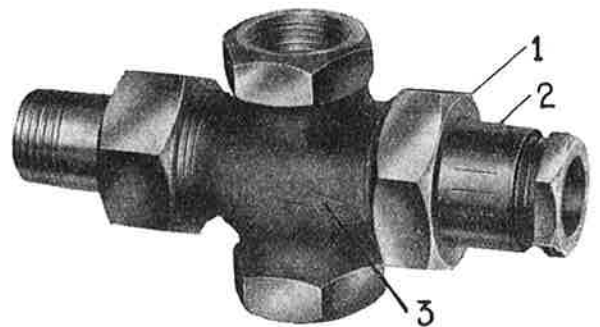


Fig. 8 c. Exaktventil, returkoppling.

Några för- och nackdelar hos konstruktionerna med avseende på förinställningsorganets utförande

Bästventilen läcker, då muttern (5) fig. 1 vid förinställningen lossas. Särskilt äldre, ärgiga ventiler kan sedan vara svåra att få täta. Dessutom fordras ett stort verktyg och stor kraft för att man skall kunna lossa resp. dra åt muttern. Vid en ventil med anslutning 25 resp. 32 fordras att verktyget har 45 resp. 55 mm nyckelvidd. En stor fördel med ventilen är, att obehöriga, d.v.s. hyresgästerna om det gäller bostadshus, inte gärna kan ändra förinställningen och att denna är lätt att kontrollera.

Theorellventiler av en del fabrikat brukar läcka då den inre regleringsspindeln skruvas in. Det inträffar även ganska ofta att den inre regleringsspindeln trots största försiktighet går av då den skall skruvas in, därför att den vid hopmontering av ventilen blivit för hårt fastskruvad i den yttre regleringsspindeln. Detta är vanligare vid ventiler i äldre anläggningar, där ärgbildningen ökat friktionen. Förinställningen är normalt lätt att utföra. En nackdel är att den även lätt kan ändras av en obehörig och att kontroll av förinställningen är omständlig genom att man måste dels ta loss toppmuttern och dels undersöka hur många varv spindeln skruvats in.

Certusventilens inre regleringsspindel är relativt kraftig. Trots detta händer det ofta att den går av vid förinställningen av ventiler i äldre anläggningar. Förinställningen kan sedan toppmuttern avlägsnats kontrolleras med hjälp av de spår som finns på spindelappen.

T.A.-ventilen har den fördelen, att förinställningen kan utföras och kontrolleras snabbt och utan att ventilen läcker. Den kan emellertid även lätt ändras av hyresgästen. Det faktum att handtagets vridningsvinkel begränsas genom förinställningen torde inbjuda härtill, särskilt som ventilerna efter förinställning går att öppna olika mycket vid lägenhetens olika radiatorer. Vid det nya utförandet med ratt har man sökt eliminera denna nackdel genom att bakom rattens dölja förinställningsskalan och stoppklackarna som begränsar rattens rörelse.

NAF-ventilen torde i stort sett vara jämförbar med den med handtag försedda T.A.-ventilen.

Primventilen synes ha en lätt utförbar och kontrollerbar förinställningsanordning. Denna döljes av en cylinder med urtag, vilken emellertid lätt kan vridas åt sidan.

Exaktventilens i returkopplingen inbyggda förinställningsorgan torde kunna jämföras med *Bästventilen*.

Flertalet radiatorventiler torde ha den nackdelen att packboxarna måste dragas åt med jämna mellanrum för att ej läcka. När värmen släpps på efter eldnings-

uppehållet under sommaren brukar packboxarna ofta läcka. Även då en ventil varit avstängd under en längre period brukar den läcka, då den åter öppnas.

Motståndskaraktistik

Motståndstalen ζ som funktion av förinställningen F av de nämnda ventilerna har sammanställts i diagramform, fig. 9. Skalan för förinställningen är linjär, och skalan för motståndstalet är logaritmisk. *Bäst-* och *Theorellventilen* tillverkas av flera fabriker, men uppgifter finns endast från en av dessa.

Motståndstalet hos en *Bästventil* av NAF:s tillverkning (enl. NAF:s katalog 310 sid. 245) ökar obetydligt vid ändring av förinställningen från 10 till 5. Vid ytterligare strypning ökar motståndet emellertid som synes mycket hastigt.

Exaktventilens motståndskurva (enl. CTC:s katalog nr 41) har i stort sett samma karaktär som *Bästventilens*. Kurvan är dock ej fullt så brant vid höga motståndstal.

För *Certusventilen* har motståndstalen vid 0, 4 och 8 vars förinställning beräknats ur en del provningsresultat.¹ Mellanliggande värden har ej kunnat erhållas. Högre motståndstal än ca 550 kan ej erhållas genom förinställning.

Kurvan för en *Theorellventil* av NAF:s tillverkning är svagt S-formad (enl. NAF:s katalog 310 sid. 347).

För *NAF-ventilen* är kurvan helt rakt vid motståndstal lägre än 7000 (enl. NAF:s prospekt 162).

T.A.-ventilen har en svagt böjd kurva. Denna är uppritad med ledning av i TA:s broschyr nr 196* angivna motståndstal.

Kurvan för *Primventilen* är också i stort sett rak. Den är uppritad med ledning av uppgifter på motståndstalet i broschyr från Bröderna Söderbergs Metallgjuteri, Eskilstuna.*

* För TA- och Primventilerna har de uppgivna motståndstalen, som hänförs till vattenhastigheten i en ledning med en diameter lika med anslutningsnumret, omräknats enligt nedan för att möjliggöra en direkt jämförelse med de övriga ventilerna, vilkas motståndstal hänförs till vattenhastigheten i anslutningsledningen.

Man har enligt SMS-1000 att

$$\zeta = \left(\frac{d}{d^1}\right)^4 \cdot \zeta^1 \text{ där}$$

ζ = motståndstalet hänfört till verkliga rördiametern d
 ζ^1 = motståndstalet hänfört till en rördiameter lika med anslutningsnumret

d = verkliga rördiametern
 d^1 = anslutningsnumret

För ventiler med anslutning 10 skall de uppgivna motståndstalen alltså multipliceras med en konstant

$$C = \left(\frac{d}{d^1}\right)^4 = \left(\frac{12,25}{10}\right)^4 = 2,25$$

(Motsvarande konstanter för ansl. 15 och 20 är 1,21 resp. 1,28.)

De omräknade värdena är i diagrammet markerade med ringar, genom vilka resp. kurva dragits.

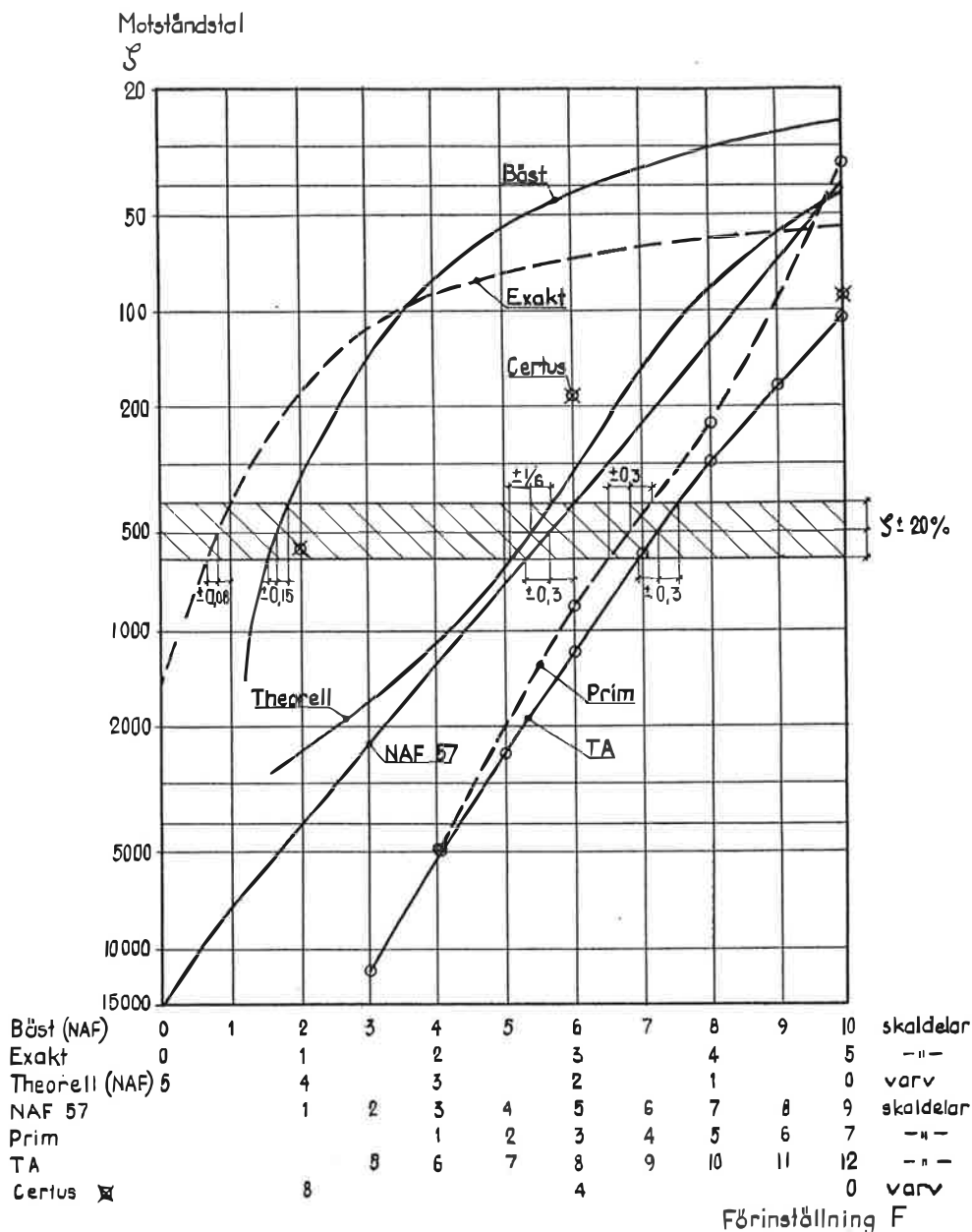


Fig. 9. Motståndstalen vid olika förinställning av radiatorventiler ansl. 10. Motståndstalen är hänfödda till inre rördiametern enligt SMS-326 B.

Det är i hög grad önskvärt, att samtliga ventilfabrikanter lämnar uppgifter på ventilernas motståndskarakteristik. För ventiler av samma typ, t.ex. Theorell, borde lämpligen regleringsorganen utföras lika, så att man av praktiska skäl blev oberoende av fabrikkatet. Av de Theorellventiler av olika fabrikat som nu tillverkas, finns det sådana som stänger helt vid en förinställning av ca 2½ varv, medan andra stänger först vid ca 5½ varv. För ventiler av samma fabrikat kan det skilja på ca ett varv vid stängt läge. Detta försvårar inregleringen avsevärt och gör en beräkning av förinställningen mycket osäker. Åtskilliga misslyckade försök har också gjorts att reglera in radiatorerna efter en beräknad förinställning.

Det förut nämnda önskemålet, att ventilerna borde

tillverkas efter vissa normer för sambandet förinställning-motståndstal, skulle relativt enkelt kunna tillgodoses ifråga om gradering av förinställningsskalan.

I fig. 10 har motståndskurvorna från fig. 9 för Theorell-, NAF-, Prim- och T.A.-ventilerna genom ändring av skalan på abskissaxeln förskjuts så, att de i möjligaste mån sammanfallit. Genom att göra graderingen av förinställningen enhetlig skulle man alltså kunna bli oberoende av fabrikat och typ. Varje siffra på förinställningsskalan skulle då motsvara ett bestämt motståndstal, lika för alla ventiltyper. För Theorellventilens del vore det därvid praktiskt att dela in förinställningsskalan i delar motsvarande förinställningen räknat i varv eller delar av varv.

Att lägsta motståndstalet är olika för de olika ven-

tiltyperna saknar betydelse, eftersom så gott som samtliga ventiler ändå måste förinställas. Det är lämpligt att vid rördimensioneringen räkna med, att även ventilen för den längst bort från pumpen belägna radiatorn skall förinställas. Man får därigenom en möjlighet att öka värmeavgivningen, genom att minska förinställningen, om värmeförlusterna skulle vara större än beräknat.

Värdet på önskat motståndstal för ventiler vid olika radiatorer inom en anläggning kan ligga inom mycket vida gränser. I tabell 1 har sammanställts de olika ζ -värden som erfordras vid några olika stora radiatorer och tryckdifferenser. Värmeeffekterna är ungefärliga medelvärden för radiatorer i för bostadshus typiska utrymmen. Vid ekonomisk dimensionering av ett värmesystem blir motståndstalen relativt höga, särskilt för ventilerna på de närmast cirkulationspumpen liggande radiatorerna. Vid små radiatorer och stora tryckskillnader kan motståndstalen som synes uppgå till mycket höga värden, $\zeta = 50.000-100.000$. Det torde emellertid ej vara möjligt och är ej heller nödvändigt att ge tillförlitliga uppgifter på så höga ζ -värden. Det skulle dock vara önskvärt om något så när säkra uppgifter kunde lämnas för motståndstal upp till $\zeta = 10.000$ à 20.000 .

Toleranser för motståndstal

Om radiatorventilens verkliga motståndstal vid en viss förinställning skiljer sig från det av fabrikanter uppgivna orsakar detta en avvikelse av vattenflödet och temperaturfallet vilket i sin tur medför att rumstemperaturen ej blir den avsedda.

Rumstemperaturens variation med vattenflöde, temperaturfall och motståndstal framgår av fig. 11 som gäller för en anläggning med radiatorer, som dimensionerats för $(80^\circ + 60^\circ)/2$ vattentemperatur vid 20°C rumstemperatur och -20°C utomhustemperatur. Kurvan har beräknats enligt följande.

Värmeavgivningen W från en radiator beräknas enligt ekv.

$$W = \text{konst} (t_f - \Delta t/2 - t_r)^{4/3} \quad (1)$$

där t_f = framledningstemperaturen

Δt = skillnaden mellan fram- och återledningstemperaturen

t_r = rumstemperaturen

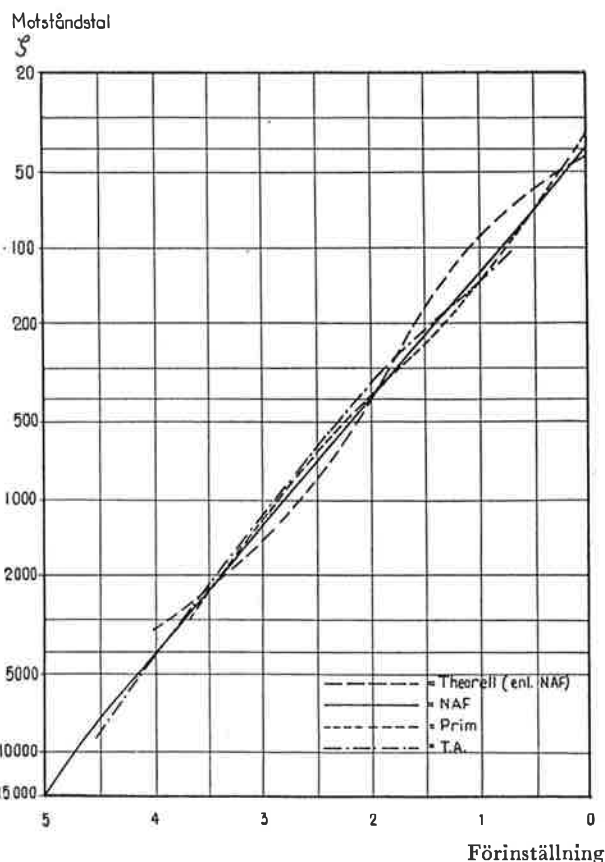


Fig. 10. Enhetlig gradering av förinställningen för radiatorventiler ansl. 10.

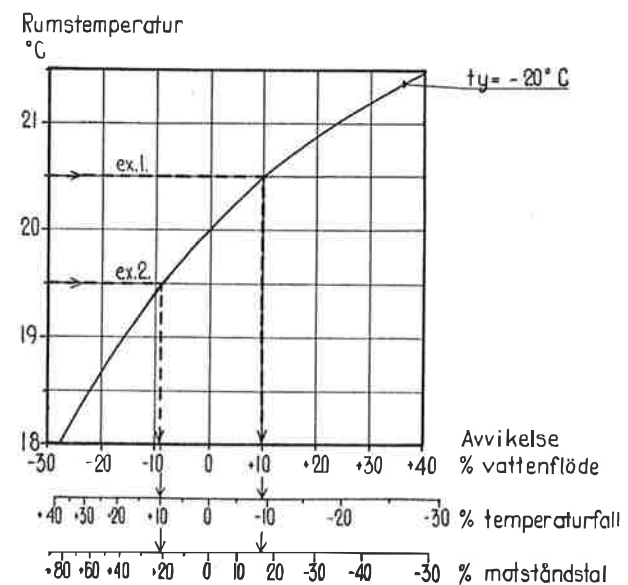


Fig. 11. Rumstemperaturen som funktion av vattenflöde, temperaturfall och motståndstal.

Tabell 1

| Radiator i | Max.värmeavgivning kcal/h | Vattenflöde kg/h | Erforderligt motståndstal för ventil (ansl. 10) vid disponibelt tryck i mm vp av | | | | | |
|-------------|---------------------------|------------------|--|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | | 100 | 300 | 500 | 750 | 1500 | 2000 |
| Vardagsrum | 1200 | 60 | 90 | 270 | 450 | 675 | 1350 | 1800 |
| Sovrum, kök | 600 | 30 | 360 | 1080 | 1800 | 2700 | 5400 | 7200 |
| Bad | 300 | 15 | 1440 | 4300 | 7200 | 11000 | 22000 | 30000 |
| Hall | 150 | 7,5 | 5750 | 17000 | 30000 | 45000 | 85000 | 115000 |

Rummets värmeförlust, som skall vara lika med radiatorns värmeavgivning W , beräknas enligt ekv.

$$W = \text{konst} (t_r - t_y) \quad (2)$$

där t_y = utomhustemperaturen.

Ur ekv. (1) och (2) kan t_r beräknas vid olika värden på Δt . Vidare kan sedan vattenflödet Q beräknas enligt ekv.

$$W = Q\Delta t \quad (3)$$

Temperaturfallets beroende av motståndstalet i radiatorventilen beräknas enligt följande ekv., som gäller ungefärligen för en radiator, som är ansluten till ledningar med konstant tryckskillnad.*

$$\Delta t = \text{konst} \sqrt{\Sigma \zeta} \quad (4)$$

$\Sigma \zeta$ = summan av motståndstalen för radiatorventil, returkoppling och radiator.

Bestämmande för maximal avvikelse i motståndstalen kan t.ex. vara den högsta tillåtna avvikelsen i rumstemperatur, som felet kan ge upphov till. I det följande har antagits, att $\pm 0,5^\circ\text{C}$ spridning i rumstemperaturen kan tillåtas vid den lägsta utomhustemperatur anläggningen beräknats för.

Av ex. 1 fig. 11 framgår att vid en övre temperaturgräns av $20,5^\circ$ blir max. tillåten avvikelse

– 17 % för motståndstalet i ventilen

+ 10 % för vattenflödet

Vid en undre temperaturgräns av $19,5^\circ$ blir enligt ex. 2 den maximalt tillåtna avvikelsen

+ 22 % för motståndstalet och

– 9 % för vattenflödet

Motståndstalet skulle således få avvika med ca $\pm 20\%$, en tolerans som ej kan synas orimligt stor. Som följande beräkningsexempel visar, blir härvid måttoleransgränserna emellertid mycket snäva.

Måttoleranser

Fig. 12 visar i detalj stryporganet i en Theorellventil. Motståndskurvans form bestäms i huvudsak av måtten på kägla och ventsätets diameter. Avståndet mellan kägla och ventsätets diameter bestämmer kurvans läge i diagrammet (fig. 9). En avvikelse i måttet x resulterar i att kurvan parallellförskjutes. Är avståndet x olika i olika ventiler innebär det även att de stänger helt vid olika förinställning. En uppfattning om tillverkningsnoggrannheten ger följande exempel:

Antages att motståndstalet får variera med $\pm 20\%$ motsvaras detta av ett fel på förinställningen av ca $\pm 1/6$ varv för en Theorellventil enl. NAF (fig. 9). Då regleringsspindelns stigning är $0,75\text{ mm/varv}$, motsvarar alltså en avvikelse av $\pm 1/6$ varv en förskjutning (Δx) av regleringskägla med

$$\Delta x = \pm 1/6 \cdot 0,75 = \pm 0,13\text{ mm}$$

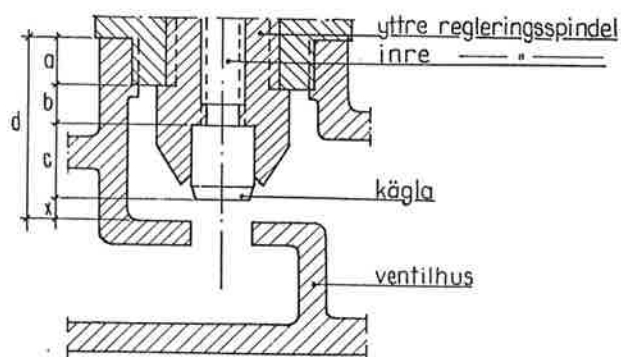


Fig. 12. Detalj av stryporganet i en Theorellventil.

För avståndet x mellan kägla och ventsätet skulle alltså gälla, att detta får variera med max. $\pm 0,13\text{ mm}$.

I praktiken förekommer det, att olika ventiler av samma fabrikat stänga vid t.ex. $3\frac{1}{2}$ à $4\frac{1}{2}$ varv. Spridningen är således $\pm \frac{1}{2}$ varv och motsvarar ett fel i måttet av x av $\pm \frac{1}{2} \cdot 0,75 = \pm 0,38\text{ mm}$.

Med utgångspunkt från den beräknade toleransen $\Delta x = \pm 0,13\text{ mm}$ kan man beräkna det tillåtna felet på de delmått a , b , c och d (fig. 12), som tillsammans blir bestämmande för storleken av x .

Om man antar, att felet blir lika för vart och ett av måtten får detta då endast vara $\pm \frac{0,13}{4} = \pm 0,03$

mm, om motståndstalet för samtliga ventiler skall ligga inom de angivna gränserna. Som exemplet visar blir toleranserna tydligen mycket små. En så stor precision vid tillverkningen torde ej vara möjlig av ekonomiska skäl. En större spridning kan emellertid mycket väl tillåtas, emedan efterjustering ändå blir nödvändig i viss utsträckning på grund av andra felkällor. Om man därför fördrar, att motståndstalet för endast 65 % av ventilerna skall ligga inom de förut angivna gränserna får felet på vart och ett av delmått vara $\pm \frac{0,13}{\sqrt{4}} = \pm 0,065\text{ mm}$.

Avvikelserna i diametermåtten på kägla och ventsätet inverkar också, men relativt obetydligt vid små motståndstal, då kägla är nedskruvad endast något varv. Vid stora motståndstal, då regleringsspindelns är nedskruvad några varv får felet på diametermåtten dock en avsevärd inverkan. Genomströmningsarean vid 4 varvs förinställning har uppmätts till ca 4 mm^2 . Antag t. ex. att spalten mellan kägla och ventsätet blivit $0,1\text{ mm}$ för bred. Om kägla diameter är 7 mm , blir areaökningen $7 \cdot \pi \cdot 0,1 = 2\text{ mm}^2$, eller 50 %. Detta motsvarar en minskning av motståndstalet med ca 40 %.

Vid en ventil av typ T.A. eller NAF-57 är felkällorna bortsett från själva regleringskägla färre, då man vid dessa utgår från helt stängt läge vid förinställningen. Ett fel i form av parallellförskjutning av motståndskurvan kommer då att bestämmas av läget på

* Betr. härledning av ekv. 4 se sid. 4.

regleringsspindelns ansats (5, fig. 5) i förhållande till regleringskåglans profil. I övrigt har givetvis felet på diametermåtten också vid dessa ventiler en väsentlig inverkan.

Inställningsnoggrannhet

Förutom att en radiatorventil skall vara utförd så att motståndstalet kommer att ligga inom vissa felgränser, bör den också vara utförd så, att de fel, som uppstår vid förinställningen även kommer att ligga inom vissa gränser. Antages max. felet även här få uppgå till $\pm 20\%$ på motståndstalet blir önskad inställningsnoggrannhet som framgår av fig. 9 för de olika ventiler följande vid ett önskat motståndstal av $\zeta = 500$.

| | |
|----------|-----------------------|
| Theorell | $\pm 0,15$ (1/6) varv |
| T.A. | $\pm 0,3$ skaldelar |
| NAF-57 | $\pm 0,3$ » |
| Prim | $\pm 0,3$ » |
| Bäst | $\pm 0,15$ » |
| Exakt | $\pm 0,08$ » |

Theorellventilen kan inställas noggrannast, eftersom man med hjälp av ögonmått lätt kan indela ett varv i ett stort antal delar.

T.A.-, NAF- och Primventilen kan mycket väl inställas med den angivna noggrannheten.

Beträffande Bästventilen är inställningsnoggrannheten godtagbar vid låga motståndstal, som ju kommer i fråga vid själv-cirkulationsanläggningar. Vid större motståndstal kan felet emellertid bli mycket stort p.g.a. svårigheten att göra en noggrann inställning. Skalan har nämligen en fin gradering samtidigt som avståndet mellan denna och indexet är stort (ca 3—4 cm). Emellan dessa sitter dessutom brickan (3 fig. 1) och hindrar syftning. Inställningen försvåras ytterligare om skala och index eventuellt blir skynda såsom i de fall då pilen sitter på den sidan av ventilen som är vänd mot väggen. Att åstadkomma en inställning på $\pm 1/6$ skaldel när, som enl. exemplet fordras vid $\zeta = 500$ torde vara praktiskt omöjligt. Att använda Bästventilen för pumpsystem, där höga motståndstal fordras är alltså synnerligen olämpligt. Det förekommer emellertid, att Bästventilen satts in i pumpvärmesystem i relativt stora fastigheter (25 till 50 lägenheter).

Handreglering

Vid handreglering bör värmeavgivningen från radiatorn ändras i direkt proportion till regleringshandtagets vridning. För den som använder sig av handregleringen, lekmannen, faller det sig naturligt att detta skall vara det rätta förhållandet. Vid konstant fram-

ledningstemperatur och varierande värmebehov (W) kan vattenflödet (Q) beräknas enligt ekv. 1 och 3 (se VVS nr 3/57). Fig. 13 visar grafiskt sambandet mellan relativa vattenflödet Q/Q_0 och relativa värmeavgivningen W/W_0 vid 80° framledningstemperatur. Q avser önskat vattenflöde vid det aktuella värmebehovet W Q_0 resp. W_0 avser motsvarande värden vid fullt öppen ventil. Kurvan gäller tillnärmelsevis även för andra värden på framledningstemperaturen än 80° .

Sambandet mellan relativa vattenflöden Q/Q_0 och relativa motståndstalet ζ/ζ_0 , där ζ_0 är motståndstalet vid fullt öppen handreglering och ζ är motståndstalet då handtaget är ställt på ett visst skalstreck beräknas på följande sätt. Tryckförlusten i en radiatorventil beräknas enligt

$$p = \zeta \cdot \gamma \cdot v^2 / 2g \quad (5)$$

samt vattenflödet enligt

$$Q = Av \quad (6)$$

där p = tryckskillnad vid radiatorn

γ = vattnets spec. vikt

v = vattenhastigheten i anslutningen

A = anslutningsledningens area

A och g är konstanter. Vid pumpcirkulation är även p och γ praktiskt taget konstanter. Elimineras v ur ekv. fås

$$\zeta = \frac{\text{konst}}{Q^2} \quad (7)$$

Enligt ekv. 1, 3 och 7 kan sambandet mellan W/W_0 och ζ/ζ_0 beräknas varvid antages, att ζ_0 är så stort, att motståndstalet för radiator och returkoppling kan försummas. Sambandet visas grafiskt i fig. 14 av vilken framgår att W/W_0 är ungefär omvänt proportio-

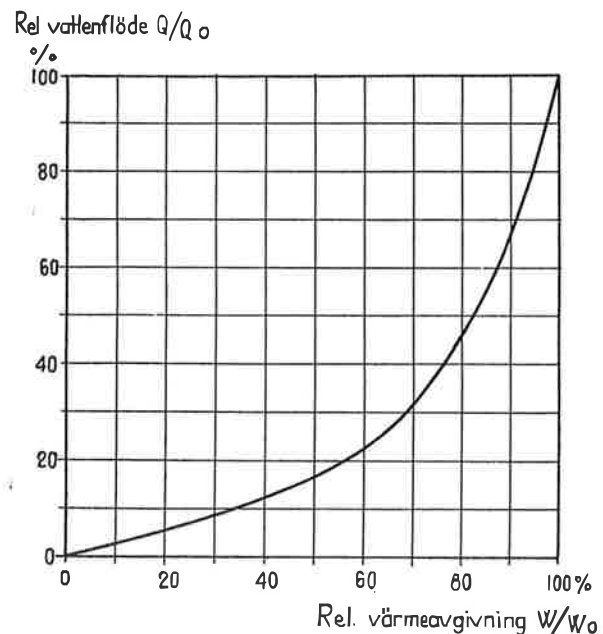


Fig. 13. Rel. värmeavgivningen som funktion av rel. vattenflödet.

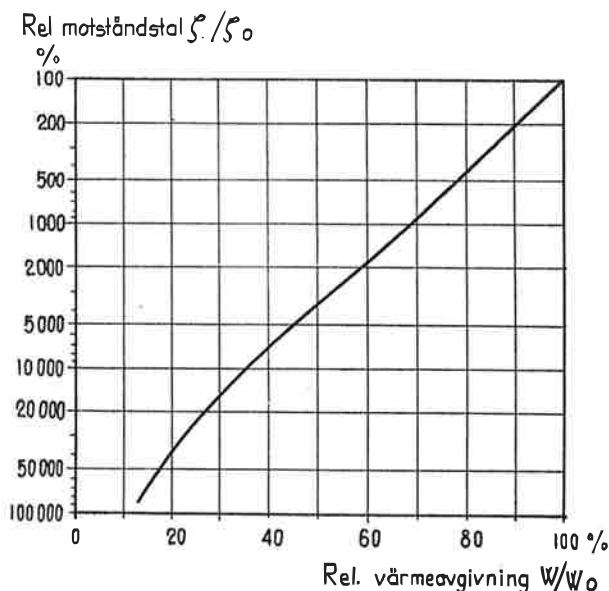


Fig. 14. Rel. värmeavgivningen som funktion av rel. motståndstalet.

nellt mot $\log. \zeta/\zeta_0$. (ζ/ζ_0 är avsatt i logaritmisk skala.)

För att värmeavgivningen skall vara proportionell mot ventilhandtagets (-rattens) vridningsvinkel, skall alltså regleringsorganet utföras så, att ζ -värdet ökar ungefärligen logaritmiskt med vridningsvinkeln.

Motståndskurvorna enl. fig. 9, som för *NAF-*, *Prim* och *T.A.-ventilerna* är desamma för såväl förinställning som handreglering, överensstämmer väl med den enligt ovan beräknade kurvan. *Exaktventilen* ger, som förut nämnts, vid handreglering en värmeavgivning som är proportionell mot handtagets vridningsvinkel. *Bästventilen* ger enligt W. Fagerström en märkbar minskning av värmeavgivningen först vid nästan stängt läge. Redan vid en öppning motsvarande endast 15 % av totala vridningsvinkeln blir värmeavgivningen 90 %. Förhållandet torde vara i det närmaste lika ogynnsamt vid en *Theorellventil* som inte är förinställd (motståndskurvan enligt fig. 9 gäller endast förinställning). Är en dylik emellertid förinställd några varv, kan regleringskäglan vid handreglering stänga genomloppet helt, långt innan handtaget kommit i stängt läge. *Certusventilen* har en olikformigt graderad skala med vars ledning ventilhandtaget kan inställas för proportionell värmeavgivning.

STAMREGLERINGSVENTILER

Strypventiler sätts som bekant in i stamledningarna för att strypa bort överflödigt tryck, som ej kunnat »förbrukas» i ledningarna. De sätts därvid i regel in i de närmast cirkulationspumpen belägna stammarna, i långsträckta anläggningar vanligen i alla stammar utom de längst bort belägna.

En felaktig vattenfördelning mellan de enskilda stammarna kan uppstå på grund av att de beräknade tryckförlusterna avviker från de verkliga. För att undvika detta bör samtliga stamledningar förses med regleringsventiler. Detta gäller i synnerhet om huvudledningarna grenar sig åt två eller flera håll.

Konstruktion — förinställning — motståndskaraktistik

I det följande beskrivs i korthet några olika ventiltyper. Motståndskaraktistiken för tre olika dimensioner har sammanställts i fig. 18.

Radiatorkopplingar med avstängningsanordning (fig. 15) används i stor utsträckning som strypventil. Den såsom en skruv utförda avstängningsanordningen (1) utnyttjas därvid för strypning.

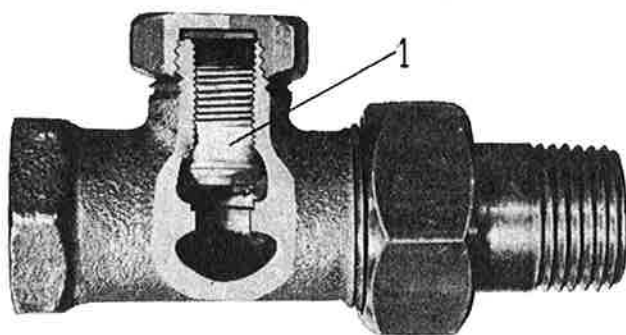


Fig. 15. Radiatorkoppling.

Att använda dylika kopplingar som strypventiler är emellertid olämpligt av flera skäl:

1. motståndskaraktistiken har olämplig form (påminner om *Bästventilens*); ventilen stryper märkbart först vid nästan stängt läge;
2. vid omställning läcker de kraftigt;
3. de fordrar stora verktyg för omställning; vid en ventil med anslutning 50 (som faktiskt förekommer som stryporgan) fordras t.ex. ett verktyg med en nyckelvidd av 80 mm! Till följd av det knappa utrymmet bland rörledningarna i källarkorridoren, där ventilerna vanligen placeras, är det ofta omöjligt att ställa om dem med de stora verktyg som fordras härför.

CKR-kopplingen (fig. 16) är liksom den föregående en radiatorkoppling. Stryporganet (1) har samma utförande som i en *Bästventil*. Den övre, synliga delen har en skala, graderad från 1 till 10. Vid förinställningen lossas muttern (2), varefter stryporganet vrids tills önskat skalstreck kommer mitt för ett index på kranhuset.

Denna koppling har samma nackdelar som den föregående bortsett från motståndskaraktistiken. Den är även av samma skäl som *Bästventilen* svår att ställa

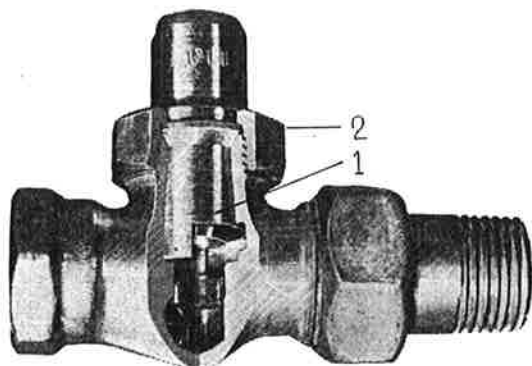


Fig. 16. Radiatorkoppling, typ CKR.

in noggrant. Det kan också vara svårt att få kopp-lingen tät efter en omställning.

S.T.-ventilen (fig. 17) är försedd med graderad skala (1) och kan ställas om med en liten löstagbar specialnyckel med visare (3). På en axel (4) är fästad en skiva (5) med vilka genomströmningsarean kan ändras genom vridning av axeln. Ventilen är lätt att ställa in och lätt att kontrollera.

Spjällventilen används i viss utsträckning och då ofta i undercentraler o.dyl. för inreglering av distributionssystem. Den lämpar sig bäst för bortstrykning av små tryck. Stora ζ -värden erhålls nämligen först då spjället är nästan stängt. Den är dessutom svår att ställa in noggrant. Är spjället t.ex. inställt i 60° vinkel mot rörets längdaxel, blir $\zeta = 120$, stängs det ytterligare 5° , blir $\zeta = 255$.

Strypbrickor. I stället för ventiler av ett eller annat slag kan man sätta in strypbrickor. Den största nackdelen med dessa är att de ej kan bytas ut, med mindre än att vattnet i de berörda ledningarna töms. Vid större anläggningar torde man få räkna med utbyten på grund av att de verkliga tryckförhållandena ej överensstämmer med de beräknade.

Som strypventil kunde man även tänka sig en Theorellventil med hylsa för lös nyckel. Utförandet kunde eventuellt modifieras så, att den endast försågs med en regleringsspindel, motsvarande den inre av de båda. Ventilen kan ställas om med ett litet verktyg.

Noggrannhet

På möjligheten till noggrann inställning av regleringsventiler för stamledningar behöver man ej ställa så stora krav som på radiatorventiler. Som förut nämnts kan de beräknade tryckförlusterna i ett värmesystems huvudledningar avvika från de beräknade. Det tryck, som skall strypas bort kan då skilja sig avsevärt från det beräknade. Mindre god överensstämmelse mellan strypventilens verkliga och uppgivna ζ -värde har då ej stor betydelse genom att man ändå måste utföra efterjustering i viss utsträckning.

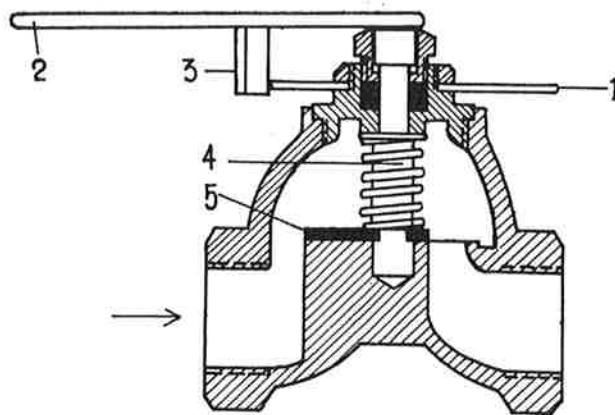


Fig. 17. Strypventil, typ S.T.

LJUDSTÖRNINGAR

Vid en del anläggningar har det inträffat att ljudstörningar uppstått dels i radiatorventilerna och dels i strypventilerna i stamledningarna. Ett ständigt susande ljud från en radiatorventil kan vara synnerligen irriterande, speciellt nattetid. Enligt docent Ronge vid Klimatfysiologiska laboratoriet i Uppsala bör ljudstyrkan en meter från ljudkällan ej överstiga 25 db A för att ej verka störande.

Orsaken till ljuden är hög vattenhastighet i stryporganen. Det är därför av intresse att veta, under vilka förhållanden ljud uppstår, t.ex. vid dimensionering av stamledningar i höghus. Eftersträvas ekonomiska vattenhastigheter blir pumptrycket relativt stort. I de lägre våningarna kommer därför stora trycköverskott» att behöva strypas bort med risk för att ljud uppträder. Följande exempel ger en uppfattning om hur stora vattenhastigheterna kunna bli i stryporganet. Antag t.ex. att det disponibla trycket är 1500 mm vp vid en radiator för en maximal effekt av 900 kcal/h. För att strypa bort överflödigt tryck fordras ett motståndstal $\zeta = 2400$, vilket vid en Theorellventil (enl. NAF) fås vid ca 4 varvs förinställning. Genomströmningsarean har vid denna förinställning uppmätts till ca 4 mm^2 . Anslutes radiatormed ledning 10, blir vattenhastigheten i denna 0,15 m/s. Då ledningsarean är ca 120 mm^2 , blir vattenhastigheten vid stryporganet alltså $\frac{120}{4} = 30$ ggr större än i ledningen, eller $30 \cdot 0,15 = 4,5 \text{ m/s}$. (Spalten mellan kägla, som har 7 mm diameter, och ventsätet blir $\frac{4}{7 \cdot \pi} = 0,18 \text{ mm}$.)

Vid stora anläggningar måste ofta betydande överskottstryck strypas bort vid de närmast pumpen belägna stamledningarna. I ogynnsamma fall har ljud därvid uppstått i stamregleringsventilerna. Även i fråga om dylika ventiler är det av stor vikt för den som dimensionerar rörledningarna att känna till när

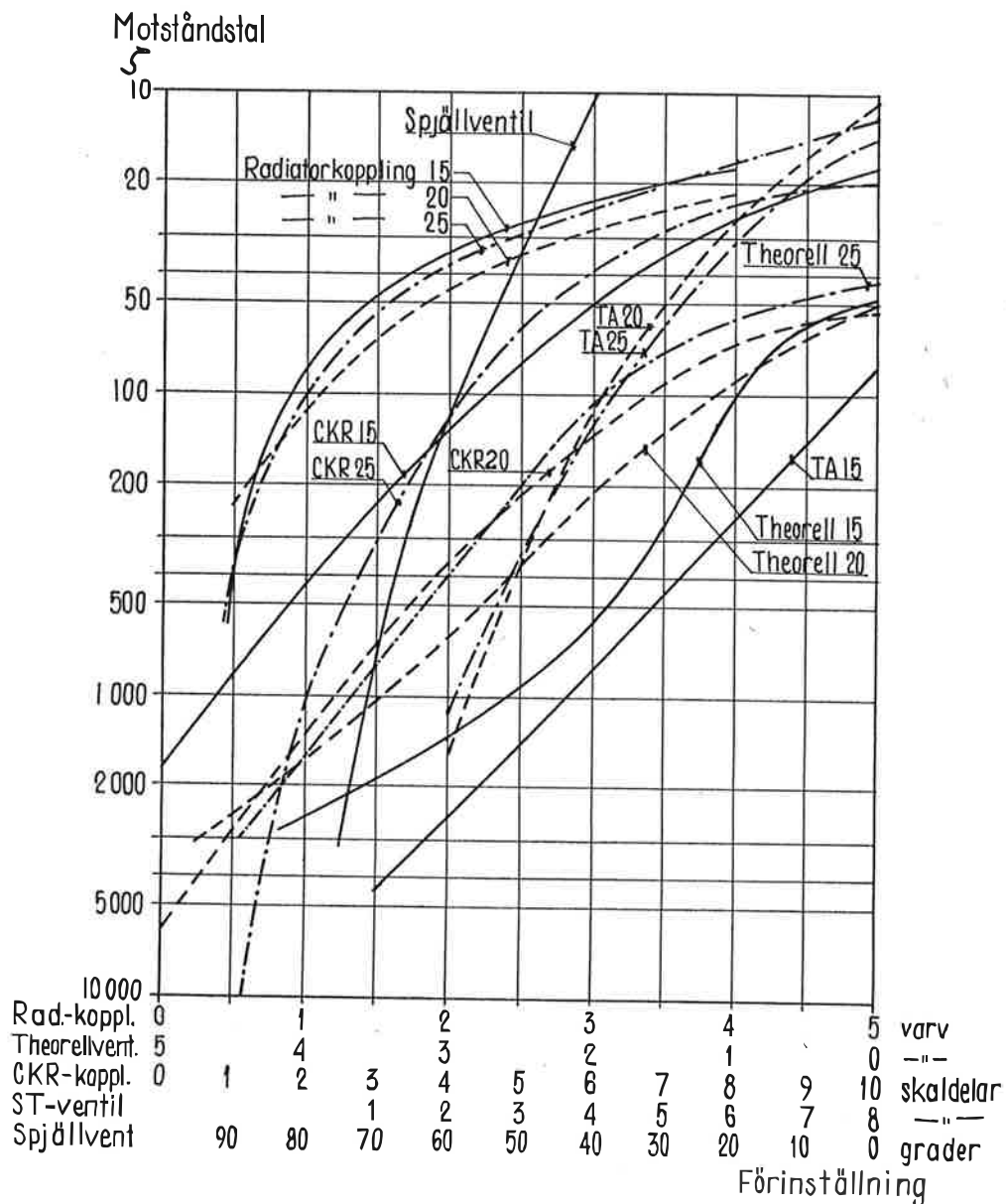


Fig. 18. Motståndstal vid olika förinställning av strypventiler ansl. 15, 20 och 25. Motståndstalen är hänfödda till inre rördiametern enl. SMS-326 B.

| Ventiltyp | Uppgift enligt |
|-------------------------|---|
| Vanlig radiatorkoppling | — NAF:s katalog 310, sid. 244 |
| Theorellventil | — NAF:s katalog 310, sid. 247 |
| CKR-koppling | — AB CTC |
| S.T.-ventil (TA 15—25) | — Beräkning med ledning av dimensioneringsdiagram i T.A:s katalog |
| Spjällventil | — Weisbach—Nycander, Teknisk Mekanik |

risk för ljud föreligger. I de fall man befarar störande ljud kan man t. ex. sätta in två stycken ventiler, som ställs in så, att de kommer att strypa bort halva trycköverskottet vardera.

Litteraturhänvisningar

- Rör-AMA, 1950. Mom. Ba 8.4. Avprovning och justering.
- E. O. Jonsson. Något om värmeledningens inreglering. VVS nr 9, 1941, sid. 107—114.
- F. Ahlrén. Inreglering av vattencirkulationen i varmvattensystem VVS nr 5, 1942, sid. 51—64.
- Svenska Värme- och Sanitetstekniska Föreningen, Förhandlingar 1953, sid. 175—192 (spec. sid. 188).
- Svenska Värme- och Sanitetstekniska Föreningen, Förhandlingar 1951, sid. 199—221 (spec. sid. 209—210).
- J. Rydberg och Ake Arnell. Ventilationens storlek i bostäder. Statens Kommitté för Byggnadsforskning. Meddelande nr 15 1949.
- K. Magnusson. Thermal Radiation and Surface Coatings. Paint Manufactures, August 1954.
- E. Enfors. Dimensionering av hjälppumpar. VVS nr 11, 1940, sid. 135—136.
- H. R. Astrup: »Årsaker til skjevbelastninger ved sentralvarmeanlegg og midler til å avhjelpe disse», Norsk Sanitær- og Varmeteknisk Forenings meddelelser 1943—44.
- S. Mandorff. Byggforum nr 10.1956. Bränslebesparing genom noggrann injustering av värmesystem och sänkning av rumstemperaturen. (Sid. 3—9 spec. sid. 7.)
- Vogel, G., Mitt. der Hydr. Inst. der Techn. Hochsch., München, Heft 1 (1926) sid 75, Heft 2 (1928) sid 61.
- Peterman, F., Mitt. der Hydr. Inst. der Techn. Hochsch., München, Heft 3 (1929) sid 98.
- Kinne, E., Mitt. der Hydr. Inst. der Techn. Hochsch., München, Heft 4 (1931) sid 70.
- Värmeledningsventilen Certus, Rörinstallatören nr 1, 1939.
- F. Ahlrén. Exaktventilens teori. Ur »Teorin för pumpdrivna vattensystem för värmedistribution». VVS nr 8 och 9, 1941.