

Blandningsdelar för luftbehandlingssystem

Analys och kravspecifikation

Olle Andrén
Per Ove Hedberg

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	<i>Ser</i>

*V
BNT*

BYGGDOK

Institutet för byggdokumentation
Hälsingegatan 49
113 31 Stockholm, Sweden
08-34 01 70 Telex 125 63

Byggforskningsrådet

R23:82

BLANDNINGSEDELAR FÖR LUFT-
BEHANDLINGSSYSTEM

Analys och kravspecifikation

Olle Andrén
Per Ove Hedberg

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
781509-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Hugo Theorells Ingenjörbyrå AB, Solna.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R23:82

ISBN 91-540-3613-5
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1. INLEDNING	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte	11
1.3 Vald metod	11
2. SYSTEMLÖSNINGAR	13
2.1 Definition av begreppet blandningsfel	13
2.2 Principlösningar	14
2.3 Återluft i enhetsaggregat	16
2.4 Återluft i platsbyggda aggregat	16
3. ANALYS AV STÖRNINGAR	17
3.1 Allmänt	17
3.2 Temperaturgradient	18
3.2.1 Störningar	18
3.2.2 Analys	20
3.2.3 Åtgärder	21
3.3 Luftflödesvariation	24
3.4 Begränsning av utelufts- flöde	27
3.5 Reglerfunktion	28
4. KRAV	33
4.1 Funktionsförutsättningar	33

4.2	Kanalsystem	34
4.3	Spjäll	35
4.4	Blandningsdel	36
4.5	Reglersystem	37
4.6	Mätning och injustering	38
5.	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER..	39
5.1	Krav efter behov	39
5.2	Tilläggstexter för VVS AMA 72 och RA 78	39
5.3	Kostnader - ekonomi	40
5.4	Miljöfrågor	41
5.5	Rekommendationer	41
REFERENSER	43

FÖRORD

Denna rapport finansierad av Statens råd för byggnadsforskning innehåller en sammanställning av praktiska erfarenheter från projektering och funktionskontroller av blandningsdelar för luftbehandlingssystem.

Dessa erfarenheter har analyserats och presenterats för en referensgrupp bestående av tillverkare, entreprenörer och brukare.

Diskussioner i referensgruppen har lett till uppställning av krav för att erhålla avsedd funktion vid blandning av varm återluft och kall uteluft.

I referensgruppen har deltagit

Bo Aronsson , Svenska Fläktfabriken AB
Bo Göransson , Astra Pharmaceuticals AB
Klas Kjellman , HSB Riksförbund
Göran Kölgren , Byggnadsstyrelsens Tekniska byrå
Torgil Stark , Bahco Ventilation AB
KTH , Institutionen för Uppvärmnings-
och Ventilationsteknik

Handläggare inom KTH, avseende närstående teoretisk studie av blandningsdelar funktion, hade vid rapportarbetets slut inte utsetts.

Projektledningen vid HUGO THEORELLS INGENIÖRS-BYRÅ AB tackar referensgruppens medlemmar för givande och konstruktivt arbete.

Olle Andrén

P O Hedberg

SAMMANFATTNING

Återkommande driftstörningar, som utlösning av frysvakter, sönderfrysning av luftvärmebatterier och luftfuktare, initierade föreliggande studie av blandningsdelars funktion i luftbehandlingsaggregat.

Med blandningsdel avses den installationsdel vars uppgift är att blanda varm återluft och kall uteluft.

Driftstörningar som uppträder i samband med återluftsföring via blandningsdel beror bl a på

- temperaturskiktning
- luftflödesvariationer

Uppträdande driftstörningar har analyserats och resulterat i krav på konstruktiv utformning av installationsdelar samt dimensioneringskrav.

Kraven har som målsättning att blandningsdelen skall få avsedd funktion i ett luftbehandlingsaggregat och att driften skall ske på ett säkert och energioptimalt sätt.

Analysen och kraven behandlar alla kringblandningsdelen förekommande installationsdelar som påverkar dess funktion.

Fläktar, spjäll, turbulensbildare, filter, batterier, kanaler och styrsystem analyseras med blandningsresultatet som styrande faktor och åsidosätts funktionskrav samt energikrav.

Funktionskrav syftar till att ge blandningsdelen avsedd funktion medan energikrav syftar till energioptimal drift.

Kraven formuleras delvis som förslag till tilläggstexter i VVS AMA 72 och RA 78 samt förväntas leda till produkt- och systemutveckling.

Miljöfrågan om återluft skall förekomma som luftbehandlingsmetod inom arbetslokaler diskuteras kort med hänvisning till Arbetarskyddsstyrelsens rapporter.

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Blandningskammare och blandningsdelar i samband med återluftförling av ventilationsluft medför ofta driftstörningar.

Blandningsdelens huvudsakliga uppgift är att blanda återluft med uteluft till ett visst tillstånd.

Teoretiskt kan alltid tillståndet efter blandningsdelen anges, men praktiskt uppstår ofta problem som brukaren i många fall får acceptera.

Bland svårigheter i samband med blandningsdelar kan nämnas:

- stora temperaturgradienter i blandningsdelen och efterföljande installationsdelar
- kanalsystemets utformning före och efter blandningsdelen
- blandningsspjällens karakteristik, styrning och täthet
- luftflödesvariationer p g a fläktarnas karakteristik
- givarnas placering och utformning för styrning av temperatur och luftflöde
- luftflödesvariationer p g a fläktarnas flödesstyrning (VAV)

Temperaturgradienter uppstår då kall och varm luft motvilligt blandar sig bland annat beroende av densitetsskillnader. Praktiska prov i blandningsdelar och efterföljande anläggningsdelar (filter, batterier, fläktar) visar att temperaturgradienten pendlar och är mycket svår att bryta upp. Detta innebär att frysvakter löser ut och/eller batterier fryser sönder. Gradienter på mellan 10-15°C har uppmätts i blandningsdelen redan vid +5°C utetemperatur.

Blandningsdelens och närliggande kanalers konstruktiva utformning har en avgörande betydelse för möjligheten att blanda den kalla och varma luftströmmen.

Blandningsspjällens karakteristik har ett utseende som innebär att sammanhängande styrning av till-, från- och återluftsspjällen är svår att genomföra om rätt förhållande skall gälla under hela blandningsområdet.

Återluftsspjällens otätheter innebär bl a att energikostnaden för kylning sommartid ökar.

Till- och frånluftsfläktarna i ett system med blandningsdel arbetar vid återluftsdrift i serie, vilket innebär att deras karakteristik måste vara anpassade till varandra för undvikande av luftflödesvariationer. Tilluftsflödet är oftast större än frånluftsflödet då en del av luftmängden evakueras via toaletter, kök och liknande utrymmen. Detta faktum innebär att sammanfallande karakteristikor för till- och frånluftsfläktarna kan vara svåra att uppnå med flödes- och tryckvariationer som följd.

I ett återluftssystem med variabelt flöde är fläktarnas flödesreglering en källa till obalans. Reglersystem för flödesstyrning, t ex strypning, ledskenor, skovelvinkelreglering, by-pass, kontinuerlig eller stegvis varvtalsreglering skall vara utformat så att till- och frånluftsfläktarnas flöden överensstämmer.

Styrsystem för temperatur- och flödesreglering utformas efter teoretiska idealförhållanden som ofta inte överensstämmer med anläggningens verkliga funktion.

Temperaturstyrning med hjälp av blandningsspjäll ger som tidigare nämnts upphov till stora och oregelbundna temperaturgradienter, vilket försvårar givarplaceringen.

Uteluftflödets minimibegränsningskrav står inte i direkt förhållande till reglerutrustningens inställningsdon. Minimiflödet kan därför variera okontrollerbart inom vida gränser, vilket i vissa fall medför ökad energiförbrukning.

Flödesstyrning av till- och frånluftsfläktarna är upphov till en rad frågeställningar av vilka kan nämnas:

- skall enskild eller gemensam styrning av fläktarna användas
- styrning med dynamiskt eller statistiskt tryck
- skall konstantflödesdon styra anläggningen

Behovet av återluftförling i luftbehandlings-system är i energibesparande syfte stort. Risken för driftstörningar får därför inte medföra att återluftförling undviks i luftbe-handlingssystem.

1.2 Syfte

För att lösa problemen med blandningsdelar vid återluftförling krävs en analys av den komplexa problemsammansättningen för att kartlägga hur olika faktorer påverkar helhetslösningen.

När analysen avslutats bör krav kunna uppställas för blandningsdelarnas funktion. Kraven skall bl a avse maximal temperaturgradient, täthet och karakteristik hos spjällen, maximal avvikelse från angivna luftflöden, minimibegränsning av utluftflödet.

Uppställda krav förväntas leda till dels en produktutveckling dels nya systemlösningar för uppfyllande av ställda krav.

1.3 Vald metod

Uppkomna driftstörningar vid blandning av varm och kall luft har medfört att stora insatser har gjorts för att förbättra blandningen och undvika temperaturgradienter. Litteraturen visar på konstruktiva råd hur blandningsdelen bör utformas för att motverka skiktning av luften.

Erfarenheter från driftstörningar stärker uppfattningen att om blandning av luft skall ingå i luftbehandlingssystem måste krav uppställas för blandningsdelens funktion.

Denna rapport försöker analysera hur i luft-behandlingssystem ingående komponenter påverkar blandningsdelens funktion och därefter presentera krav som blandningsdelen skall uppfylla under olika betingelser.

Studier av litteratur och pågående närstående projekt (Byggnadsstyrelsen, KTH), studiebesök och anläggningsbesök har givit en uppfattning vilka krav som rimligen kan uppställas för blandningsdelens funktion.

Kraven har förankrats i en referensgrupp bestående av tillverkare, entreprenörer, konsulter och brukare.

Slutligen har funktionskrav för olika installationsdelar och krav på maximal temperaturskiktning efter blandningsdelen uppställts.

Rapporten syftar inte till att klarlägga varför luft av olika temperatur endast motvilligt blandar sig. Klarhet i dessa frågor kan erhållas genom studie av pågående BFR-arbete vid KTH (Catrin Ställborn) rörande blandningsproblem i ventilationsanläggningar.

2. SYSTEMLÖSNINGAR

2.1 Definition av begreppet blandningsdel

Luftbehandlingssystem där uteluft avses att blandas med återluft/cirkulationsluft har en installationsdel där luftströmmarna möts. Denna installationsdel prefabricerad eller platsbyggd benämns i denna rapport blandningsdel.

Återluft avser luft från flera lokaler medan cirkulationsluft avser luft från en lokal. I fortsättningen används benämningen återluft. I Fig. 1 definieras i luftbehandlingssystem ingående komponenter.

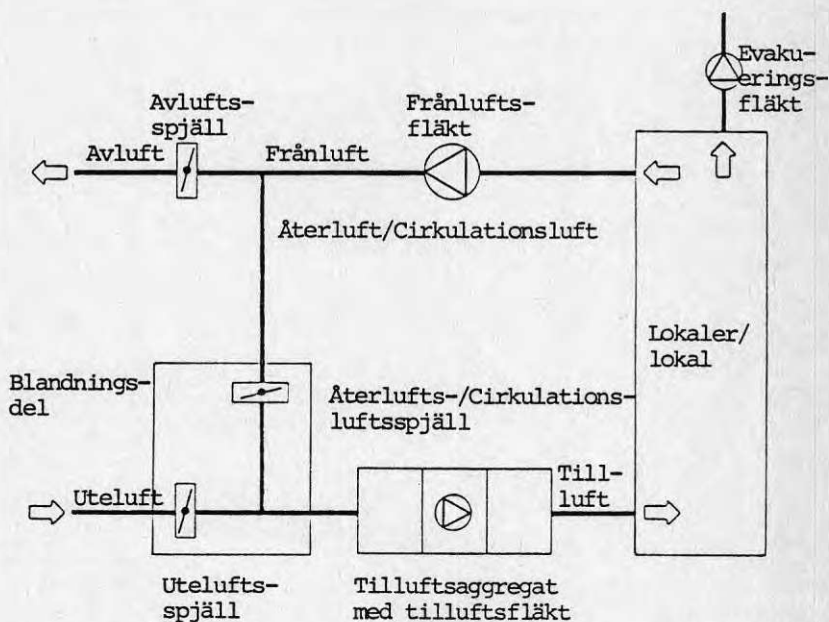


Fig. 1 Luftbehandlingssystem med återluft.
Definitioner

Blandningsdelen kan utgöras av blandningspunkten och endast bestå av en knutpunkt mellan två kanaler uteluft/återluft. Alternativt kan blandningsdelen bestå av blandningspunkt, spjäll för återluft och uteluft, turbulensbildare och annan utrustning. Blandningsdelens utformning kan variera i utförande mellan angivna alternativ men avser alltid den installationsdel vars funktion är att blanda de två luftströmmarna uteluft och återluft.

2.2 Principlösningar

Blandningsdelen används i många typer av luftbehandlingssystem. Tre typer av system redovisas och kommenteras och får tjäna som illustration till de fortsatta diskussionerna om driftstörningar.

System 1, enligt Fig 2, Funktion - Återluftflödet styrs i sekvens med värme- och kylbatteriet för värmning/kylning av lokalerna. Minsta uteluftsflöde inställs med uteluftsspjället.

System 2, enligt Fig 3, Funktion - Återluftflödet styrs i sekvens med värme- och kylbatteriet samt värmeåtervinningen för värmning/kylning av lokalerna. Minsta uteluftsflöde inställs på uteluftsspjället.

System 3, Funktion - Återluft används endast nattetid för varmhållning av lokalerna. Dagtid används fullt uteluftsflöde med eller utan värmeåtervinning, enligt system 1 eller 2.

System 1, 2 och 3 kan arbeta med konstant eller variabelt luftflöde genom styrning av till- och frånluftsfläktarna.

Fig. 2 System 1

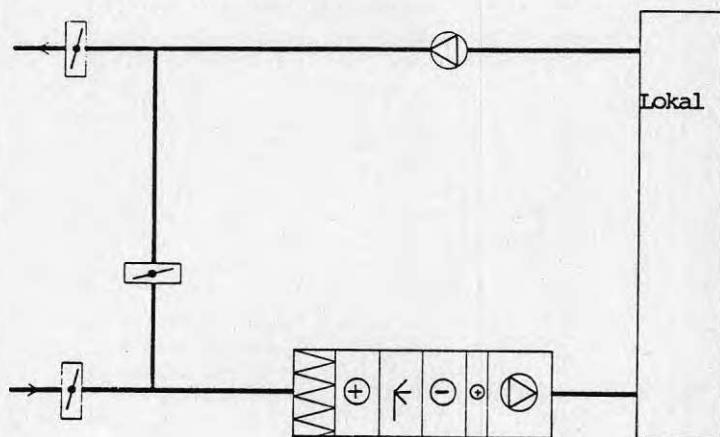
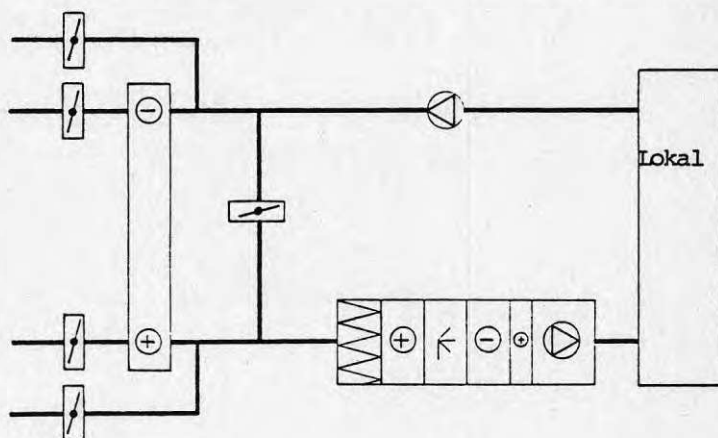


Fig. 3 System 2



2.3 Återluft i enhetsaggregat

I enhetsaggregat består blandningsdelen av en modul, ett hölje med valfri anslutningssida för åter- och uteluft. Valet av anslutningssida motsvarar endast flexibilitet vid kanalsystemens konstruktiva utformning och är inte relaterad till blandningsresultatet.

Blandningsmodulen utförs ofta med spjäll för åter- och uteluft. Spjällbladen kan var för sig vara motgående eller parallellgående och för önskat blandningsförhållande vara förenade med kopplingsstänger. Spjällblandens inbördes inverkan på blandningsresultatet anges inte i fabrikantanvisningar på grund av mångfalden av inställnings- och anslutningsmöjligheter.

Enhetsaggregaten innehåller ibland en frånluftsdelen med t ex spjäll för ute-, åter- och frånluft. Några principiella skillnader mellan frånluftsdelen och blandningsdelen enligt ovan avseende blandningsresultatet finns inte varför även frånluftsdelen i rapporten innefattas i begreppet blandningsdel

2.4 Återluft i platsbyggda aggregat

I de fall enhetsaggregat inte används på grund av aggregatstorlek eller konstruktiva förutsättningar byggs aggregaten samman av enskilda anläggningsdelar.

Konstruktionen av den platsbyggda blandningsdelen varierar kraftigt beroende av t ex byggnadstekniska skäl. Blandningsdelen (kammaren) har oftast samma utrustning (två eller tre spjäll, kopplingsstänger m m) som blandningsdelen i ett enhetsaggregat.

Blandningsfunktionen hos ett platsbyggt aggregat måste uppfylla samma funktionella krav som för ett enhetsaggregat. Några principiella skillnader i rapporten kommer inte att göras mellan platsbyggda blandningsdelar och motsvarande del i enhetsaggregat.

Svårigheter, vid inbyggnad av en blandningsdel (kammare) i små trånga byggutrymmen får inte åsidosätta blandningsfunktionen.

3. ANALYS AV STÖRNINGAR

3:1 Allmänt

Blandningsdelen utgör en komponent i ett luftbehandlingssystem. Vid analys av störningar som uppstår när ute- och återluft skall blandas måste alla i luftbehandlingssystemet ingående komponenters inverkan studeras.

Luftbehandlingssystem med en blandningsdel som ingående komponent kan principiellt vara utformat enligt Fig. 4.

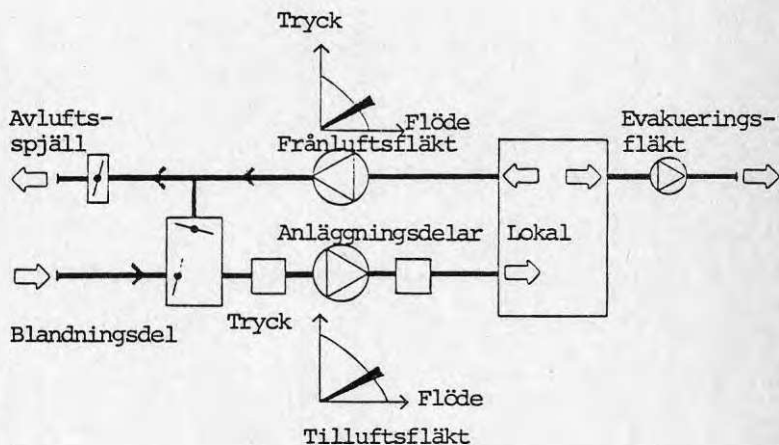


Fig. 4

Blandningsdelens utformning kan redovisas enligt Fig. 5.

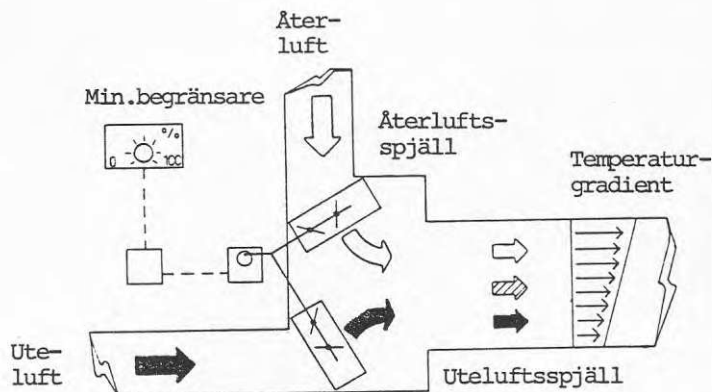


Fig. 5 Principiell utformning av blandningsdél

I figurerna framgår vilka komponenter som påverkar blandningsdelens funktion. Störningar som uppträder och dess källor kommer att diskuteras i detta kapitel under rubrikerna,

- temperaturgradient
- luftflödesvariation
- begränsning av uteluftsflöde
- reglerfunktion

3.2 Temperaturgradient

3.2.1 Störningar

Funktionskontroller utförda i installationer där temperaturvariationer förekommit och givit upphov till driftsstörningar har ofta kunna påvisa att ofullständig blandning av ute- och återluft varit orsaken.

Kontrollerad blandning i laboriemiljö utan påverkan av yttre störningar från ett luftbehandlingssystem visar att stora temperaturskillnaden uppkommer utmed periferin i blandningsdelen. Dessutom kan påvisas att blandningsresultatet är starkt beroende av luftflödesförhållandet mellan ute- och återluften samt blandningssträckans längd.

Temperaturgradientens storlek har vid funktionskontroller kunnat uppmätas efter blandningsdelen, att i vissa fall omfatta hela temperaturområdet mellan uteluftens- och återluftens temperaturer.

Kontrollerad blandning i laboratorier visar att stora gradienter uppkommer i mätplan nära blandningsdelen.

Temperaturgradientens storlek begränsas inte i några normer eller anvisningar varför konstruktörernas kunnighet och befintliga anläggningsdelars begränsningar är helt avgörande för blandningsresultatet.

Störningar som uppkommer till följd av temperaturskiktning är inte enbart bundna till frysproblem vid temperaturer under noll. Ojämn temperatur medför störningar i alla typer av aggregatdelar som följer efter blandningsdelen.

Batterier utsätts vid ojämn temperaturfördelning för frostpåslag och frysrisk. Befuktning av luft kan vid temperaturgradienter innebära frysrisk för fukningsaggregaten.

Funktionen hos filter, batterier, fuktare och andra anläggningsdelar försämras vid temperaturskiktning i luftströmmen. Försämrad funktion innebär ökad energiförbrukning för att nå temperaturnivåer där störningar inte uppträder. Temperaturskiktningen bryts sällan upp av efterbladningsdelen förekommande anläggningsdelar, batterier, filter, fläktar, utan fortplantas i efterföljande kanalsystem.

Temperaturskiktningen i luftströmmen innebär avtappningsproblem i kanalsystemet. Tilluftsdon placerade nära aggregaten får kall luft utmed periferin i kanalen medan längre från aggregaten placerade don erhåller varm övertempererad luft.

Placering av tillståndsregistrerande givare för temperatur och fuktighet, i en luftström med temperaturskiktning är med dagens enpunktgivare omöjlig. Givarens registrerande/styrande mätvärde anger tillståndet hos luftströmmen i en enstaka punkt. Denna punkts läge i mätplanet motsvarar i bästa fall ett medelvärde av registrerad storlek men kan lika väl registrera ytterlighetsvärden. Mätning av storheter i mätplan med temperaturgradienter medför problem som börvärdesförskjutningar och ökad energiåtgång.

3.2.2 Analys

Orsaken till att temperaturskiktning uppstår tycks bero på flera faktorer. Densitetsskillnaden mellan kalla och varma luftströmmar är den faktor som måste övervinnas för att blandning överhuvud skall komma till stånd.

Impulsen hos ute- och återluften när luftströmmarna möts är av stor vikt för blandningsresultatet. Det vanligaste driftsförhållandet är lika ute- och återluftsflöden. Impulsdifferenser är under dessa förhållanden mycket liten varför blandningen försvåras, gradienten bryts inte upp. Ju större impuls-skillnad, luftflödesdifferens, desto lättare brytas gradienten upp.

Nuvarande konstruktiva utformning av blandningsdelar underlättar inte blandningen. Blandningsdelen utformas inte strömningsriktigt för att blanda luft utan komprimeras optimalt för att passa modultänkande eller befintligt byggutrymme.

Anslutningssida för ute- resp återluft blir oftast beroende av luftbehandlingssystemets utformning, anpassning i fläktrum och inte av funktionen. För prefabricerade blandningsdelar borde i katalogblad anges blandningsresultatet vid olika flöden och anslutnings-sidor.

Ute- och återluftsspjällens möjlighet att påverka blandningsresultatet tycks inte vara av intresse vid placering i en blandningsdel. Intresset tycks vara inriktat helt på spjällens reglerande förmåga för rätt flödesförhållande.

Blandningen av varm återluft och kall uteluft (vinterfall) förväntas i samtliga befintliga blandningsdelar ske i blandningspunkten. En längre blandningssträcka eller en kompletterande blandningsanordning förkastas oftast med motiveringen, större utrymmesbehov och ökat energibehov vid större tryckfall.

Samverkande fläktar för till- och frånluft medför att luftflödena pulserar vilket innebär att temperaturgradientens utseende förändras även vid oförändrade spjällägen. Denna förändring innebär att temperaturen i en punkt aldrig är konstant.

3.2.3 Åtgärder

Åtgärder som vidtagits för att förbättra blandningen och därmed minska temperaturgradienten har haft målsättningen att öka turbulensen i blandningsdelen eller att utnyttja impulsskillnader mellan mätande driftströmmar.

Blandningen mellan luftströmmar bygger på att "friktionsytor" uppstår mellan luftströmmarna. Ökas ytornas och friktionens storlek förbättras blandningsresultatet, turbulensen ökar.

Bafflar, gitter och andra sätt att dela upp luftflödet och därefter vinkla luftströmmarna mot varandra tjäna alla samma syfte, att öka turbulensen, Fig. 6.

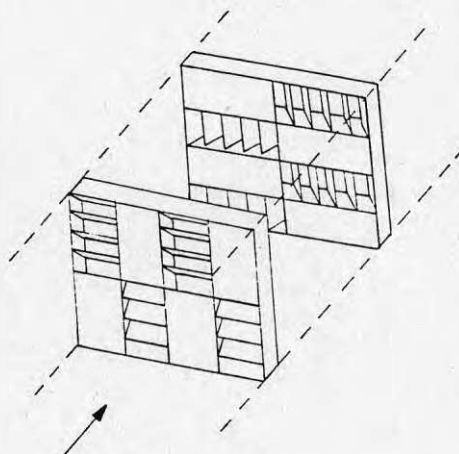


Fig. 6 Gitter (källa Ashrae)

Försök att strimla upp den kalla och varma luftströmmen för att öka friktionsytan mellan strömmarna har senast testats av Byggnadsstyrelsen med acceptabla resultat, Fig. 7.

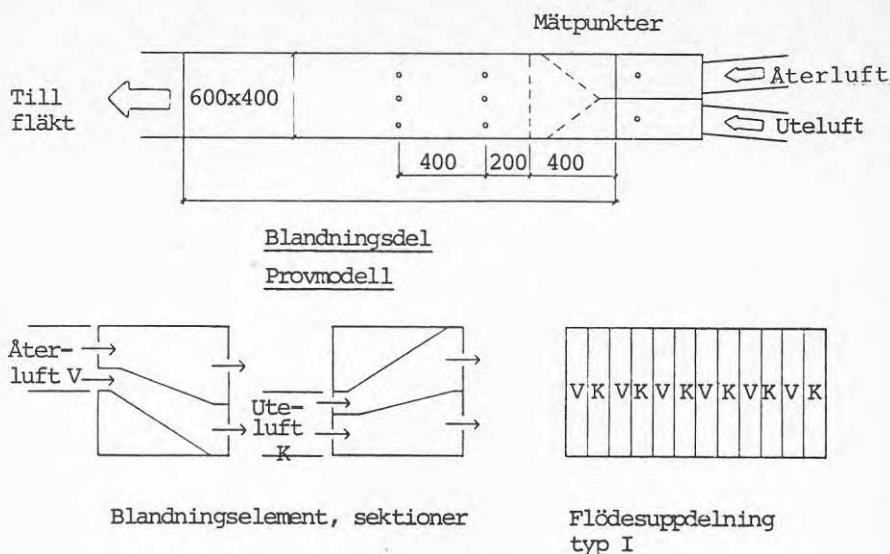


Fig. 7 Blandningsenhet (källa Byggnadsstyrelsen)

Ute- och återluftsspjällens möjligheter att påverka blandningen har visats av Bo Aronsson, SF. Blandningsresultatet förbättras med inbördes parallella blad som riktar luftströmmarna mot varandra.

I stora blandningsdelar har fläktar monterats in för att förbättra blandningsresultatet. Temperaturskiktningen har visat sig fortplantas även genom fläktarna varför uppförd energi och investering ofta inte givit förväntat resultat.

Turbulensbildare för bättre blandning har alla gemensamt en ökad blandningssträcka och ökat kanalmotstånd.

Vid mätning av temperatur, fuktighet och flöden i kanaler med skiktning i luftströmmen söks ett representativt värde för mätstorheten. Givare som endast mäter i en punkt kräver en fullständig blandning av luftströmmarna för att mätvärdet skall kunna användas. Gitter och andra typer av turbulensbildare har använts i dessa fall dock utan acceptabla resultat. Ett flertal givare monterade i ett mätplan ger vid lika hastighetsfördelning över mätplaner ett användbart medelvärde.

En metod för temperaturmätning, tyvärr användbart endast vid injustering och fortfarighet har redovisats av Torgil Stark, Bahco och ger mycket tillförlitliga mätvärden. Metoden använder värmebatteriets shuntgrupp med pump för att cirkulera rent vatten i batteriet. Efter stabilisering kan lufttemperaturens medelvärde avläsas på shuntgruppens vattentermometrar. Hänsyn tas till ojämn fördelning av såväl temperatur som luftflöde. Fig. 8.

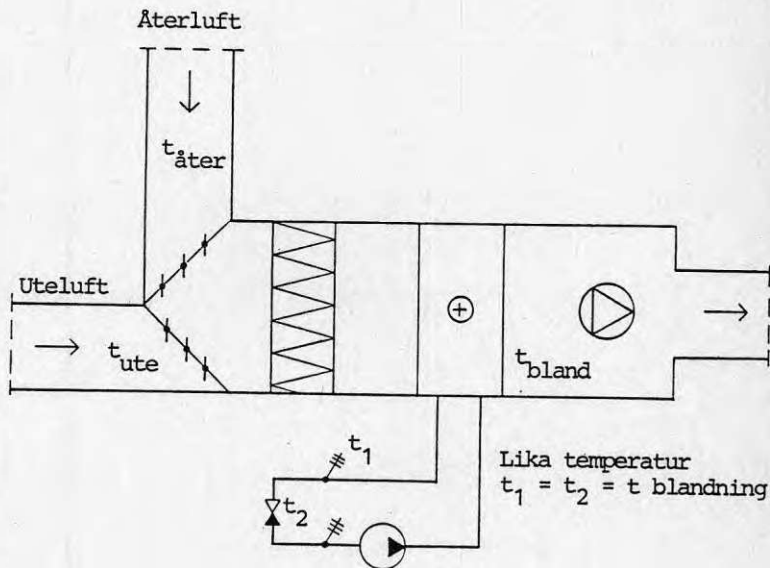


Fig. 8 Mätmetod med värmebatteri
(källa T Stark)

Ashrae Standards redovisar en metod för temperaturmätning i luftströmmar där luft samlas från kanaltvärsnittet genom hål i mätkanaler som förs samman till en gemensam mätkanal där mätning sker med enpunktsgivare. Metoden tar hänsyn till ojämn luftflödesfördelning och temperaturskiktning. Fig. 9.

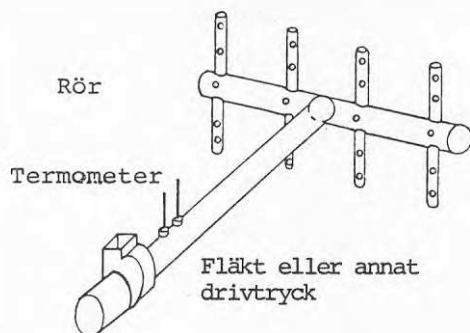


Fig. 9 Medelvärdesmätning av temperatur och fuktighet (källa Ashrae)

Felaktig mätning av temperatur vid styrning av spjäll i en blandningsdel ökar energiåtgången vid såväl värmning som kylning.

3.3 Luftflödesvariation

I luftbehandlingssystem med återluftsföring är dimensionering av till- och frånluftsfläktar mycket viktig för undvikande av svängningar i systemen och obalans mellan till och frånluft. Om till- och frånluftsfläktarna inte följer varandra finns det risk för att fläktarnas motorer överbelastas.

Om inte frånluftsfläkten följer tilluftsfläkten kan ett övertryck bildas i blandningsdelen och systemets tänkta funktion helt äventyras. I blandningsdelen skall alltid ett rätt undertryck råda för att avsedd funktion skall kunna upprätthållas.

Frånluftsfläkten är i de flesta applikationer mindre än tilluftsfläkten, beroende på andra evakueringar och lägre tryck vilket försvårar samkörningen mellan fläktarna.

Alla typer av variabelflödessystem där till- och frånluftsfläktarna skall arbeta inom ett brett flödesområde försvårar valet av fläktar och reglersystem (ledskenor, variabel hastighet, by-pass m m).

Valet av fläktar vid återluftssystem måste föregås av en mycket noggrann studie av driftsförutsättningar, flödesområden, reglersystem och fläktkarakteristikor inom flödesområdet.

Ute-, åter- och avluftsspjäll är källor till luftflödesvariationer som påverkar blandningsdelens funktion.

Spjällens karakteristik uppvisar inte speciellt god linjaritet, vilket medför att luftflödet kraftigt avviker från det önskade. Att styra ett blandningsförhållande där spjällen är hoplänkade är naturligtvis inte möjligt utan luftflödesvariationer som resultat.

Linjariteten försämras ytterligare av använda spjälls bristande täthet och glapp. I de flesta blandningsdelar används spjäll av VVS AMA typ 2, vilka medges ha ett luftläckage i stängt läge av $700 \text{ m}^3/\text{h}$ och m^2 spjäll-yta vid ett differenstryck av 100 Pa .

Ute- och avluftsspjällen utförda enligt VVS AMA typ 2 orsakar frysproblem då kall uteluft läcker igenom spjällen till batterier och fuktare.

Återluftsspjället utsätts i stängt läge för tryckdifferensen som vida överstiger 100 Pa i många applikationer. Täthet hos återluftsspjället är av mycket stor vikt vid annat system med värmeåtervinning där tryckdifferensen många gånger uppgår till ca $400 - 500 \text{ Pa}$. Läckage i återluftsspjället försämrar systemets funktion.

Spjällbladens infästning på spjällaxeln medger ett glapp som ofta uppgår till $2-3^\circ$. Glappet kan medföra att önskat luftflöde vid inställd spjällvinkel fördubblas med kraftiga luftflödesvariationer som följd. Glappet kan ytterligare förstärkas av länkarmarnas överföring till ställdonet.

Densitetsdifferenser mellan kall uteluft och varm tilluft medverkar till att förstärka nämnda faktorer inverkan på luftflödesvariationerna.

Blandningsdelens och luftbehandlingsaggregatens optimalt kompakta konstruktiva utformning lämpar sig inte för luftflödesmätning eller injustering. Föreskrivna mätsträckor finns inte varför injustering och kontroll av blandningsförhållandet inte går att utföra. Uppställs krav för en aggregatdel skall storheten kunna mätas. Sammanbyggda till- och frånluftsaggregat och fläktrummens storlek medger inte luftflödesmätningar enligt godkända metoder. Speciellt gäller dessa bristande mätmöjligheter återluftsflödets storlek.

3.4 Begränsning av uteluftsflödet

I enlighet med Svensk Byggnorm, SBN 1980, skall uteluftsflödet begränsas under uppvärmnings-säsong och får inte överstiga i normen angivna maximala/minsta värden.

Byggnadernas behov att utnyttja ventilations-luften som värmebärare eller luftbehandlings-systemens utformning med konstanta luftflöden innebär att i systemet cirkulerande luft är betydligt större än minsta uteluftsflödet.

Uteluftsflödet skall i blandningsdelen blandas med återluften.

Normernas minsta uteluftsflöde avser flödet som tillförs lokalerna d v s ett volymflöde med rumstemperatur. När detta flöde anges vid injusterings skall massflödet användas. Injustering vid en utetemperatur av $+20^{\circ}\text{C}$ medför att effektbehovet vid -20°C ökar 20% när hänsyn inte tas till massflödet.

Minsta uteluftsflöde injusteras genom låsning av tilluftssåjället i ett läge som skall motsvara minsta öppningsvinkeln för spjället.

Begränsningen av uteluftsflöde kan även ske på flera olika sätt, alla variationer på spjällstyrning. En metod låter vid små flöden endast ett av spjällbladen styra flödet medan övriga blad är stängda. Detta spjällblad stängs kontinuerligt tills minsta uteluftsflöde erhållits. I andra metoder injusteras minsta uteluftsflödet i en separat kanal där spjället endast har tvålägesfunktion stängt - öppet. Denna metod rekommenderas då säkrast injusterings erhålls.

Sambandet mellan minsta uteluftsflöde och till-, åter- samt avluftsspjällens lägen skall dokumenteras för att kunna kontrolleras och justeras.

Injustering av minsta uteluftsflöde och sambandet med kontinuerligt styrda spjäll belyser frågan hur spjällens läge skall indikeras. Spjällen är kapslade i blandningsdelens hölje och dess lägen är omöjliga att utifrån fastställa. Synlig lägesindikering saknas vid de flesta spjäll, men skulle underlätta injusterings och kontroll väsentligt.

3.5 Reglerfunktion

De olika spjällen i en blandningsdel styrs oftast parallellt. Vid mindre aggregat är spjällen kopplade via länkarmar till ett ställdon och för större enheter där spjällen är placerade på sådant sätt att gemensamma länkarmar inte går att använda utnyttjas flera parallellgående ställdon. Spjällen har också oftast liten tryckfallsandel (auktoritet) i förhållande till det totala tryckfallet i kretsen.

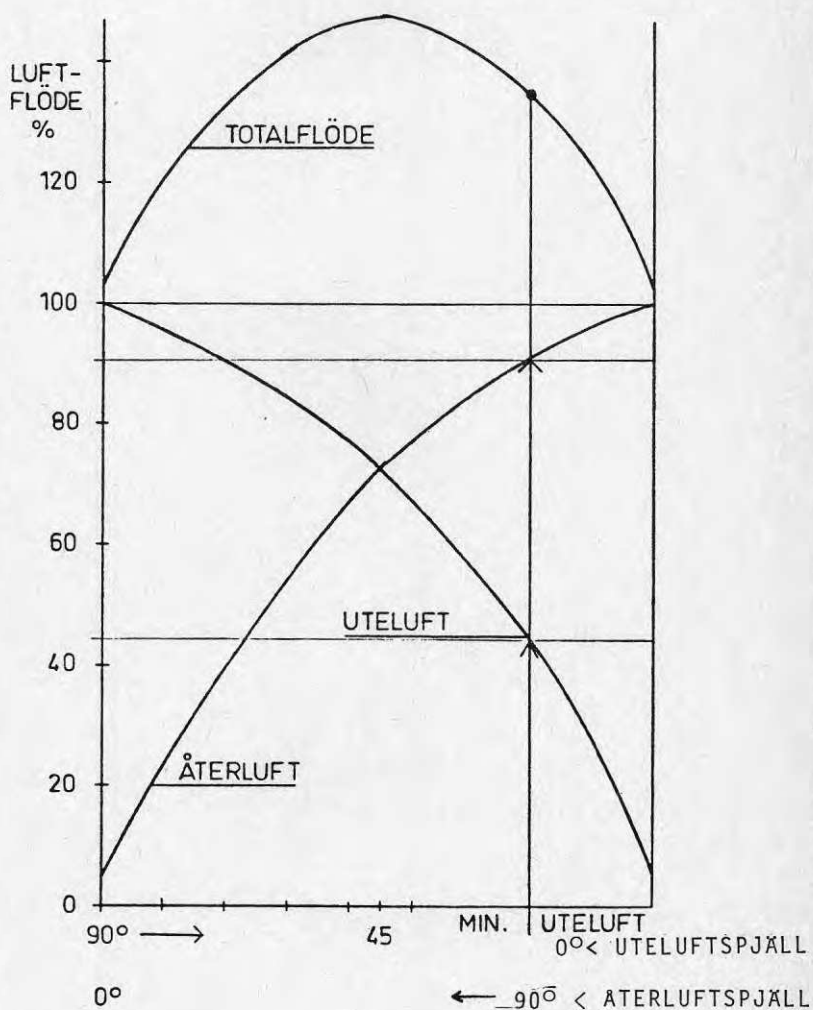
Har man det ideala förhållandet att till- och frånluftfläktarna har lika grundflöde blir vid parallellgående spjäll, resultatet att tilluftflödet ökar när spjällen står inställda för minimum uteluft, se figur 10. Även om flödesförhållandena justeras in enligt temperaturmetoden se fig. 8, sid. 23 kommer uteluftflödet att bli för stort med onödig energiåtgång som följd. Har man stort tryckfall mellan intagsgaller och spjäll blir flödeskillnaderna ännu mer markanta än figuren visar.

För att få riktiga flödesförhållanden även vid minimum uteluftflöde fordras att spjällen justeras så att återluftspjället endast är delvis öppet vid sitt max-läge, se figur 11.

Är flödesförhållandena mellan till- och frånluftfläkt olika fordras ytterligare analys av spjällens inbördes samspel för att kunna åstadkomma att de riktiga flödena blir injusterade.

Reglerutrustningens inställningsvred för minimibegränsningsfunktionen är så gott som alltid graderad i %. Det inställda värdet gäller i bästa fall läget på huvudställdonet. Det överensstämmer med andra ord inte med luftflödesförhållandena. Det fordras att man mäter och på något sätt anger det rätta läget för inställningsvredet. Hysteresis i reglerutrustningen och glapp i länköverföringen förekommer som gör att spjällägena kan variera och därmed påverka flödesförhållandena.

Fig. 10



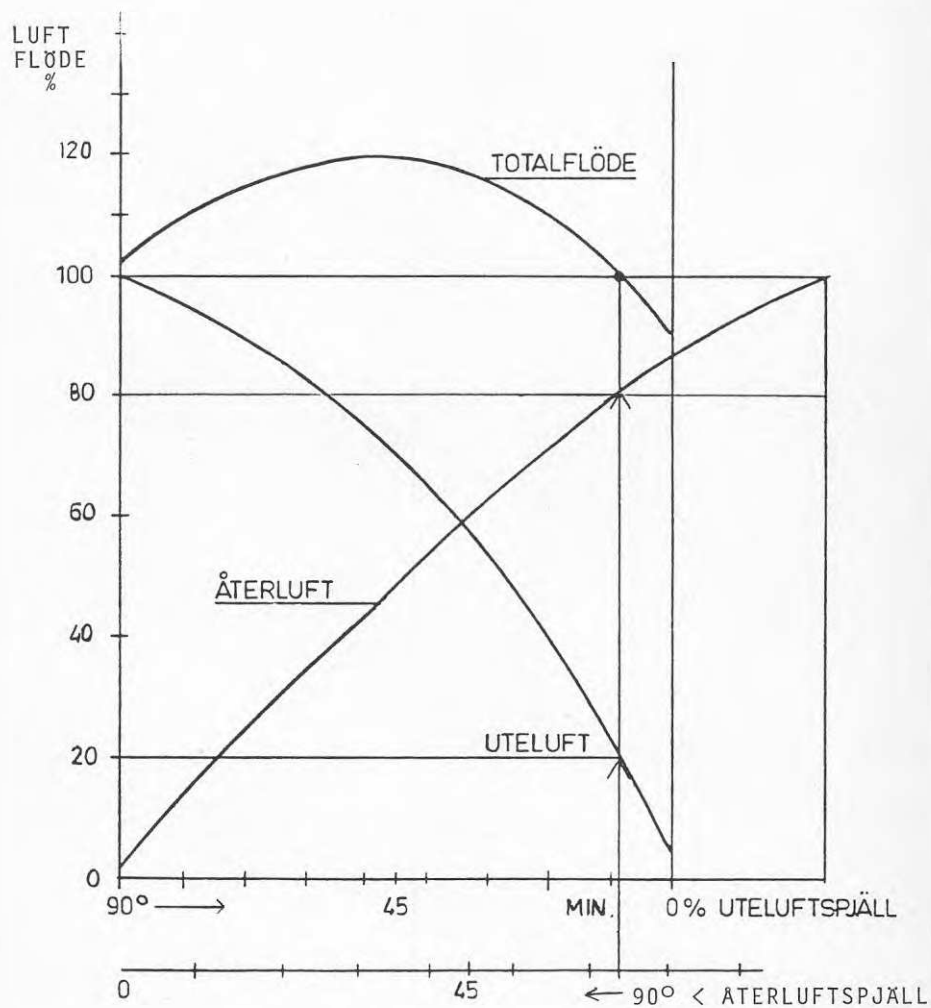
RELATION SPJÄLLVINKEL - LUFTFLÖDE

SPJÄLLAUKTORITET = 1%

LIKA FLÖDEN FÖR TILL - OCH FRÅNLUFT

MIN. UTELUFT 45% AV 135% = 33% AV TOTALFLÖDET

Fig. 11



RELATION SPJÄLLVINKEL - LUFTFLÖDE
 ÅTERLUFTSPJÄLL ÖPPNAR ENDAST TILL
 CA 65° < - VID MIN UTELUFT

Många av de moderna temperaturgivarna mäter temperaturen endast i en punkt. Detta gör att vid temperaturskiktning så kan man erhålla ett helt felaktigt mätvärde. Risken är då stor att efterföljande värmare kopplas in alltför tidigt med högre energiförbrukning som följd. En pulsation i temperaturskiktningen kan också lätt åstadkomma en pendling i spjällregleringen. Förutom olägenheten med temperaturvariationen så slits ställ- don och spjällens lager och länksystem i onödan.

Vid speciellt äldre anläggningar förekommer det att man har sekvensstyrning med ordningsföljden luft/värmare - uteluft spjäll. Om lokalernas verksamhet tillåter bör sådana system ändras så att blandningsdelen kopplas in först vid ökat värmebehov och därefter kan värmaren tillåtas gå in. Man måste dock vara observant på frysriskproblemet vid blandningsdelar med stora temperaturskiktningar, t ex vid sektorspjäll.

4. KRAV

4.1 Funktionsförutsättningar

Vid arbetets början antogs hypotesen att ställa krav på största acceptabla temperaturgradient efter blandningsdelen. Detta krav formulerades för referensgruppen "att gradienten i kanaltvärsnittet direkt efter blandningsdelen ej får vara större än 4°C ". Arbetets fortskridande visade att uppställd hypotes inte löste alla funktionsproblem (t ex frysrisk), vilka ställer olika krav på gradientens storlek och lufttemperaturens absolutvärde. Arbetshypotesens krav leder dessutom till en mycket avancerad mätteknik för kontroll att kravet innehålls.

Genomförd analys av driftförutsättningar och förekommande störningar avseende blandningsdelar för luftbehandlingssystem och samverkande aggregatdelar visar att uppställda krav bör vara av två slag, funktionskrav och energikrav.

Funktionskrav syftar till att ge luftbehandlingssystem med återluftsföring via blandningsdel avsedd funktion utan driftsstörningar.

Energikrav syftar till att ge luftbehandlingsaggregat med blandningsdel energioptimal funktion genom representativa mätvärden och korrektstyrning.

Strävan att söka utforma blandningsdelen för att begränsa temperaturgradientens storlek får under inga förhållanden åsidosättas, då en liten gradient alltid begränsar funktionsproblemen men ibland medför kostnader som inte funktionsmässigt kan motiveras.

I det följande kommer krav att uppställas för blandningsdelar ingående komponenter och samverkande aggregatdelar, samt hur dessa skall kunna efterlevas med kontroll, injustering och styrning. Kraven anges med någon av underrubrikerna funktionskrav och/eller energikrav.

4.2 Kanalsystem

Blandningsdelar samverkar i luftbehandlingsystem med kanaler, batterier, luftfuktare, filter, fläktar m m för att uppnå avsedd funktion. Samtliga kringblandningsdelen förekommande installationsdelar påverkar eller påverkas av blandningsresultatet.

Temperaturgradienter kommer att finnas i alla typer av luftbehandlingsinstallationer, exempelvis ger roterande värmeväxlare betydande gradienter och dess spridande till distributionssystemet kan inte undvikas endast begränsas.

Avtappingsproblem vid tilluftsdon på grund av ojämn temperaturfördelning i kanaltvårsnittet bör kunna åtgärdas genom utveckling av nya typer av prefabricerade kanaldelar för avstick.

Till blandningsdel anslutande kanaler skall ta hänsyn till möjligheten att förbättra blandningsresultatet, fabrikanternas anvisningar för prefabricerade blandningsdelar skall följas.

Anslutande kanaler skall utformas så att möjligheter till yttre störningar, t ex kallras i uteluftskanal, samt att erforderliga mätningsträckor finns för normenlig flödesmätning.

Kanalsystem - funktionskrav

Vid dimensionering av kanalsystem och luftbehandlingsaggregat med återluftsföring skall följande beaktas, att till- och frånluftsfläktarnas karakteristikor alltid samarbetar för ett undertryck i blandningsdelen och för undvikande av luftflödessvängningar i systemet.

att installationsdelar t ex fuktare, filter, batterier placeras i sådan ordning efter blandningsdelen att driftstörningar undviks med bibehållen funktion

- att till blandningsdelen anslutande kanaler skall förläggas på sådant sätt att yttre störningar elimineras och erforderliga mätsträckor för flödesmätning erhålls.
- att avtappningsproblem i kanalsystemen på grund av genom luftbehandlingsaggregat fortplantade temperaturgradienter undviks genom utformning och val av avstick.

4.3 Spjäll

Funktionen hos blandningsdelen är till mycket stor utsträckning beroende av till-, åter- och avluftsspjällens utformning.

Spjällens linjaritet, glapp och täthet är faktorer som helt avgär blandningsresultatet. Konstruktiv utformning av spjällen åligger naturligtvis fabrikanterna men valet av spjälltyp, spjällstorlek, styrning m m är faktorer som innebär att spjällfabrikanternas inverkan på blandningsresultatet är begränsat. Prefabricerade blandningsdelare inkluderande spjäll har i dessa avseende större möjligheter att påverkas av fabrikanterna och lång utvärderingstid.

Spjäll för blandningsdelar - funktions- och energikrav

Vid val av ute-, åter- och avluftsspjäll för blandningsdelar bör krav ställas på konstruktion och funktion.

- att spjällens linjaritet skall ge 100% blandningsflöde oberoende av blandningsförhållande
- att spjällbladens placering, uppdelning och inbördes styrning inom blandningsdelen utformas så att blandningen av luftströmmarna gynnas.
- att spjällbladens största glapp skall anges. Större glapp än 1° kan inte accepteras.
- att kontinuerligt styrda spjäll skall vara försedda med väl synlig lägesindikering 0-90°. Graderingsnoggrannhet min 5°.
- att tillufts- och avluftsspjällen skall vara av täthetsklass VVS AMA typ 3.

- att återluftsspjället skall vara av minst täthetsklass VVS AMA typ 3. Vid system med värmeåtervinningsinstallation skall spjällets läckageflöde i stängt läge anges inom tryckdifferensområdet 100-1000 Pa.
- att minsta uteluftsflöde skall injusteras avseende massflödet. Sambandet mellan minsta uteluftsflöde och spjällens lägen skall klart dokumenteras vid injustering.
- att minsta uteluftsflöde konstruktivt bör utformas med lämplig uppdelning av spjällytorna.

4.4 Blandningsdel

Vid konstruktiv utformning av ett luftbehandlingsaggregat med blandningsdel är ingående komponenters enskilda funktion av mindre intresse än blandningsresultatet.

Krav på blandningsdelar kan enklast uppfyllas av prefabricerade dito men måste uppfyllas i de flesta avseenden också av platsbyggda blandningsdelar.

I laboratorier utprovade blandningsdelar skall utnyttja laboratoriets möjligheter vid angivande av anslutningsidor för kanaler och tillhörande resultat. Förbättring av blandningen med turbulensbildare och andra temperaturutjämnare kan lämpligen anges i fabrikant-anvisningar.

Blandningsdel - funktionskrav

Blandningsdelen skall som komponent uppfylla kraven

- att ingående komponenter och samverkande aggregatdelar uppfyller ställda krav avseende funktion och energiåtgång.
- att luftens temperatur och hastighet i ett kanaltvårsnitt efter blandningsdelen uppvisar sådan fördelning att funktionen hos efterföljande aggregatdelar inte störs.
- att temperaturgradienter efter blandningsdelen uppvisar sådan fördelning att funktioner hos efterföljande aggregatdelar inte störs.

- att temperaturgradienten efter blandningsdelen inte bör vara större än 10°C .
- att prefabricerade blandningsdelar anges i fabrikantanvisningar med rekommenderade anslutningssidor och erhållna temperaturgradienter
- att prefabricerade blandningsdelar utrustade med temperaturutjämnare (gitter, spalter, turbulensbildare m m) anger erhållna temperaturgradienter i fabrikantanvisningar

4.5 Reglersystem

Reglersystemet skall vara så utformad

- att inställningsläget av minimum uteluftflöde lätt kan anges på vredets skala.
- att inställningsvredet inte skall vara åtkomligt för obehörig
- att alternativt kan en separat kanal inklusive tvåläges ställdon och spjäll användas för minimum uteluft.
- att temperaturgivare av medelvärdestyp eller flera givare skall användas
- att ställdonen och spjälllägen skall kunna justeras inbördes så att ventilations-systemet innehåller de rätta flödesförhållandena

4.6 Mätning och injustering

Vid konstruktion av luftbehandlingssystem skall enligt Svensk Byggnorm, SBN 1980, möjlighet till injustering finnas. Luftflödesmätning kräver erforderliga mätsträckor för att mätmetodernas felgränser skall vara kända.

Injustering av luftflöden kan vid blandningsdel ske med hjälp av blandningstemperaturen enligt "batterimetoden" utarbetad och analyserad av Torgil Stark, Bahco.

Korrekt injustering av luftflöden är ett led för optimal energianvändning.

Mätning, injustering vid blandingsdel - energikrav

Blandningsdelen och anslutande kanaler skall för normenlig injustering och representativ mätning uppfylla kraven.

att till blandningsdelen anslutande kanaler förses med möjligheter till normenlig mätning av luftflöden inom för kanalen avsett flödesområde

att injusteringsprotokoll upprättas för blandningsdelens flödesområde

att blandningsförhållandet kan mätas/registreras med temperaturmätning enligt "batterimetoden"

att mätning av temperatur för registrering/styrning av blandningsförloppet skall ske med mätmetod registrerande representativt medelvärde i kanal-tvårsnittet

att minsta uteluftsflöde i uteluftskanaler anges genom samband mellan luftflöde och lägen för till-, åter- och avluftsspjällen

5. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

5.1 Krav efter behov

Utformning av krav som förväntas efterlevas får inte vara av sådant slag att kraven kringgås. Krav skall vara meningsfulla och därmed fylla ett behov.

Att ställa hårda krav på temperaturgradienter efter en blandningsdel när funktionen i många fall inte kräver dessa stränga gränser har inte ansetts vara meningsfullt. Ett måttligt krav på temperaturgradienten, kompletterat med krav avseende aktuellt luftbehandlingssystemens användningssätt har i detta fall mer ändamålsenligt anpassats efter behovet.

Belysning av i blandningsdelen ingående komponenter och kring blandningsdelen samverkande installationsdelar har lett till krav vars avsikt har varit att förbättra blandningsdelens arbetsmiljö och därmed dess funktion.

Krav efter behov leder till att kraven inte får en absolut karaktär utan måste anpassas till aktuell applikation. Denna typ av krav får inte uppfattas att vara på något sätt svagare än absoluta krav.

5.2 Tilläggstexter för VVS AMA 72 och RA78

Uppställda krav bör för allmän kännedom och giltighet delvis kunna utformas som tilläggstexter i VVS AMA72 och RA78.

Förslag avseende tilläggstexter anges i det följande under i AMA lämpliga rubriker. Påpekas bör att angivna texter endast är förslagstexter och att AMA endast anger funktionskrav.

Tilläggstexter VVS AMA 79

Spjäll

Spjällblad utförs så att inbördes förskjutningar och deformationer mellan bladen sker utan glapp.

Typ 3 Spjäll skall ange flöde vid en tryckskillnad upp till 1000 Pa.

Jalusispjäll

Spjällblad bör vid återluftsföring kunna hopkopplas så, att de från stängt till öppet läge och tvärtom i sekvens följer varandra.

Tilläggstexter RA78

TO Sammansatt utrustning

Aggregat med återluftsföring.
Blandning av återluft och uteluft innebär i många fall temperaturskiktning i luftströmmen efter blandningsdelen. Ställ krav efter behov på största tillåtna temperaturgradient efter blandningsdelen.

Spjäll

Största tillåtna värde på spjällbladens glapp på axel och inbördes anges.

Kontinuerligt styrda spjäll skall försees med väl synlig lägesmarkering 0-90°. Graderingsnoggrannhet min 5°.

Spjäll för återluftsföring (ute-, åter- och avluftsspjäll skall vara av minst typ 3. Luftflöde genom spjäll typ 3 i stängt läge skall redovisas för tryckskillnad mellan 100-1000 Pa.

5.3 Kostnader - ekonomi

Turbulensbildare eller andra extrainstallationskomponenter för att förbättra blandningsresultatet innebär ökat tryckfall i systemet och därmed ökade driftskostnader.

Acceptabelt blandningsresultat bör i de flesta fall kunna erhållas utan att extra komponenter behöver installeras om uppställda krav och rekommendationer efterlevs. Ekonomiska analyser behöver av dessa skäl inte inriktas på att visa hur mycket extra tryckfall systemen kan bära.

Kostnadsjämförelser och driftskostnadsanalyser skall styra valet av luftbehandlingssystem för aktuell applikation och kommer av denna anledning inte att behandlas vidare här.

5.4 Miljöfrågor

Arbetarskyddstyrelsen utarbetar anvisningar som kan medföra begränsningar i användandet av återluftssystem inom arbetslokaler.

Skillnader mellan återluft från flera lokaler och cirkulationsluft för en större arbetslokal kommer att göras.

Kraven från Arbetarskyddsstyrelsen avseende anvisningar om återluftsföring och arbetsmiljö har vid denna rapport utarbetande inte publicerats. Hänvisning måste därför ske till Arbetarskyddsstyrelsens pågående arbete med ventilationsanvisningar för arbetslokaler.

5.5 Rekommendationer

Vid användandet av blandningsdelar i luftbehandlingssystem skall stor vikt läggas vid att blandningsresultatet uppvisar små temperatur- och hastighetsgradienter.

Denna rapport har sökt redovisa de faktorer som påverkar skiktning av temperaturen och har ställt krav vars avsikt har varit att begränsa temperaturskiktningen.

I rapporten uppställda krav bör leda till en produktutveckling av blandningsdelar, spjäll, styrsystem och mätgivare. Utvecklingen av mätgivare för representativ medelvärdesregistrering bör naturligtvis ha intresse inom alla luftbehandlingssystem.

Konstruktivt bör analysarbetet av driftförutsättningar, fläkt- och såjällkarakteristiker, minsta uteluftsflöde, styrsystem och övriga ingående installationsdelar samverka med valet av mätmetoder till en rekommendation vilken temperaturgradient som bör innehållas i varje enskilt fall.

Krav bättre än behovet kan ekonomiskt inte motiveras.

REFERENSER

Byggnadsstyrelsen, utvecklingsbyrån
Projekt 0242-08. Blandningskammare,
spjäll m m.

Brännström, H
Frysskydd för luftvärmare - kritik av en
rapport. VVS-tidningen nr 5, 1974.

Faison, T K Davis D C & Ackenback PR
Performance of lowered devices as air
mixers, 1970.
Performance of square-edged orifices
and orifice-target combinations as air
mixers, 1967
National Bureau of Standards (U.S.)

Gustavsson, J
Återluft, Institutionen för uppvärmnings-
och ventilationsteknik, KTH,
Tekniska meddelanden nr 106, 1977

Harman, CM & Nelsson, D W
Flow and mixing in high velocity double-
duct, air conditioning mixing chambers.
Ashrae No 1806.

Pattersson, N R
Fan selection and control in high velocity
VAV systems. Ashrae Journal 1977.

Stack, T
Mätning av representativa blandningstemperaturer
för återluftsanläggningar VVS 11-1979.

Ställborn, C
Undersökning av temperturfördelningen efter
blandningskammare. A4-serien nr 43, Institu-
tionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik
KTH, 1980.
Blandningsproblem i ventilationsanläggningar.
Institutionen för uppvärmnings- och ventila-
tionsteknik, KTH, Tekniska meddelanden nr 195,
1981.

Rosenthal, T
Undvikande av frysskador i luftvärmare,
VVS-tidningen nr 3, 1972.
Undvikande av frysskador i luftvärmare,
BFR, Rapport R18:1973.

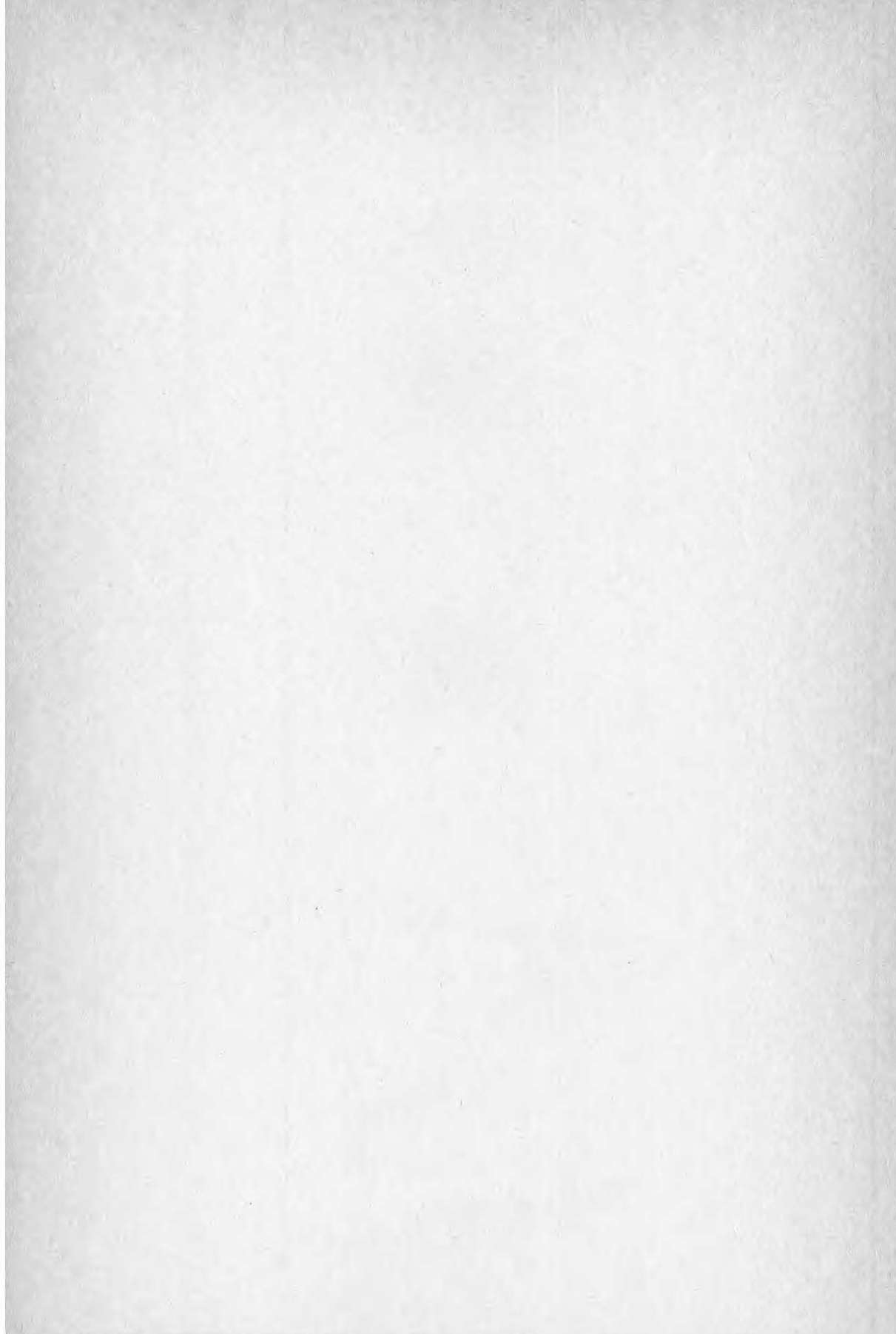
Standard measurements guide
Section on temperature measurements, Ashrae
Standards 41-46 Part 1, 1966.

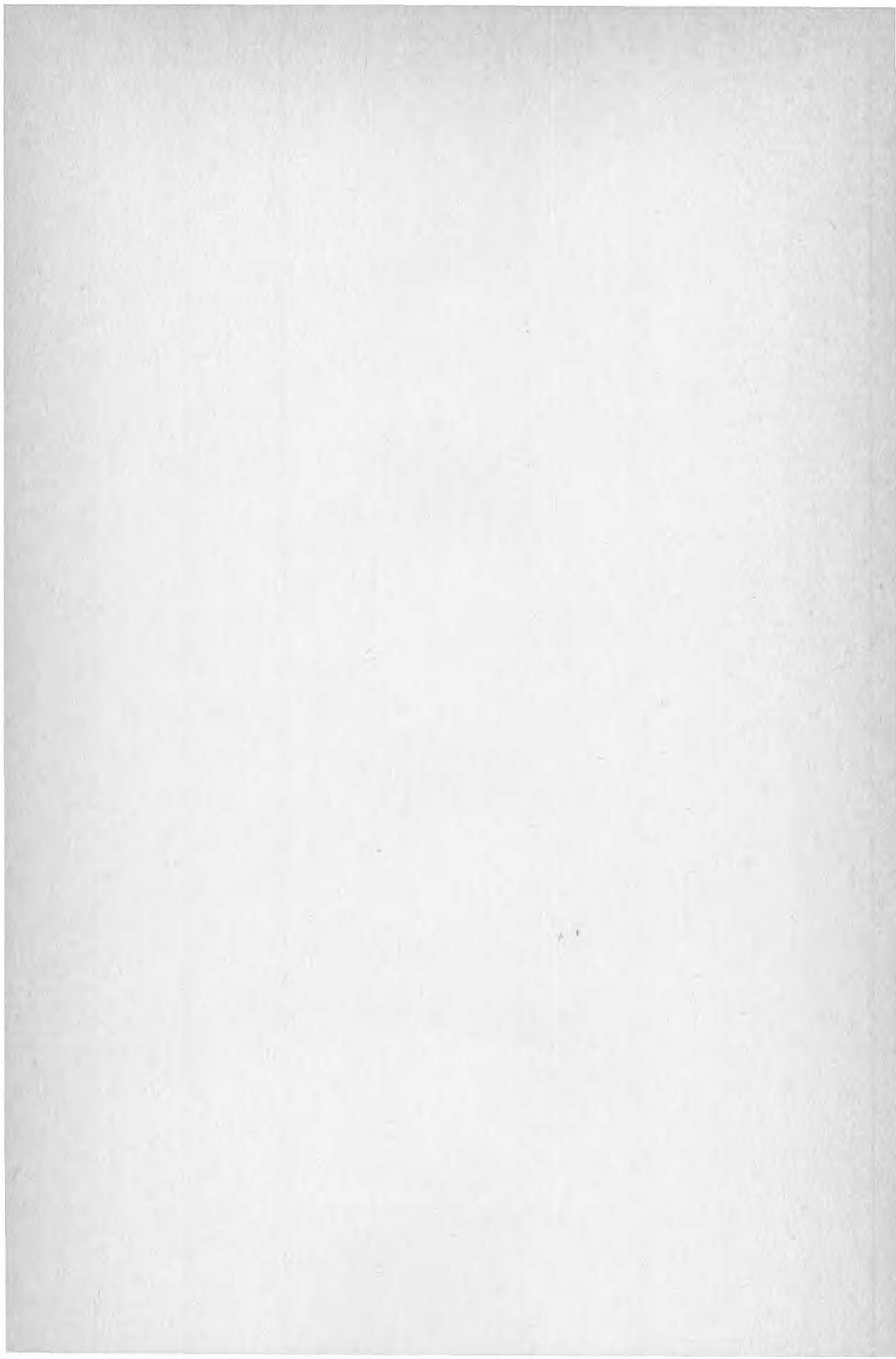
Svensk Byggnorm, SBN 1980

VVS AMA 72

RA 78

Fabrikantanvisningar





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
781509-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Hugo Theorells Ingenjörbyrå AB, Solna.**

R23: 1982

ISBN 91-540-3613-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700523

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 25 kr exkl moms