

KANALSYSTEM – PLACERING, UTFORMNING, INSPEKTION OCH RENGÖRING

Teknisk direktör **JOHNNY ANDERSSON**

Ramböll Sverige AB, Stockholm

Detta avsnitt beskriver vikten av att utforma och installera ett väl fungerande kanalsystem, hur det integreras i byggnaden, vilka kvalitetskrav som gäller och hur speciellt tätheten har stor betydelse för funktion och driftkostnader.

VARFÖR ÄR DET VIKTIGT MED VÄL FUNKERANDE KANALSYSTEM?

Om mer än ett rum är anslutet till ett gemensamt ventilationssystem, krävs distributionssystem, kanalsystem, för korrekt fördelning av luften till och från de olika rummen.

Funktionen kan emellertid bli otillfredsställande av många skäl:

- Luft läcker in och ut ur kanalerna p.g.a. att de är otäta.
- Höga lufthastigheter kan ge upphov till störande buller.
- Damm och andra föroreningar i kanalerna kan ge upphov till hälso-
problem.

Det är viktigt att man lägger ner omsorg på utformningen av kanalsystemet – det kommer normalt att användas under många år och det påverkar starkt systemets energianvändning. I många fall är energianvändningen för ett ventilationssystem lika stor för kanalsystemen som för luftbehandlingsaggregaten.

En annan viktig aspekt är den roll som kanalerna spelar som transportör, alstrare och dämpare av buller i byggnaden. Kanaler som är anslutna till angränsande rum kan också föra ljud mellan rummen och därigenom försämra ljudreduktionen.

Det krävs noggrann projektering och användning av sunt förnuft för att man skall få ett acceptabelt resultat. Kanalsystemet ingår i de

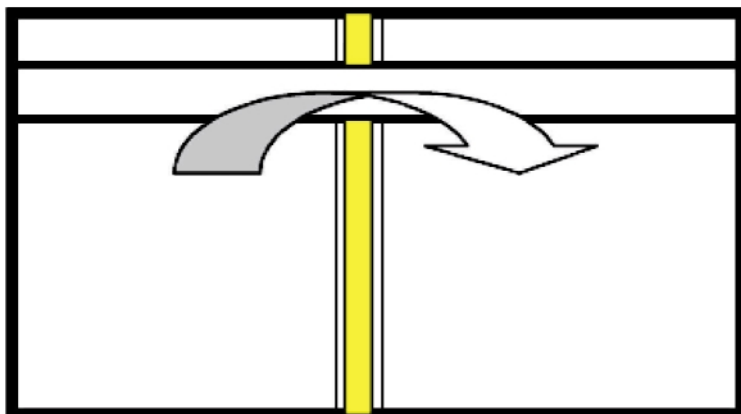


BILD 1. Överhörning mellan två rum via ventilationskanal.

flesta fall i en installation som har till uppgift att förse människorna i huset med bra klimat och god luftkvalitet och då får installationen inte samtidigt störa dem med irriterande buller. Det är många som känner det som en befrielse när ventilationen stängs av vid arbetsdagens slut och tystnaden har återkommit. Det här missnöjet med bullriga ventilationssystem måste undvikas och det är viktigt att man lägger ner lika mycket omsorg på den akustiska utformningen av systemen som på övriga faktorer som påverkar människornas välbefinnande och trivsel med hänsyn till luftkvalitet och termiskt klimat.

Tystnad – eller frånvaro av buller – saknas ofta idag vilket kan leda till stress och obehag. En viktig sak bör man vara medveten om – det är lättare att komma till rätta med detta innan problemen har uppstått – efteråt är det svårare, dyrare och kräver mer av tid och möda att nå en acceptabel lösning. Dessutom är det svårare att övertyga dem som redan blivit störda att de nu borde vara nöjda.

Mer om detta finns i kapitel E/Ljud och ljuddämpning, där det också beskrivs hur kanalinstallationerna kan alstra och dämpa ljud.

Utveckling och ökande krav.

Utvecklingen av ventilationskanaler och komponenter har under de senaste decennierna gått från manuella och tidskrävande tillverkningsmetoder som ställde stora krav på yrkesskicklighet hos plåtslagarna till storskaliga industriella tillverkningsmetoder där systemen sätts ihop på plats av montörer. Samtidigt förändrades uppbyggnaden av systemen från att bestå av skräddarsydda kanaler och komponenter, som tillverkades efter mått på plats, till industriellt tillverkade och lager-

**KANALER OCH
KOMPONENTER**

hållna kanaler med standardiserade dimensioner och utföranden på komponenterna, t.ex. böjar och avgreningar.

Ett stort och viktigt steg i denna utveckling togs när maskiner för tillverkning av spiralfalsade cirkulära kanaler i standardiserade diametrar introducerades på 1960-talet, innan dess användes cirkulära kanaler knappast alls.

Krav på att kanalerna skulle vara täta kom i början av 1970-talet och resulterade i att man utvecklade rektangulära kanaler som försågs med olika typer av gummitätningar i fogarna, istället för spackel och tejp som användes tidigare. De cirkulära kanalerna försågs också med tiden med olika typer av gummitätningar som komprimeras när kanaldelarna skjuts ihop vid monteringen.



BILD 2. Hopfogning av gummitätade spiralfalsade kanaldelar.

För att förhindra att fogarna, se bild 2, ska kunna glida isär fäster man dem mot varandra med täta nitar eller specialsruvar. En tillverkare har nyligen introducerat en lösning där fogarna hålls ihop utan skruvar eller nitar, något som underlättar monteringen.

Med högre krav på täthet följde krav på att tätheten skulle kontrolleras vid idrifttagningen. I takt med att allt bättre konstruktionslösningar kom fram kunde också kraven på täthet höjas, något som ytterligare beskrivs under rubriken; Krav, kontroll och inspektion.

Systemet byggs av komponenter.

Ett kanalsystem byggs oftast ihop av en kombination av rektangulära kanaler närmast tilluftsaggregatet där luftflödet är störst för att sedan, nedströms i systemet när luften fördelas till olika delar av byggnaden och olika rum, övergå till att byggas upp av cirkulära kanaler.

Kanaler tillverkas normalt av varmförzinkad stålplåt, men där korrosionsmiljön i eller utanför kanalen så kräver, också i rostfritt stål, aluminium och stålplåt belagd med en legering av aluminium och zink. Även syntetiska material (PVC, polyamid m.fl.) används ibland, t.ex. i frånluftskanaler från laboratorier.

Tvärsnitten hos kanalerna kan, som beskrivits ovan, vara cirkulära

eller rektangulära, men även ett mellanting, ”flatovala” kanaler används i en del länder. Dessa utgår från cirkulära, spiralfalsade kanaler som sedan antingen pressas ihop eller dras ut – det finns flera metoder – för att forma det ovala tvärsnittet.

Rektangulära kanaler.

Höjd och bredd hos de rektangulära kanalernas tvärsnitt följer en dimensionsstandard (EN 1505) i jämna steg om 100 mm upp till 600 mm och däröver i steg om 200 mm. Detta gör att det finns ett stort antal möjliga kombinationer för de raka kanalerna, och ännu fler för komponenter och formstycken, t.ex. böjar och förgreningar, vilket medför att det inte finns någon möjlighet att tillverka dessa på lager. Längden på kanalerna är normalt begränsad till 2,4 meter vilket motsvarar standardlängden på de förzinkade stålplåtar som används vid tillverkningen.

Normalt fogas de olika delarna ihop med gejdskarvar som slås på och därvid pressar ihop de två kanaldelarnas flänsar och komprimerar den mellanliggande tätande gummilisten. Ju större kanalerna är, desto kraftigare gejder krävs, se bild 3. De fyra hörnen på de rektangulära kanaldelarna förses ofta med bulthål som säkerställer att kanaldelarna kommer i rät linje och som samtidigt underlättar monteringen av gejderna. För att gejdern skall kunna slås på flänsarna krävs utrymme vid sidan för gejd och verktyg.

De plana kanalsidorna kan pulsera p.g.a. av varierande inre tryck i kanalerna och alstra störande buller mot utsidan. För att förhindra detta brukar man styva upp sidorna genom att antingen kryssknäcka kanalsidorna, bild 4, förse dem med inpressade tvärförstyvningar, bild 5, eller förse dem med utvändiga förstärkningslister.

Man skall undvika stag på insidan av kanalerna då detta dels kan alstra ljud och dels också försvårar rengöring.

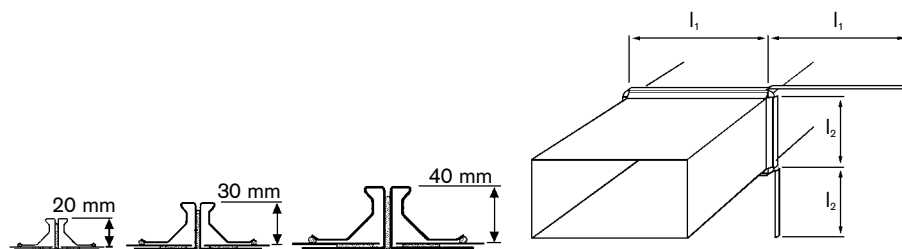


BILD 3. Ju större kanaldimension desto kraftigare flänsar krävs. Det behövs extra utrymme vid sidan av kanalen för att kunna slå på gejderna.



BILD 4. Kryssknäckt kanal.



BILD 5. Tvärförstyvad kanal.

Cirkulära kanaler.

Alla cirkulära metallkanaler som används idag tillverkas av rullar med band av förzinkad stålplåt, aluminium eller rostfritt stål som matas in i spiralfalsmaskinen. Det finns idag flera olika tillverkare av dessa maskiner men de liknar alla i princip varandra och bygger på den ursprungliga grundkonstruktionen. Bandet rullas ihop till en kanal av vald standarddiameter och med standardiserade tillåtna måttoleranser.

I motsats till de rektangulära kanalerna, tillverkas de cirkulära kanalerna i färre dimensioner. De standardiserade diametrarna följer en matematisk serie med konstant procentuell diameterökning med förhållandet $1:\sqrt[3]{2}$ (dvs. med ungefär 27%). Observera för övrigt att tersbanden inom byggnadsakustiken, se kapitel D/Akustik i byggnader, följer samma matematiska serie, något som underlättar memorering åt båda håll!

Följande diametrar används i Europa; diametrarna inom parentes, som inte följer serien, används dessutom i en del länder.

Längden hos de cirkulära kanaldelarna begränsas enbart av trans-

TABELL 1. Standardiserade kanaldiametrar, mått i mm.

63	80	100	125	160	200
250	315	(355)	400	(450)	500
(560)	630	(710)	800	(900)	1000
(1120)	1250	(1400)	1600		

portrestriktioner – maskinen kan fortsätta att tillverka kanalen i ett enda långt stycke så länge bandet, och lokalen, räcker. Normalt kapar man upp kanalen i längder på 3 meter men i en del fall har även längder på 6 meter tillverkats, transporterats och monterats. Genom att

använda längre kanaler minskar man antalet erforderliga fogar, och därmed läckaget, samt snabbar upp monteringen. I ett fall, då man behövde kanaler i stort antal och med stor diameter (1600 mm), valde man att flytta ut en spiromaskin på arbetsplatsen för att komma undan besvärliga transporter.

Komponenterna, t.ex. böjar, har fördelen att de kan vridas runt i valfri riktning vilket innebär att det bara behövs en typ av böj för varje dimension till skillnad från rektangulära och flatovala kanaler.

Flatovala kanaler.

En nackdel med de cirkulära kanalerna är att de inte kan plattas till när utrymmet tryter. Det är ett starkt skäl varför man använder rektangulära kanaler även om man – som visas i textavsnittet *Gör en genomtänkt utrymmesplanering*, istället för en låg och bred rektangulär kanal kan använda flera parallella cirkulära kanaler.

En kompromiss som används i en del länder är den flatovala kanalen, som kortfattat beskrevs i textavsnittet *Systemet byggs av komponenter*. Den tillverkas således av en cirkulär kanal som sedan med ett speciellt verktyg antingen pressas ihop eller dras ut för att bli ”flatoval” och används istället för rektangulära kanaler på ställen där utrymmet för kanalerna är trångt i höjddled. Kanaltypen bör endast användas där man har övertryck i kanalen, dvs. normalt för tilluftskanaler, annars riskerar man att den blir ännu plattare än man hade tänkt sig. Å andra sidan får inte heller övertrycket vara för högt då man kan riskera att kanalen återgår till sin ursprungliga runda form.

En nackdel med de flatovala kanalerna jämfört med de cirkulära är att hopfogningen av kanaldelar och komponenter, liksom utformningen av komponenterna är mer komplicerad. Likaså finns det, liksom för de rektangulära kanalerna, ett stort antal kombinationer av höjd- och breddmått vilket omöjliggör förtillverkning och lagerhållning.

Hållfasthet.

Kanalsystem skall uppfylla krav på:

- Mekanisk hållfasthet.
- Korrosionstålighet.
- Hållfasthet mot vibrationer.

Kanalerna skall också monteras med upphängningar som är tillräckligt starka för att stå emot de påfrestningar som kanalsystemet

kan utsättas för under olika förhållanden. Många av dessa krav täcks in av europeisk standard. Kanalerna utsätts antingen för inre positivt tryck (tilluft) eller negativt tryck (frånluft) och skall klara specificerade, dimensionsberoende krav för detta.

Rektangulära kanaler och komponenter skall ha dimensioner enligt EN 1505 och uppfylla krav på täthet och mekanisk hållfasthet enligt EN 1507.

Cirkulära kanaler och komponenter skall ha dimensioner enligt EN 1506 och uppfylla krav på täthet och mekanisk hållfasthet enligt EN 12237.

Viktigt med rätt korrosionsskydd.

För att kanalerna skall få en acceptabelt lång livslängd krävs att de väljs i rätt materialkvalitet med avseende på miljön de ska verka i. Om kanalerna skall installeras i korrosiv miljö, är ofta standardkvaliteten – förzinkad stålplåt – inte tillräckligt tålig. Antingen krävs då tilläggsbehandling med färgskikt av tillräcklig tjocklek och kvalitet eller byte mot mer korrosionståligt material, se textavsnittet *Systemet byggs av komponenter*.

Tabell 2 visar den hastighet med vilken zinkskiktet korroderar i olika miljöer. Ett vanligt problem som kan uppstå i en klimatanläggning är att det droppar kondensvatten från en kall yta ner på en galvaniserad plåtkanal. Detta ska förhindras genom att den kalla ytan förses med tillräckligt bra termisk isolering och ångbroms eller genom att man flyttar isär de två komponenterna. Skälet för den snabba korrosionshastigheten är att det kondenserade vattnet, liksom destillerat vatten, är saltfritt.

Exempel:

Ventilationskanaler i standardkvalitet tillverkas av förzinkad stålplåt i klass Z 275. Klassbeteckningen innebär att 1 m² av plåten är belagd med 275 g zink jämnt fördelad på båda sidor. Detta ger en medeltjocklek hos zinkskiktet på 20 µm. Om kanalen är monterad inomhus i torr miljö kommer det att dröja mer än 40 år innan zinkskiktet på kanalen har korroderat så mycket att kanalen börjar rosta:

$$20 / <0,5 = >40$$

Om kanalen däremot utsätts för kondensdropp (med en ungefärlig zinkavfrättningshastighet på 50–200 µm/år enligt tabell 2) kan de utsatta delarna börja rosta redan efter några månader!

TABELL 2. Zinksiktet försvinner med tiden.

Miljö	Ungefärlig korrosionshastighet [µm/år]
Inomhus	<0,5
Landsbygd i inlandet	<1
Havskust	
Städer	1–3
Landsbygd	0,5–2
Industriområden	2–10
Havsvatten	
Nordsjön	12–46
Östersjön	ca 10
Destillerat vatten	50–200
Jord	500

Viktigt med rätt isolering.

Det finns tre skäl varför kanaler kan behöva isoleras. De förses med:

1. *termisk isolering* för att skapa en termisk barriär mellan in- och utsida på kanalen.
2. *brandisolering* för att förhindra eld från att spridas genom kanalväggen.
3. *akustisk isolering*, på insidan för att absorbera ljud eller på utsidan av kanalen för att öka kanalväggens reduktionstal och därigenom undvika att ljud läcker ut ur eller in i kanalen (se kapitel E/Ljud och ljuddämpning).

Ibland kan två av dessa skäl sammanfalla, t.ex. krav på både termisk isolering och brandisolering. Den mest kostnadseffektiva lösningen kan då vara att kombinera dessa två krav genom att välja en typ och tjocklek hos isoleringen som uppfyller båda kraven med samma tekniska lösning. Vilket av de två kraven som är högst varierar från fall till fall. Normalt kräver brandskyddet större tjocklek hos isoleringen än önskemålet att minska energianvändningen.

Typiskt för alla tre applikationerna är att isolermaterialet skall vara brandsäkert och normalt bestå av mineralull eller glasfiber. Isolermaterialet monteras normalt på utsidan av kanalen, undantag från detta är då man använder materialet för ljudabsorption. Tidigare brukade också intagskanaler mellan uteluftsintag och inloppet till tilluftsaggregatet förses med invändig termisk isolering varvid kanalplåten tjänstgjorde som ångbroms (även kallad ångspärr) mellan den kalla

och torra luften på insidan och den varma och fuktiga luften på utsidan av kanalen. Nackdelen med denna lösning är att uteluften som tas in ännu inte har passerat något filter utan innehåller stoft som, tillsammans med regndroppar och snöflingor, skapar en god, men oönskad, mikrobiell grogrund i isolermaterialet.

Om luften i tilluftsaggregatet har kylts ner till en temperatur under luftens daggpunkt i byggnaden är det viktigt att isoleringen, beklädd med lämplig ångbroms, placeras på utsidan av kanalen dvs. där vattenångans partialtryck i luften har ett högre värde än vid den kalla kanalplåten, se vidare kapitel E/Kylning av tilluft.

Det är utomordentligt viktigt att ångbromsen, t.ex. plastfolie eller galvaniserad plåt, är helt tät, annars kommer vattenånga att tränga in i – diffundera – och kondensera i isolermaterialet och förmodligen korrodera kanalväggen, se det tidigare textavsnittet; *Viktigt med rätt korrosionsskydd*. Ett isolermaterial som blir blött förlorar det mesta av sin isolerande förmåga.

Om det är acceptabelt ur hygienisk synvinkel, kan isolermaterialet placeras på insidan av kanalväggen varvid denna tjänstgör som ångbroms mot omgivningen. När isolermaterialet monteras på kanalens insida är det viktigt att det valda materialet kan rengöras med normala metoder (se under rubriken; Rengöring av kanaler). Det är lika viktigt att materialet inte avger partiklar till luften – eroderar – vid de lufthastigheter som kan förekomma i kanalen.

Placering och utformning bör ske i samverkan.

**PLANERING
AV KANAL-
INSTALLATIONERNA** Samtidigt som projektören ska sträva efter att undvika långa och besvärliga kanaldragningar kommer en byggnadsutformning med t.ex. olämpligt placerade kanalschakt att försämra möjligheterna att planera ett bra system.

Utformningen och placeringen av kanalsystemen i byggnaden bör därför ske i samråd med arkitekten för byggnaden. Det är därvid viktigt att se till att det avsätts tillräckligt med plats för installationerna. Om detta startar tidigt under projekteringsfasen kan resultatet få positivt värde för båda parter, något som också utvecklas i textavsnittet; *Tål installationerna att visas?*

Ett eller flera system?

Det första logiska steget i planeringen av ventilationssystemet för en byggnad är att bestämma om den ska försörjas med ett enda tillufts-

och frånluftssystem för hela byggnaden eller om det vore bättre att dela upp försörjningen på flera system.

Beslutet bör grundas på följande avgöranden:

- Byggnadens storlek och erforderligt luftflöde – ju större dessa värden är desto mer talar för en uppdelning i flera delsystem. I en stor och låg byggnad kommer kanalsystemet att bli stort, kostnadskrävande och svårt att planera in om all luft ska tillföras från en punkt.
- Antalet brukare/hyresgäster – har de olika krav på driftstider för ventilationen? Detta kan t.ex. vara fallet om byggnaden innehåller både kontor och butiker. En uppdelning på separata system kan minska energianvändningen när man inte i onödan tvingas köra hela systemet bara för att en hyresgäst har behov av ventilation.
- Kommer brukarna/hyresgästerna att ha olika krav på luftkvalitet och termisk komfort? Detta kommer i så fall förmodligen att resultera i att det krävs olika tekniska lösningar som blir lättare att hantera med separata system. Om brukarna/hyresgästerna själva ska stå för dessa kostnader gör en uppdelning i delsystem att det blir enklare att fördela kostnaderna mellan dem.
- Indelning i brandceller och andra säkerhetsaspekter kan medföra att det blir enklare och säkrare att utforma ventilationen för individuella brandceller än att välja ett system för hela byggnaden.

Layout och låga tryckfall.

Kanalsystemets utformning har en väsentlig inverkan på tryckfallet och därmed på den energianvändning som krävs för att fläkten ska kunna transportera det valda luftflödet genom systemet.

$$P = \frac{q \cdot p_{tot}}{\eta} \quad (1)$$

Där:

P = effektbehovet för fläkten [kW]

q = fläktens luftflöde = nominellt flöde + läckluftflöde [m^3/s]

p_{tot} = fläktens totala tryckuppsättning = tryckfall i aggregat + kanalsystem [Pa]

η = fläktens totala verkningsgrad [-]

Vidare:

$$P = f(q \cdot p); p = f(q)^2; \therefore P = f(q)^3 \quad (2)$$

I ett kanalsystem kan trycket betraktas som energi som tillförts av fläkten och som omvandlats till kinetisk energi (luftflöde) och som irreversibelt, minskar p.g.a. friktion mot kanalväggar eller turbulens (t.ex. i böjar eller vid plötslig expansion). De här förlusterna, normalt benämnt tryckfall eller flödesmotstånd, måste övervinnas av fläkten för att de rätta luftflödena skall kunna tillföras via tilluftsdonen i systemet.

Tryckfall är kostsamma genom att de är direkt kopplade till fläktens energianvändning. Det är därför viktigt att projektören beräknar tryckfall i aggregatet och kanalsystemet och försöker minska onödiga sådana.

Luftflödet i kanalen är kopplat till minskning av trycket i kanalen i luftflödesriktningen. Tryckförlusterna beror på friktion och lokala flödeshinder i komponenter.

Båda typerna orsakas av lokala hastighetsändringar:

- Friktion motsvarar kraften som krävs för att accelerera luften som lämnar låghastighetszonen längs kanalväggen och passerar in i höghastighetszonen i kanalens centrala del.
- Komponentförluster motsvarar kraften som behövs för lokal ökning av medelhastigheten i kanalsystemet.

För att minska tryckförlusterna i systemet ska det utformas så mjukt och jämnt som möjligt:

- Undvik t.ex. plötsliga areaförändringar och skarpa böjar utan led-skenor.
- Undvik att placera kanalkomponenter på mindre avstånd än fem kanaldiametrar från varandra.

Placering av fläktar och luftbehandlingsaggregat.

Det finns ett antal aspekter man ska ta hänsyn till när det gäller placering av fläktar och luftbehandlingsaggregat:

1. Undvik att placera dem nära ljudkänsliga utrymmen, t.ex. konferensrum (se även kapitel D/Akustik i byggnader).
2. Placera dem nära de utrymmen de ska betjäna så att längden på kanalerna kan reduceras. Detta kommer att minska både kostnader, energianvändning och utrymmesbehov.
3. Placera luftbehandlingsaggregat och tilluftsfläktar nära lämpliga placeringar av uteluftsintag.

4. Fläktar och luftbehandlingsaggregat kräver regelbundet underhåll och tillsyn och skall också vara möjliga att byta ut när de är utslitna. Planera placeringen så att detta arbete underlättas. Undvik placeringar som är svåra att nå, t.ex. på vindar och yttertak (speciellt i kallt klimat och på höga byggnader). Tänk noga igenom hur detta underhållsarbete ska utföras och vad som krävs. Glöm inte att de här utrymmena utgör arbetslokaler för driftpersonalen och därför ska planeras och utformas som sådana.

Placering av uteluftsintag och frånluftsutsläpp.

Uteluftsintag ska placeras där det är troligt att omgivningsluften är bra.

Det är bättre att placera dem:

- Högt upp på gårdssidan av huset än mot gatan med dess trafikavgaser.
- På nordfasad i stället för på solbelysta fasader.
- På säkert avstånd från avluftsutsläpp – egna eller från grannbyggnader. Bedöm förhärskande vindriktningar, höjder och avstånd mellan intag och utsläpp.
- På säkert avstånd från kyltorn och evaporativa kondensorer för att minska risken för att legionella kan spridas i byggnaden via tilluftssystemet (bakterien *Legionella Pneumophila* kan finnas i de små vattendroppar som avges från t.ex. kyltorn).

Placeringen av avluftsutsläpp skall varken skapa problem för den egna byggnaden eller grannens.

Placering av kanalschakt.

Studera de olika planen och hur tilluft och frånluft ska distribueras. Försök att finna schaktplaceringar i så centrala lägen som möjligt. Ju mer symmetriskt kanalerna kan ansluta till sina schakt desto lägre kommer kostnaderna och utrymmesbehovet för kanalerna att bli.

En symmetrisk ”trädstruktur” hos stigarna i schakten och hos de anslutande kanalerna på våningsplanen kommer att reducera tryckfallet och därigenom energianvändningen för lufttransporten.

I större byggnader som är uppdelade i flera brandceller är det ofta fördelaktigt att separera kanalerna för tilluft och frånluft i separata schakt. Schakten kan då normalt betraktas som separata brandceller under förutsättning att schaktväggarna har godkänt utförande.

Av strukturella skäl placeras kanalschakten ofta intill byggnadens hisschakt. I avlånga byggnader med hisschakt i båda ändarna kan det vara en god idé att placera tilluftskanalerna i det ena och frånluftskanalerna i det andra schaktet.

Observera att schakten måste vara tillgängliga från varje våningsplan, både vid installationsarbetet och för framtida förändringar. I större byggnader med flera kanaler i schakten förser man ibland schakten med inspektionsdörrar och gallerdurksgolv på varje våningsplan och med belysning.

Symmetrisk utformning.

Där så är möjligt kan det vara fördelaktigt att utforma kanalsystemet symmetriskt. När en större lokal skall ha samma luftflöde i varje don kommer en symmetrisk utformning att leda till att tryckfallet blir detsamma i alla donen samtidigt som installationen underlättas. Bild 6 visar en symmetrisk kanalutformning för ett delsystem, ett kluster, där tilluften tillförs vid "1" och därefter fördelas med hälften var i det första T-stycket och därefter i följande halveringar i steg i T-stycken till dess luftflödet framme vid respektive tilluftsdon har minskat till lika åttondedelar av det ursprungliga flödet vid "1".

Till varje slutdon har luften passerat likadana kanaldelar med samma dimensioner och tryckfall. Genom att använda symmetriska kluster underlättas injusteringen av luftflödena; eftersom tryckfallen till de olika donen är lika kommer donen att kunna justeras in med samma

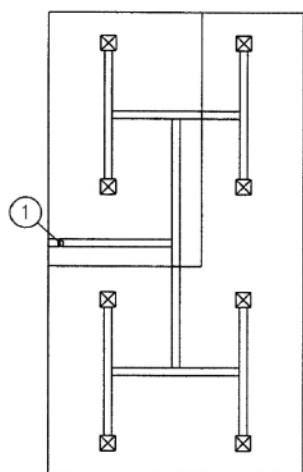


BILD 6. Symmetrisk kanalutformning i kluster där tilluften (som kommer in vid "1") delas upp och passerar genom identiska kanalkomponenter på sin väg till tilluftsdonen.

instrypningslägen. Det finns därför inget behov av injusteringspjäll utom möjligen för luftfördelning mellan separata kluster. Se även kapitel E/Injustering av luftflöden.

Utforma installationerna flexibla och generella.

En byggnad utformas normalt för att få ett långt liv, oftast betydligt längre än livslängden för de installationer som sätts in första gången. Kraven på byggnaden och dess installationer kan förändras med tiden. Nya hyresgäster eller förändringar i verksamheten i byggnaden leder ofta till att kraven på installationerna förändras. Det kan därför finnas anledning att överväga vilka krav man skall ställa på installationernas flexibilitet och byggnadens generalitet:

- Finns det rimliga marginaler hos installationerna – aggregat och kanalsystem – att kunna klara av måttliga ökning av luftflödena med de installationer som sätts in från början? Låga lufthastigheter i kanalerna ökar denna frihet där annars för hög energianvändning och ljudalstring i kanaler, komponenter och don kan förhindra framtida ändringar. Man kan betrakta den initiala merkostnaden detta kan medföra som försäkringsavgift som man får tillbaka med råge om och när man behöver göra funktionsförändringar i systemet.
- Är utrymmet i aggregatrum, kanalschakt, undertaksutrymmen etc. tilltagna så att man i framtiden kan byta ut de nuvarande installationerna till andra som uppfyller högre krav? För trånga utrymmen och framkomstvägar kommer annars att försvåra, kanske t.o.m. hindra detta, vilket kan leda till ett försämrat värde hos fastigheten. Även här kan merkostnaden för större utrymmen vara en god affär vid framtida ändringar av verksamhet och funktion.

Vid valet mellan de två – flexibla installationer och generella utrymmen – bör det första väljas om förändringarna kan bedömas ligga närmare i tiden (< ca 10 år) och det senare för förändringar längre fram.

Man bör vara försiktig då man använder tekniska lösningar där installationerna är integrerade i byggnadskonstruktionen. Det kan leda till svåra och kostsamma renoveringar om kanalsystemen av någon anledning behöver bytas ut i framtiden. Av miljöskäl bör man också använda material som är återvinningsbara vid rivning och und-

vika sandwichlösningar där olika material är kombinerade på ett sätt som förhindrar framtida separering.

Gör en genomtänkt utrymmesplanering.

Som beskrevs i textavsnittet; *Utforma installationerna flexibla och generella*, är det viktigt att se till att installationerna får tillräckligt med plats i byggnaden både i initialskedet och för framtida förändringar. En noggrann utrymmesplanering skall sträva efter att installationerna ska kunna:

- Transporteras in i byggnaden.
- Installeras – är t.ex. schakt och utrymmen tilltagna så att hopfogning och isolering av kanaler kan utföras korrekt?
- Provas.
- Injusteras.
- Underhållas.
- Repareras.
- Transporteras ut ur byggnaden när de har tjänat ut.

Kanaler, oavsett om de är rektangulära eller cirkulära, är stora och platskrävande i förhållande till andra installationer, t.ex. kablar och rör. De kräver stora svängradier och är därför svåra att flytta runt om de skulle riskera att kollidera med andra installationer. För att förhindra detta vanliga problem med kollisioner mellan installationer, t.ex. vid korridortak där alla installationer behöver få plats, är det viktigt att både projektörer och entreprenörer noggrant studerar dessa knutpunkter i förväg – vad ska ligga var och i vilken turordning ska installationerna monteras? Det kan vara praktiskt och tids- och kostnadsbesparande att rita upp sektioner över dessa ställen så att var och en vet vilket område han förfogar över.

Det här arbetet kan verka jobbigt men det betalar sig med råge. Det snabbar på installationsprocessen och förhindrar ovänskap mellan entreprenörerna på arbetsplatsen. Det ger ett tydligt bevismaterial som kan användas mot den som ger sig utanför sina gränser eller monterar sin utrustning så att det försvårar arbetet för andra. Den som felat får flytta på sig!

I textavsnittet om *Rektangulära kanaler* visades hur sådana kanaler fogas samman med gejder och hur detta normalt kräver ett relativt stort monteringsutrymme för att gejderna ska kunna slås på flänsarna, som sticker ut mellan 20 och 40 mm, på varje sida på de två

kanaldelarna. Detta måste man ta hänsyn till när man väljer kanaltyp, dimensioner och schakt. Det här kan lura en oerfaren projektör som finner att den logiska lösningen för ett rektangulärt schakt är rektangulära kanaler när kanske cirkulära kanaler vore lättare att installera.

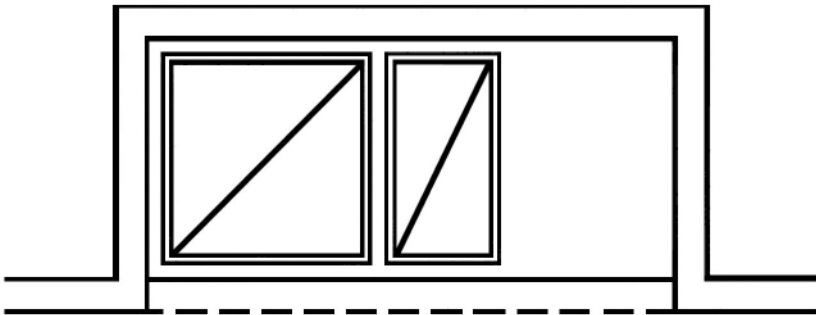


BILD 7. Så här långt gick det bra men sedan blir det svårare att utnyttja resten av ytan i schaktet!

Utrymmet som krävs för att montera en cirkulär kanal är därför ofta mindre än det som krävs för en rektangulär kanal med samma tryckfall. Ofta när kanaler monteras vid taket i kontorskorridor eller i ett kanalschakt där kanalen endast är åtkomlig från en sida kan det ge stora svårigheter att nå de flänsar som är monterade på den sida som inte syns.

Ibland kan man spara utrymme och kostnader genom att tänka annorlunda. En rektangulär kanal, 250 x 150 mm, kan ersättas av en cirkulär kanal med diameter 200 mm utan att tryckfallet ökar. Normalt borde det också bli billigare med det runda alternativet.

Ett skäl varför man använder rektangulära kanaler är att de normalt kan utformas så att de kan utnyttja breda och låga utrymmen. I sådana fall kan det vara möjligt att istället använda två eller flera parallella cirkulära kanaler som inte har några utskjutande flänsar.

Även här kan kostnaden för den färdiga kanalinstallationen bli lägre med det runda alternativet samtidigt som det kan underlätta injustering och zonindelning.

När man projekterar byggnadens kritiska områden i detalj är det viktigt att man tar hänsyn till de installationsmetoder som kommer att användas. Som exempel kan väljas hur en utvändigt isolerad kanal installeras. Sedan kanalen monterats – vilket kräver utrymme för fogning och upphängning – ska isoleraren börja sitt arbete. Han behö-

ver fritt utrymme runt kanalen för att kunna montera och fästa isolermaterial och eventuell ångspärr. Om kanalerna har monterats alltför nära tak, väggar och andra installationer så kommer han inte att kunna utföra sitt arbete med den kvalitet som krävs.

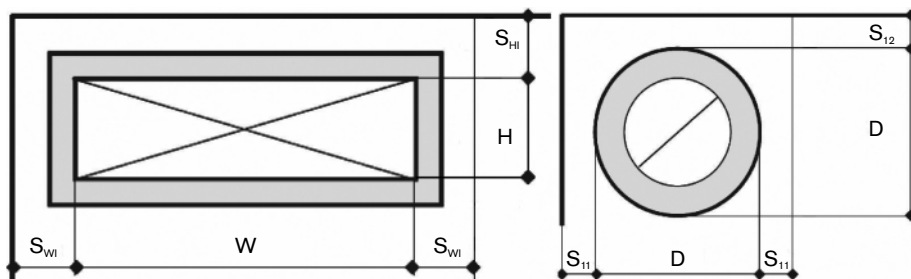


BILD 8. Delmått som måste hållas fria för att kanaler ska kunna isoleras utvändigt. Måttvärden framgår av tabell 3.

TABELL 3. Utrymme för montering av kanaler som är isolerade utvändigt med 100 mm.

Kanalstorlek (mm)		Cirkulära kanaler		Rektangulära kanaler	
Cirkulära D	Rektangulära W och H	S ₁₁ mm	S ₁₂ mm	S _{w1} mm	S _{h1} mm
≤160		≥100	≥50		
>160≤300		≥200	≥100		
>300≤500		≥300	≥100		
>500≤800		≥400	≥100		
>800		≥500	≥150		
	W, H ≤700			≥400	≥400
	700 < W, H ≤1200			≥600	≥400
	W, H >1200			≥600	≥600

Framkomstvägar och installationsutrymmen skall utformas med tanke på arbetarskydd och säkerhet. Underhållspersonalen behöver ofta transportera tunga verktyg och skrymmande reservdelar, t.ex. utbytesfilter. De ska kunna göra detta arbete på ett säkert och bekvämt sätt. Lejdare och stegar är t.ex. svåra att använda om man samtidigt ska ha med sig utrustning och behöver båda händerna för att kunna klättra.

Har man åtkomst till kanalschakt för att kunna utföra förändringar och kompletteringar? Finns det möjlighet att använda lyfthjälpmiddel för tyngre utrustning t.ex. aggregat och fläktar? Är framkomstvägar, dörrar och lyftschakt, tillräckligt breda och höga för transporter?

Tål installationerna att visas?

Byggnaden är ett system – för att det skall fungera på avsett sätt krävs fungerande installationer. Det finns en tilltalande trend bland en del arkitekter att låta detta komma till uttryck i utformningen av byggnaden där de t.ex. inte gömmer kanalinstallationerna ovanför undertak eller bakom inklädnader utan låter dem vara synliga och utgöra en del av inredningen.



BILD 9. Ventilationskanaler i två av ljusgårdarna på Rambölls Göteborgskontor.



BILD 10. Ventilationskanal i en restaurang (Kv. Garnisonen, Stockholm)

Bilderna 9 och 10 ovan visar exempel på byggnader där man valt att visa installationerna – i exemplet, bild 9, har kanalerna i byggnadens fyra ljusgårdar målats i olika ljusa kulörer för att underlätta orienteringen. Även på de olika våningsplanen är de spiralfalsade runda kanalerna lackerade och inte gömda ovan undertak vilket annars är normalt i kontorshus. Bild 10 visar kanaler som lackerats i olika kulörer som en del av inredningen i restaurangen i ett stort kontorshus.

Detta kräver ett nära samarbete mellan arkitekten och klimatprojektören och att samarbetet startar tidigt under projekteringsfasen – då kan samarbetet leda till fördelar för båda parterna.

Bild 11 visar hur man under projekteringen kan ta tekniken till hjälp för att illustrera olika alternativa kanalutformningar och färgsättningar.

Om man undviker att begränsa rumshöjden med undertak kan detta leda till lägre byggkostnader samtidigt som den högre fria rumshöjden och större ventilerade rumsvolymen normalt kommer att ge ett bättre inneklimat; den extravolym som skapas vid taket, där föroreningarna normalt har en högre koncentration, gör att ventilationsluften utnyttjas bättre. Den direkta kontakten mellan ventila-



BILD 11. Rambölls system för visualisering av byggnadsinstallationer (Mörby folktandvård).

tionsluften och rumstaket ger också möjligheter att kyla byggnaden med sval uteluft. Detta innebär inte att man helt kan avstå från undertak men de bör i första hand användas där de behövs av akustiska skäl, se kapitel D/Akustik i byggnader.

Om man väljer synliga installationer krävs dock att de håller hög standard, är fackmässigt och väl utförda och tål att visas, annars bör man avstå.

Krav skall uttryckas i kontrollerbara termer.

**KRAV, KONTROLL
OCH INSPEKTION**

Kraven på kanalsystemet anges normalt i förfrågnings- och entreprenadhandlingarna. I två EU-projekt [Andersson et al., 1999 och Malmström et al., 2002] konstaterades att skillnaden i att ställa och kontrollera krav var mycket stor mellan olika länder och att detta resulterade i stora kvalitetsskillnader. När det t.ex. gällde täthetskrav för ventilationskanaler visades att tätheten hos kanalsystemen var betydligt högre i Sverige än i två andra undersökta länder.

En trolig förklaring till detta ansågs vara att man i Sverige, sedan 1950, tillämpar det s.k. AMA-systemet där krav på bl.a. luftbehandlingssystem uttrycks i kontrollerbara egenskaper. I VVS AMA har t.ex. krav på täthet hos kanalsystem ingått sedan 1960-talet. Mer om detta beskrivs i textavsnittet; *Täthetskontroll av kanalsystemet.*

Krav på täthet hos kanalsystemet.

Olika studier har visat att läckage i kanalsystem kan resultera i kraftig ökning av energianvändningen. Det finns två anledningar till detta:

1. Fläkten måste arbeta hårdare.

Luftflödet som passerar genom fläkten påverkas direkt av kanalens luftläckage. För att det beräknade luftflödet ska komma fram till donen måste fläkten dimensioneras för och köras vid ett luftflöde som utgör summan av nominellt flöde, dvs. summan av alla donflöden, och läckageflödet på vägen till eller från donen.

Under förutsättning att fläktens effektbehov ändras med tredje potensen för luftflödet, jämför ekvation 2, så kommer effektbehovet att öka med:

$$\Delta P = \left(\frac{q_{tot}}{q_{tot} - q_{läck}} \right)^3 \text{ [kW]} \quad (3)$$

Där:

q_{tot} = det totala luftflödet genom fläkten [m^3/s]

$q_{läck}$ = det utläckande luftflödet i kanalsystemet [m^3/s]

Så kommer t.ex. ett läckluftsförlust på 5% att kräva att fläkteffekten ökas med nästan 20%:

$$\Delta P = \left(\frac{1}{1-0,05} \right)^3 \approx 1,20$$

2. Ökade termiska förluster.

Behandlad tilluft – värmd eller kyld – som läcker ut på vägen till det betjänade rummet är förlorad och med den också den energi som använts för behandlingen.

Om tillufts- och frånluftskanalerna dessutom är placerade i ett gemensamt undertaksutrymme så kommer den luft som läcker ut ur tilluftskanalen att direkt kunna passera in i frånluftskanalen utan att ha passerat rummet på vägen.

Läckande kanaler är en negativ faktor som motverkar energieffektivitet, termisk komfort och luftkvalitet.

Gränser för tillåtet luftläckage krävs därför för att:

- Minimera kostnaderna och energiförlusterna till följd av en annars överdimensionerad eller ineffektiv anläggning.
- Förenkla injusteringen.
- Få kontroll över ljud som kan uppstå i läckagepunkterna.
- Begränsa infiltration/exfiltration till utrymmen som inte kräver luftbehandling.

Ett kanalsystem kommer aldrig att vara ”absolut tätt” och ett sådant krav kan heller inte ställas. Istället anges krav på hur mycket luft som tillåts läcka vid ett angivet tryck och normaliserat till kanalsystemets totala omslutningsarea.

Täthetsklasser hos kanalsystemet.

Den följande klassindelningen, som började tillämpas i Sverige redan i samband med VVS AMA 72, ligger också till grund för klassindelning enligt Eurovent, de europeiska ventilationstillverkarnas sammanlutning. Klassindelningen anger det maximala läckaget per m² omslutningsarea uttryckt som en läckfaktor, K:

$$K = \frac{q_v}{A \cdot \Delta p_{ref}^{0,65}} \quad (4)$$

Där:

q_v = läckflödet [m³/s]

A = den provade kanalens omslutningsarea [m²]

Δp_{ref} = referenstrycket som används vid provningen [Pa]

TABELL 4. Läckklasser och läckflöden enligt Eurovent 2/2(VVS AMA) och ASHRAE.

Läckklasser enligt Eurovent 2/2 [1/(s · m ² · Pa ^{0,65})]	Läckflöde vid 100 Pa [l/s per m ²]	Läckflöde vid 400 Pa [l/s per m ²]	Läckklasser enl. ASHRAE [ml/(s · m ² · Pa ^{0,65})]
Klass A ($K < K_A = 0,027$)	0,54	1,33	27,0
Klass B ($K < K_B = 0,009$)	0,18	0,44	9,0
Klass C ($K < K_C = 0,003$)	0,06	0,15	3,0
Klass D ($K < K_D = 0,001$)	0,02	0,05	1,0

Täthetsklass D är inte definierad i Eurovent 2/2 men tillämpas i en del europeiska länder bl.a. i Sverige. I Sverige används provtrycket 400 Pa (VVS AMA 98).

Täthetskontroll av kanalsystemet.

Varför det är viktigt med täta kanaler har beskrivits i textavsnittet; *Krav på täthet hos kanalsystemet.* Av detta följer att beställaren dels måste uttrycka sina krav på kanaltäthet i kontrollerbara termer – som entreprenören förstår, accepterar och kan prissätta – och dels att han stickprovvis kontrollerar tätheten i samband med slutbesiktning och övertagande.

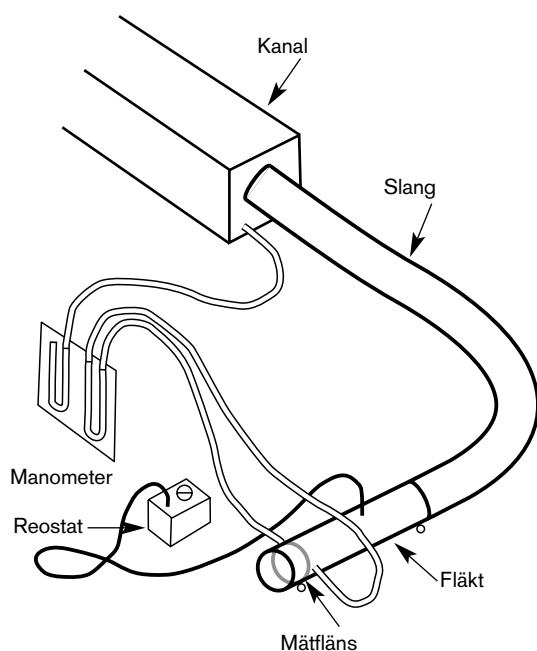


BILD 12. Typisk mätutrustning för täthetsprovning av kanaler.

I ett EU-projekt [1] kunde konstateras att detta ofta dock inte är fallet. När inga krav hade ställts och ingen kontroll hade gjorts visade det sig att kvaliteten på de installerade kanalsystemen var mycket låg. Detta förefaller också relativt självklart – om man inte efterfrågar kvalitet och kontrollerar att man fått det, så får man det inte!

En jämförelse mellan det uppmätta läckaget hos kanalsystem i Belgien, Frankrike och Sverige visade att kanalsystemen i Sverige i medeltal var 25–50 gånger tätare än motsvarande värden i de andra två länderna. Skälet till detta konstaterades vara att, som påpekats tidigare, krav på täthet hos kanaler i Sverige har ställts i entreprenadbeskrivningar enligt AMA sedan 1968 och att dessa krav sedan successivt skärpts i samband med att tekniken utvecklats som följd av att krav ställts.

Kraven i senaste utgåvan, VVS AMA 98, är att:

- *Täthetsklass A*, det lägsta kravet, gäller för ”synligt förlagd kanal i betjänat utrymme” och skälet är givetvis att ett läckage här spelar liten roll, det extra flödet som går vid sidan av donen på tillufts- och/eller frånluftskanalen ”kommer rummet till godo”.
- *Täthetsklass B* (dvs. 3 gånger tätare än A) gäller för rektangulära kanaler och för cirkulära kanalsystem med omslutningsyta $\leq 20 \text{ m}^2$.

- *Täthetsklass C* (dvs. 3 gånger tätare än B) är standardkravet för cirkulära kanalsystem med omslutningsyta >20 m².
- *Täthetsklass D* (dvs. 3 gånger tätare än C) ingår inte som standardkrav i VVS AMA men kan specificeras för system där tätheten är av väsentlig betydelse. Tillverkare av cirkulära kanalsystem kan idag leverera system med denna täthet.

Täthetskraven kontrolleras sedan stickprovvis och redovisas på fastställda formulär som del i entreprenörens åtagande.

Omfattningen av den stickprovvis genomförda kontrollen varierar med kanaltyp; 10% av entreprenadens cirkulära kanaler och 20% av de rektangulära kanalerna är normalkravet enligt VVS AMA. Normalt provtryck är 400 Pa.

Om det visar sig att dessa provade delar uppfyller täthetskraven är resultatet godkänt. Om det visar sig att den provade kanalen läcker mer än föreskriven täthetsklass skall kanalen tätas och provas om tillsammans med ytterligare 10% av de cirkulära respektive 20% av de rektangulära kanalerna. Om denna omprovning visar att kanalerna uppfyller kravet är resultatet godkänt. Om det visar sig att de nu provade kanalerna läcker mer än den föreskrivna täthetsklassen skall kanalerna tätas och provningen utökas till att omfatta samtliga kanaler som ingår i entreprenaden.

Med dessa krav är det kostsamt för entreprenören att tvingas genomföra mer än den provning som normalt ingår i entreprenaden och som han tagit med i sin priskalkyl. Alla ytterligare provningar sker på entreprenörens bekostnad – något som rimligen bidrar till att entreprenören eftersträvar en hög kvalitet på sin installation redan från början.

En jämförelse av kanaltäthet i tre länder i ett EU-projekt.

I EU-projektet SAVE-DUCT (Andersson et al., 1999), som genomfördes i samarbete mellan Belgien, Frankrike och Sverige, kontrollerades tätheten hos ett större antal kanalsystem. Det visade sig att läckaget hos de belgiska och franska systemen var i medeltal tre gånger högre än vad som tillåts i Sverige för klass A. Motsvarande medelvärde i Sverige låg mellan klass B och klass C. Se bild 13.

Injustering av luftflöden.

Det är viktigt att luftflödena till de olika rummen i byggnaden justeras in till de föreskrivna värdena.

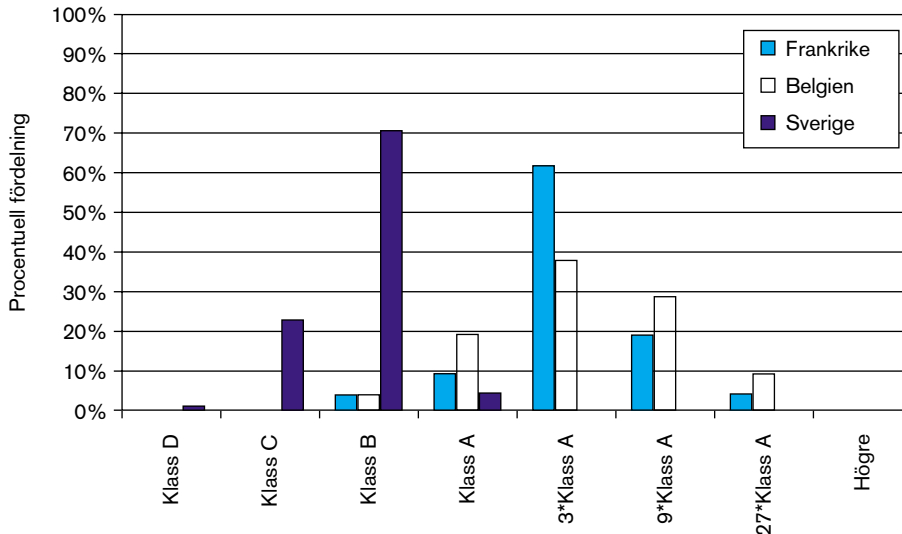


BILD 13. Fördelningen av olika täthetsklasser baserade på mätningar av 21 system i Belgien, 21 i Frankrike och 69 i Sverige. Staplarna representerar det relativa antalet system som uppfyller kraven för specificerad täthetsklass.

För att detta skall vara möjligt krävs att kanalsystemet planeras och installeras på sådant sätt att det är möjligt att balansera systemet och mäta luftflödena och att detta arbete kan utföras med acceptabel noggrannhet och till så låg kostnad som möjligt.

Ju kortare transportvägen är mellan fläkt och luftdon desto mindre energi kommer att krävas och desto enklare kommer också injusteringen att bli. Det är också en fördel både för injusteringen och för energianvändningen om systemen utförs så, att luftflödena till donen tillförs via parallella distributionsvägar i stället för att luften tillförs don placerade i serie. Detta innebär att kanaler som försörjer flera don bör delas upp i grenkanaler och anslutningskanaler. Om man ändå väljer att ansluta flera don till en och samma kanal skall avståndet mellan det första och det sista donet i kanalen hållas så kort som möjligt för att undvika för stora strypningar och buller från donen.

Att placera donen symmetriskt, se textavsnittet; *Symmetrisk utformning*, är något som väsentligt underlättar och förkortar injusteringen. Sträckan mellan huvudkanalen och de olika donen är uppbyggd på samma sätt, med samma kanaldelar och av samma längd vilket innebär att trycket framme vid donen är lika för samtliga don. Se även kapitel E/Injustering av luftflöden.

**RENGÖRING AV
KANALER**

Varför?

Det finns tre huvudsakliga skäl varför man behöver hålla kanalerna rena:

1. Kanalerna kan sättas igen av föroreningar i en sådan grad att funktionen försämras, tryckfallet ökar och luftflödet minskar.
2. Insidan på kanalerna täcks av brännbara föroreningar som kan antändas och orsaka brand eller explosion.
3. Kanalerna kan innehålla föroreningar som är irriterande eller som kan orsaka hälsoskador om de tillförs rum där det vistas människor.

Det första skälet gäller framförallt frånluftskanaler från våtrum där de använda små kanaldimensionerna lätt sätts igen. Frånluften är varm och fuktig och fukten kondenserar på insidan av den svalare kanalplåten och i denna fuktiga yta fastnar t.ex. textilfibrer som avges från tvätt på tork och från våta handdukar och som följer med frånluften. Frånluftsdonen är normalt anslutna till kanaler med 80 mm diameter och dessa klarar inte av någon större uppbyggnad av föroreningar på insidan innan arean har satts igen så mycket att luftflödet blir otillräckligt. Men det här är något som framförallt sker på den första halvmeteren av kanalen och är lätt att ta bort från rummet sedan donet plockats ner.

Det andra skälet, gäller kanaler som transporterar brandfarliga eller explosiva föroreningar, och som regelbundet skall rengöras enligt krav i nationella brandbestämmelser. Det finns många exempel på kanaler där detta ska tillämpas – utsugning från sprutmålningsboxar och bageriugnar, spisar och fritöser är några exempel på system där den primära lösningen är att hindra att föroreningarna kommer in i kanalen, t.ex. genom att använda fettfilter över spisen och färgavskiljare efter sprutmålningsboxen.

När man projekterar och installerar den här typen av kanaler ska man noga följa de nationella brandbestämmelserna. Man skall planera hur rensningen ska gå till, var inspektions- och rensluckor ska placeras och om kanalen t.ex. ska förses med renswire på insidan. Kanalmaterial och monteringsavstånd till brännbar byggnadsdel liksom tjocklek och typ av isolering skall också väljas korrekt.

Det tredje skälet finns anledning att beskriva mer i detalj. Det är det nyaste av de tre skälen och har diskuterats under de senaste två decennierna som ett sätt att minska risken för att byggnaden drab-

bas av s.k. sjukahus-symtom (SBS – Sick Building Syndrome) och för att man vill förbättra tilluftens kvalitet.

Det är självklart att luftbehandlingssystemet inte ska tillåtas att avge föroreningar från smutsiga kanaler till tilluften. Finns det risk för att detta kan ske, så ska det förhindras genom att kanalerna görs rena. Risken kan gälla tilluftskanaler om luftfiltren är av för låg kvalitet, om de överbelastas eller om de är monterade så att ofiltrerad luft kan passera vid sidan av filtret.

Det finns en risk för att kanaler kan utgöra grogrund för mögel. De bästa metoderna för att förhindra detta är att:

- Undvika att kanalerna kan bli våta genom att:
 - använda rätt typ och utformning av intagsgaller.
 - begränsa hastigheten för luften in genom gallret att inte överstiga 2,5 m/s.
- Båda dessa åtgärder minskar risken för att regndroppar och snöflingor kan följa med luften in i systemet, se kapitel E/Uteluftsintag-placering, utformning, inspektion och rengöring.
- Placera uteluftsintaget där uteluften är så ren som möjligt, se textavsnittet; *Placering av fläktar och luftbehandlingsaggregat*.
 - Inte isolera intagskanalen på insidan.
 - Inspektera intagskanalen regelbundet för att kontrollera om den behöver rengöras. För detta krävs inspektions- och renslucka.
 - Utforma intagskanalen med fall mot dräneringsanslutning.

Regelbunden kontroll av renheten och rengöring vid behov är vanligt förekommande i många länder även om detta inte utgör myndighetskrav.

Det kan därför vara lämpligt att man på ritningarna markerar lämpliga storlekar och placeringar av inspektions- och rensluckor.

Vilka kanaler behöver rengöras?

Om kanalerna skall rengöras på grund av hälso- och komfortskäl så borde rengöringen i så fall kunna begränsas till tilluftskanalerna, i varje fall i de länder där man idag av hygieniska skäl inte använder återluft.

Om man använder återluft, skall man säkerställa att den inte bär med sig tobaksrök och dålig lukt tillbaka till aggregatet och som försämrar tilluftskvaliteten. Om man använder återluft finns det givetvis skäl att även inspektera och vid behov rengöra också återluftskanalerna.

Behovet av, och skälen för, att rengöra kanaler som presenterats ovan gäller alla föroreningar som tillförs kanalerna under drift. Det är inte självklart att alla olika kanalsystem i byggnaden ska rengöras bara för att ett av systemet behöver det. Tabell 5 summerar vanliga och viktiga skäl för rengöring av olika typer av kanalsystem.

TABELL 5. Vilka kanaler och varför ska de rengöras?

Vilka kanaler bör rengöras?	Varför ska de rengöras?		
	Funktion	Brandfara	Hälsa
Frånluftskanaler i bostäder, kontor och skolor	x	–	–
Återluftskanaler i bostäder, kontor och skolor	x	–	x
Tillluftskanaler i bostäder, kontor och skolor	–	–	–
Tillluftskanaler i bostäder, kontor och skolor med återluft	x	–	x
Frånlufts- och utsugningskanaler i industrier	x	–	–
Rengöring som krävs enligt lag p.g.a. brandrisk	x	x	–

x normalt lämpligt. – kan vara onödigt.

Börja med rena kanaler!

Det är viktigt att ventilationskanalerna skyddas från nedsmutsning under hela installationsprocessen, från transporten till byggplatsen, under installationsarbetena och innan systemet tas i bruk. Ett alternativ som därför väljs allt oftare är att förse kanaländarna med tättslutande lock av plast eller papp.

Om denna skyddslösning väljs är det viktigt att ange kraven i entreprenadhandlingarna t.ex. enligt något av följande alternativ:

TABELL 6. Lockade kanaler – alternativ.

Skyddsgrad	Efter tillverkning	Under transport	Under lagring på plats	Under installation
0	Nej	Nej	Nej	Ja, men endast vertikala kanaler*)
1	Nej	Nej	Ja	Ja
2	Ja	Ja	Ja	Ja

*) Vertikala kanaler kan vintertid fungera som skorstenar där smutsig luft av termiska stigitkrafter kommer att föras upp genom huset.

Om man inte skyddar kanalerna för invändig nedsmutsning på detta sätt, ska systemet rengöras innan det startas upp första gången. Kontroll av kanalernas renhet bör ingå som ett naturligt moment av slutbesiktningen.

När behövs rengöring?

Normalt bestämmer man behovet av rengöring efter en visuell kontroll av kanalerna. Denna kan antingen göras med TV-inspektion eller manuellt och okulärt med hjälp av ficklampor och speglar genom inspektionsluckor på kanalerna vilket kräver relativt tät placering av inspektionsluckor.

Vid TV-inspektion använder man en liten TV-kamera monterad på en robot som fjärrstyrt kan förflytta sig genom kanalsystemet. Kameran sänder tillbaka bildsignalen till en monitor och en videobandspelare. Längdförflyttningen av kameraroboten indikeras på en skala för att man ska kunna se var det krävs speciella åtgärder. Eftersom utrustningen är relativt dyr och kräver specialutbildad personal utförs arbetet normalt av speciella entreprenörer på samma sätt som vid inspektion av avloppsledningarna.

Kanalrengöringsmetoder.

De metoder som används är:

- Torr rengöring.
- Våt rengöring.
- Desinficering.
- Inkapsling.
- Borttagning av invändig isolering.

Torr rengöring används när föroreningarna kan avlägsnas med enkla mekaniska medel eller när det inte är lämpligt att använda vatten.

Manuell rengöring med våtavtorkning används när det är lätt att komma åt insidan av kanalerna eller när dessa är så stora att rengöraren kan förflytta sig i kanalen. Om detta är möjligt är det utomordentligt viktigt att först kontrollera hållfastheten hos kanalupphängningarna. De skall, förutom att klara av den smutsiga kanalens tyngd, även vara dimensionerade för den ytterligare belastningen av rengöraren med sina verktyg och utrustning. I båda fallen – manuell rengöring från utsidan eller från insidan – behövs tillräckligt stora rensluckor eller manhål.

Mindre kanaler kan rengöras med verktyg som använder roterande borstar och munstycken för tvättmedel. Genom tillsatser av olika kemikalier kan man avdöda eller kontrollera tillväxt av mikroorganismer.

Vanligtvis isolerar man en del av kanalsystemet och sätter det under tryck med hjälp av en dammsugare i ena änden av systemet. Dammsugaren som alstrar undertrycket och tar hand om föroreningarna skall vara försedd med HEPA-filer. Rengöringen startar från sektionens andra ände och arbetar sig fram mot kanaländan med utsugningsanslutningen. Man använder olika typer av optisk övervakning, jämför föregående textavsnitt; *När behövs rengöring?*, för att kontrollera arbetet.

Om kanalerna är invändigt isolerade kan man tillämpa inkapsling som förhindrar erosion av fibrer från isolermaterialet och som också kapslar in de organiska ämnen som kan utgöra grogrund för tillväxt av mikroorganismer. Om så är möjligt är det ofta att föredra att man istället avlägsnar isolermaterialet.

Folk som vistas i byggnaden skall skyddas under rengöringsarbetet genom att de sektioner som rengörs, avskiljs tätt från resten av luftbehandlingssystemet och från byggnaden.

Användning av dekontamineringsmedel och kemikalier för inkapsling är mera problematiskt. Medlen skall vara godkända för användning för ändamålet och rengörarna måste vara iklädda lämplig skyddsklädsel och utrustas med andningsapparater eller i enklare fall med munskydd.

Effektiviteten av kanalrengöring med olika metoder är inte speciellt väl dokumenterad. Metoderna för att bedöma resultatet varierar – från enkel avskrapning av den rengjorda ytan till användning av s.k. agarplattor för kontroll av mikrobiell förekomst – och resultaten är inte sinsemellan jämförbara.

LITTERATUR Andersson J, Carrie R, Wouters P. Improving Ductwork– A Time for Tighter Air Distribution Systems, EU Project SAVE-DUCT, Brussels 1999.

Malmström T, Andersson J, Carrie R, Wouters P. Source book for efficient air duct systems in Europe, EU Project AIRWAYS, Brussels 2002.