

Ventilation i småhus - en systemanalys

De ökande energikostnaderna tvingar oss att bygga allt tätare hus för att reducera inverkan av den ofrivilliga ventilationen. De ventilationssystem som idag installeras saknar ofta förutsättningar att svara mot de allt hårdare krav på en fungerande ventilation som denna ökade täthet ställer. Riskerna ökar för sanitära olägenheter förorsakade av höga halter av radon och dess sönderfallsprodukter, dålig lukt, fukt, kondens, mögel och allergiframkallande dammkvalster. Dessa problem har belysts i ett flertal artiklar bl a av Bengt E Erikson i VVS nr 4 1979.

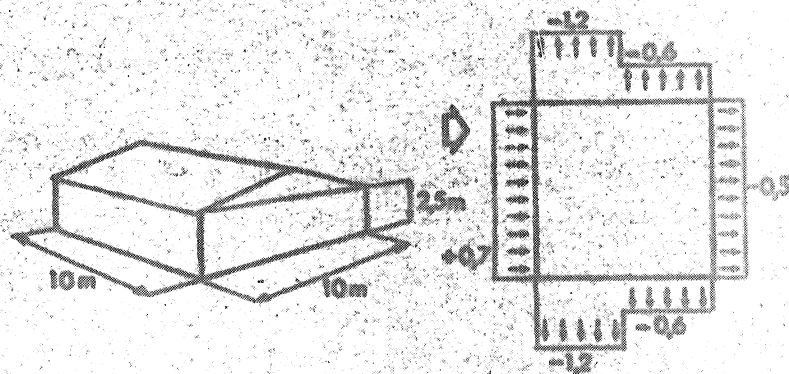
Idag diskuteras vilka krav som bör ställas på luftomsättningen i byggnaden som helhet för att undvika sanitära olägenheter och samtidigt beakta kravet på energihushållning. Men alltför sällan diskuteras förmågan hos olika ventilationssystem att skapa en acceptabel luftomsättning i de olika rumsheterna. Det är ju denna förmåga som avgör om sanitära olägenheter kommer att uppstå eller ej. Man diskuterar idag dessutom energibesparande fördelar hos olika ventilationssystem utan att över huvud taget beakta den luftkomfort de olika systemen representerar och ofta utan hänsyn till att den injusterade luftomsättningen varit olika för de jämförda systemen.

Här kommer alternativa ventilations-system att analyseras både med avseende på energisnålhet och på förmågan att skapa en acceptabel luftomsättning i de olika rumsheterna.

Alternativa system

Byggnormen kräver för mekanisk ventilation en luftväxling av lägst $0,35 \text{ l/sm}^2$ per "lägenhet" i dess helhet, vilket

Civilingenjör Sune Larm, AB Svenska Fläktfabriken, analyserar här olika ventilationssystem för småhus med avseende på energisnålhet och förmågan att skapa en acceptabel luftomsättning i varje rumshet. Några av slutsatserna: ett frånluftssystem utan ventiler kan aldrig garantera en given luftomsättning i de olika rummen och ett frånluftssystem med ventiler endast när det är vindstilla. Ett från- och tilluftssystem kan däremot garantera en given luftomsättning oberoende av vindpåverkan, rummens placering och inbyggda otäthet.



Figur 1. Den aktuella byggnaden. 20 % av fasadarean utgör fönster. Formfaktorer enligt SBN 1975.

motsvarar $0,5$ luftomsättningar per timma. Det finns idag tre skilda systemlösningar med sinsemellan helt olika förutsättningar att uppfylla detta krav.

Tidigare dominerade det s k självdragssystemet som i princip bygger på att den varma, lättare rumsluften söker sig ut genom en ventilationskanal och ersätts av den kallare, tyngre uteluften som kommer in genom ventiler och/eller otätheter i konstruktionen. Även

om detta system tills vidare accepteras enligt byggnormen så saknar det alla förutsättningar att hävda sig i ett allt tätare byggande. Ventilationen blir enligt naturlagarna helt beroende av utestillståndet och ofta obefintlig. Av dessa orsaker har självdragssystemet inte medtagits i den fortsatta systemanalysen.

Någon form av mekanisk ventilation är uppenbarligen nödvändig. De sys-

temalternativ som då är aktuella är ett frånluftssystem och ett från- och tillluftssystem.

Frånluftssystemet har en fläkt som suger ut ett givet luftflöde från byggnaden och ofta ventiler (s k springventiler e d) i varje rum som släpper in uteluft som ersättningsluft.

Från- och tillluftssystemet har, utöver en fläkt som suger ut ett givet luftflöde ur byggnaden, även en fläkt som tillför och fördelar ersättningsluft i varje rum. Numera ingår även en värmeväxlare för återvinning av värme ur frånluften som en naturlig del i systemet.

Beräkningsexempel

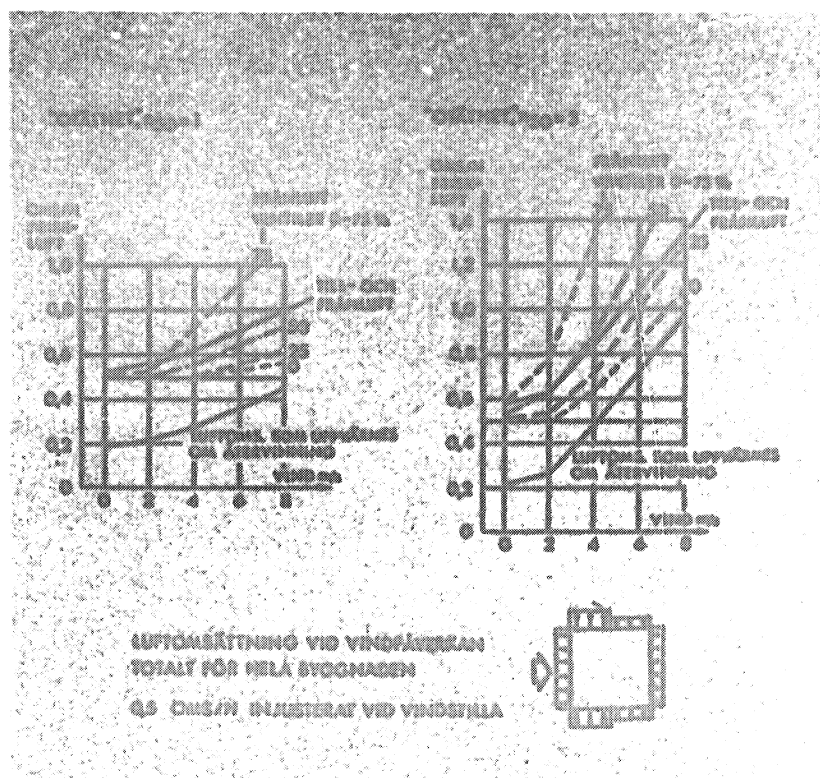
För att möjliggöra en åskådlig systemanalys som både beaktar energiaspekter och luftkomfort är det nödvändigt att använda sig av ett beräkningsexempel. Beräkningar av detta slag har tidigare hindrats av att användbara beräkningsmodeller i stort sett saknats.

I en Byggeforskningsrapport (T4:1979) har P O Nylund redovisat en beräkningsmodell för ventilationen och dess beroende av byggnadens otätthet under påverkan av vind, termik och fläktar. Beräkningsmodellen som sådan lämpar sig utmärkt väl för de beräkningar som här avses.

Vissa kompletteringar i den ursprungliga beräkningsmodellen har dock införts här beträffande inverkan av fläkt och ventiler i frånluftssystem samt beträffande anläggningens injustering.

Det valda beräkningsexemplet är i avseende identiskt med det beräkningsexempel som redovisats i den skriftliga byggeforskningsrapporten:

□ **Byggnaden:** Denna utgörs av en 1-



Figur 2. Den totala luftomsättningen i byggnaden vid vindpåverkan för ett från- och tillluftssystem med balanserad ventilation och för ett frånluftssystem med tilluftsventiler.

plans byggnad med måtten $10 \times 10 \times 2,5$ m enl Figur 1. Byggnaden saknar inre strömningsmotstånd (öppna dörrar).

Fönsterarean är 20 % av väggarean.

□ **Otättheter:** Takytan förutsätts vara hälften så otät som väggen och fönstrens otätthet är $2 \text{ m}^2/\text{m}^2$ h vid en tänkt tryckdifferens av 50 Pa ute-inne.

Läckningskurvan för byggnadsdelar antas vara proportionell mot $(\Delta p)^{0,6}$ och för fläkt och ventiler porportionell mot $(\Delta p)^{0,5}$.

□ **Klimatbelastning:** Den yttre tryckbilderna på fasaderna är beräknad med hänsyn till de formfaktorer som anges i Svensk Byggnorm för vinkelrät anblåsning.

Motsvarande formfaktorer för takbjälklaget och ventilationskanalens mynning antas vara noll. Utetemperaturen har satts till $+2^\circ\text{C}$, vilket kan betraktas som ett genomsnittsvärde under uppvärmningssäsongen.

□ **Ventilationssystem:** Detta har injusterats med stängda fönster och vid samma temperatur ute som inne. Det senare villkoret kan uppfattas som praktiskt omöjligt att uppfylla men är desavårre nödvändigt för att inverkan av fläkt och termik skall kunna behandlas korrekt.

Från- och tillluftssystemet förutsätts vara balanserat, vilket betyder att från- och tilluftsflödena är lika stora vid injusteringstillfället.

Fläktkarakteristika enligt Fläkts frånluftsfläkt JBFF.

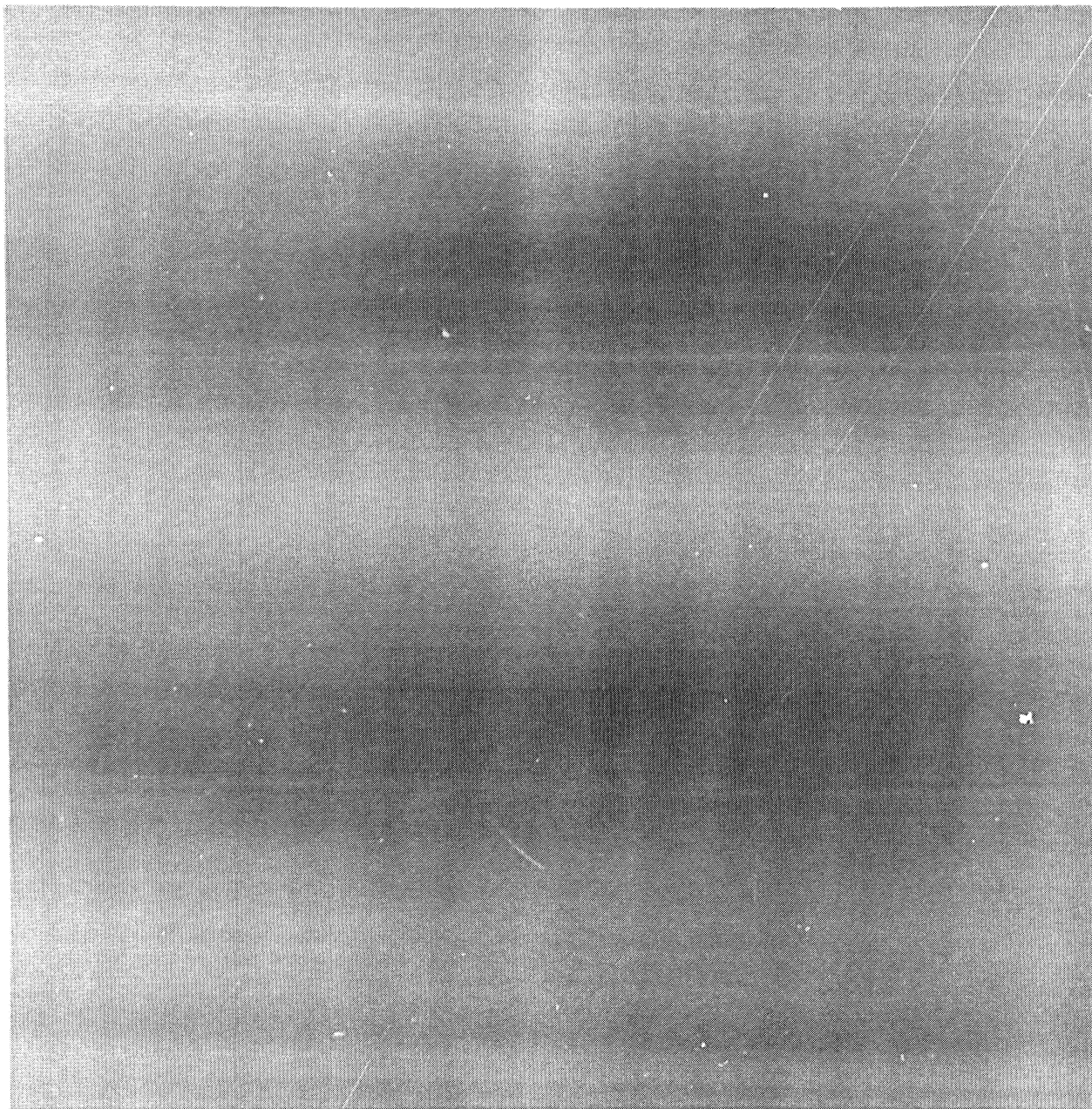
För att i ett frånluftssystem smidigt kunna behandla ventiler som injusterats för olika luftflöden har en speciell definition införts. Ett procenttal anger hur stor del av det totala frånluftsflödet som i form av ersättningsluft kommer in genom samtliga ventiler.

Själva beräkningarna har utförts med hjälp av ett för ändamålet framtaget datorprogram.

Luftomsättning vid vindpåverkan – totalt för hela byggnaden

Betraktar vi enbart byggnaden i dess helhet (som ett tomt skal) så finner vi att den totala luftomsättningen i byggnaden ökar såväl vid ökande vind som vid ökande otätthet. Ett luftflöde passerar i princip igenom byggnaden och orsakar en tvärventilation.

Figur 2 redovisar den första serien av de genomförda beräkningarna, där den totala luftomsättningen har beräknats vid vindpåverkan för byggnader med



Figur 3. Luftomsättningen vid vindpåverkan dels totalt för hela byggnaden, dels för vissa utsatta rum vid "otäthetstalet" = 1.

"otäthetstalet" 1 respektive 3. "Otäthetstalet" 1 innebär att luftomsättningen i byggnaden är 1 oms/h om byggnaden på konstlad väg erhåller en tryckdifferens av 50 Pa i relation till omgivningen.

Beräkningarna har utförts dels för ett från- och tilluftssystem, dels för ett frånluftssystem utrustat med ventiler med olika egenskaper. Ventilernas egenskaper har definierats genom olika procenttal (0-75). För t ex procenttalet 50 gäller att det totala luftflödet genom ventilerna vid injusteringstillfället motsvarar 50 % av det totala frånluftsfördet.

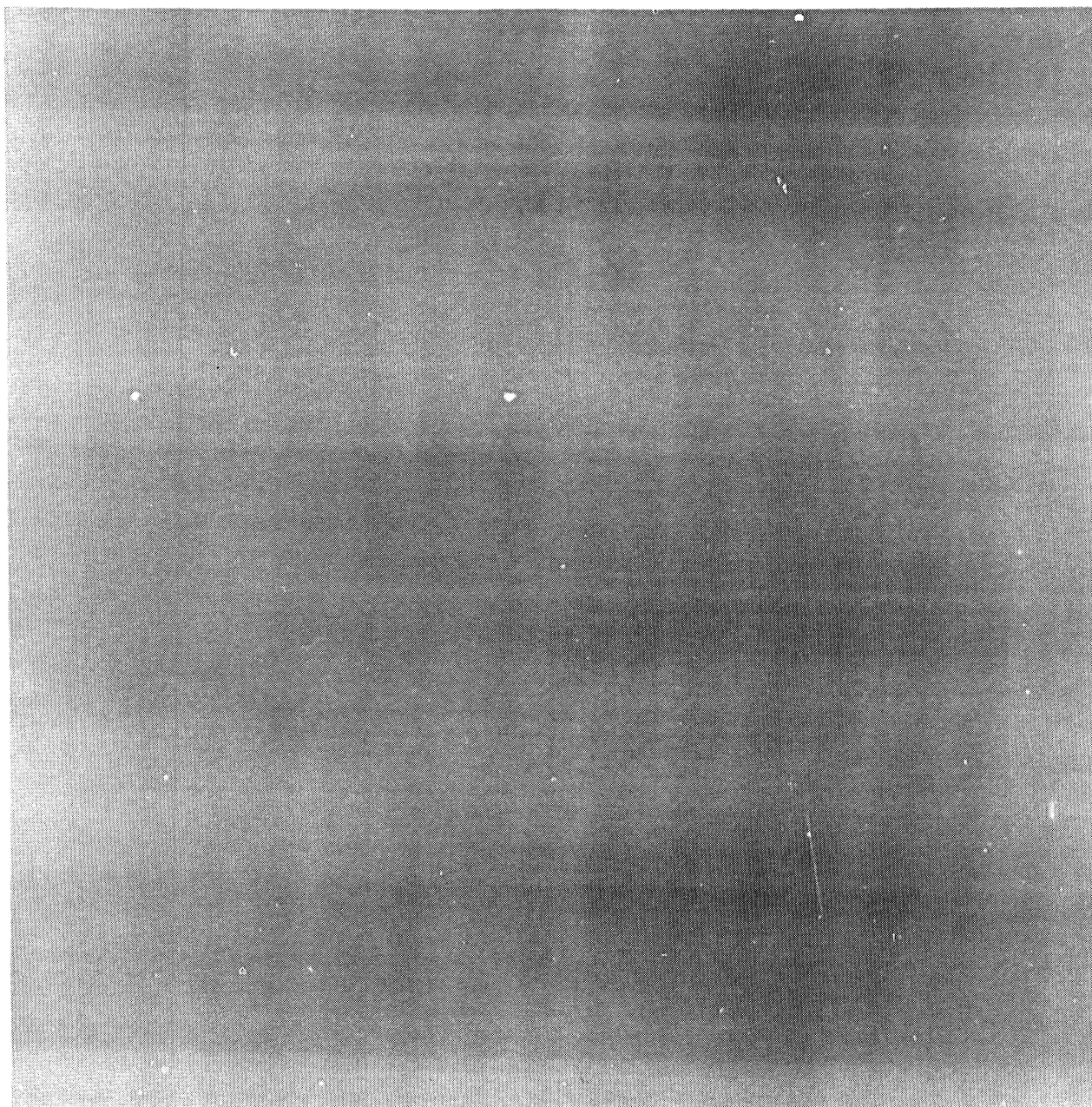
Ett frånluftssystem helt utan ventiler (procenttalet 0) har mindre tvärventilation än ett motsvarande från- och tilluftssystem. Detta orsakas i princip av att frånluftsfälken "tar hand" om en stor del av tvärventilationen.

Ett frånluftssystem som i normalfall arbetar helt utan ventiler är enligt Svensk Byggnorm idag i praktiken tillåtet i och med att vädringsluckor för intermittent genomluftning accepteras. Systemet har dock flera allvarliga brister, dels blir tryckdifferenserna ute-inne obehagligt stora redan vid 0,5 oms/h, dels blir ventilationen i varje rum helt beroende av hur otäta just det rummets

yterytor har råkat bli under byggnationen. Byggnadens totala otäthet kan naturligtvis orsakas av ett fåtal koncentrerade otätheter enbart i vissa rum.

Genom att försöka byggnaden med ventiler söker man undvika dessa brister. I realiteten perforerar man då byggnadens hölje och gör den därmed otätare.

Otäthetstalet 1 representerar en otäthet som man kan uppnå utan alltför stora svårigheter och som man bör eftersträva medan otäthetstalet 3 representerar den otäthet som uppfyller dagens krav. Genom att studera kurvskornas i Figur 2 finner man att den totala luftomsättningen vid otäthetstalet 1 för



Figur 4. Luftomsättning vid vindpåverkan dels totalt för hela byggnaden, dels för vissa utsatta rum vid "otäthetstalet" = 3

ett från- och tilluftssystem ligger på en högre nivå än motsvarande luftomsättning för ett frånluftssystem med ventiler 50 %. Differensen är i det närmaste konstant och är ca 0,06 oms/h vid vindhastigheter över 2 m/s. Ventiler med procenttalet 50 motsvarar i detta fall en ventil för ett rum med upp till 16 m² rumsyta. Den totala luftomsättningen vid otäthetstalet 3 för ett från- och tilluftssystem ligger i stort sett mellan motsvarande luftomsättningar för ett frånluftssystem med ventiler 25-50 %.

För från- och tilluftssystemet har dessutom inritats en kurva som motsvarar den luftomsättning som måste upp-

värmas då en återvinningsenhet installeras med en antagen systemverkningsgrad av 65 %.

En energijämförelse blir möjlig att utföra genom att jämföra luftomsättningarna för olika systemlösningar vid en representativ vindhastighet. Denna vindhastighet kan uppskattas till cirka 3 m/s. Störningar i form av terräng och kringliggande bebyggelse är stora och avvikelser från uppmätta värden vid meteorologiska stationer kan därför vara betydande.

En uppfattning om den erforderliga energimängden (uttryckt i kWh/år) för uppvärmning av ventilationsluften kan

approximativt erhållas med hjälp av antalet gradtimmar för aktuell ort enligt sambandet:

$$\text{Energimängd} = \text{OMS} \times \text{Volym} \times \text{Antal gradtimmar} \times 0,000333$$

Om antalet gradtimmar förutsatts vara 110 000 (enligt Byggeforskningsrapporten) och volymen är 250 m³ erhålls för otäthetstalet 1

Frånluftssystem, ventiler 50 % = 4 850 kWh/år

Från- och tilluft med återvinning = 2 200 kWh/år

Differens = 2 650 kWh/år

För ett småhus med bostadsytan 150

m² istället för 100 m² motsvarar denna differens 4 000 kWh/år.

Luftomsättning vid vindpåverkan för utsatta rum

En ny serie beräkningar har utförts för vissa utsatta rum med anknötning till olika fasader. Resultatet gällande otäthetstalet 1 visas i *Figur 3*. Storleken på dessa utsatta rum har valts så att golvytan är 10 m² och att rummen upptar 2,5 m av fasaden.

För ett frånluftssystem helt utan ventiler blir fördelningen av otätheten över ytterytorna i det aktuella rummet helt avgörande för luftomsättningens storlek. Om det aktuella rummet råkar vara helt tätt blir luftomsättningen noll. För de beräknade rummen har en jämnt fördelad otäthet förutsatts.

För att luftomsättningen 0,5 oms/h skall kunna upprätthållas krävs ett undertryck i byggnaden som varierar mellan 16 Pa och -32 Pa vid otäthetstalet = 1. Undertryck av denna storleksordning torde i praktiken inte kunna bestå någon längre tid.

En annan praktisk konsekvens av dessa stora undertryck blir märkbar när man t ex öppnar en dörr.

Om vi i detta frånluftssystem utan ventiler istället minskar den totala injusterade luftomsättningen till 0,25

oms/h reduceras undertrycken. Istället kommer då ventilen i Rum 2 att tjänstgöra som frånluftsentil redan vid vindhastigheten 3,5 m/s och vid vindhastigheten 5 m/s kommer luftflöde in från angränsande rum.

Luftomsättningen för Rum 1 och 2 är vid vindstilla lägre än för byggnaden som helhet beroende på att förhållandet mellan ytterytor och rumsvolymer är olika för enskilda rum och för byggnaden i sin helhet.

De mellersta kurvskärorna i *Figur 3* redovisar ett frånluftssystem med ventiler 25 respektive 50 %. Ventilerna gör systemet betydligt mer vindkänsligt. För byggnaden i sin helhet fås en måttlig lutning av kurvan. För de olika rumsenheterna blir skillnaden mycket stor.

För ventiler 50 % tjänstgör ventilen i Rum 2 som frånluftsentil redan vid vindhastigheten 2,5 m/s. Vid vindhastigheter över 3 m/s får Rum 2 ett växande luftflöde från intilliggande rum. Luftomsättningen för Rum 1 stiger snabbt med ökande vindhastighet, vilket medför uppenbar risk för kalldrag.

Vid en injusterad luftomsättning av 0,25 oms/h är förhållandena analoga men mer markerade.

För från- och tilluftssystemet uppvisar Rum 1 och 2 en betydligt mindre spridning än för övriga systemalternativ. Oavsett hur byggnadens otäthet är fördelad kommer rummen aldrig att få en luftomsättning i de olika rumsenhe-

terna som är mindre än det injusterade värdet.

Figur 4 redovisar motsvarande beräkningar för otäthetstalet = 3 som motsvarar dagens krav på täthet. De olika systemalternativens skilda förutsättningar att skapa en acceptabel luftomsättning i de olika rumsenheterna markeras här ytterligare.

Slutsats

Ett frånluftssystem utan ventiler kan över huvud taget aldrig garantera en given luftomsättning i de olika rummen.

Ett frånluftssystem med ventiler garanterar i princip endast en del av den givna luftomsättningen i varje rum vid vindstilla. Vid vindpåverkan blir luftomsättningen helt beroende av de olika rummens placering och inbyggda otäthet.

Endast ett från- och tilluftssystem kan garantera en given luftomsättning i varje rum oberoende av vindpåverkan, rummens placering och inbyggda otäthet.

Genom att förse från- och tilluftssystemet med en återvinningsenhet kommer dessutom en inte oväsentlig energibesparing in i bilden.

Man kan hoppas att den fortsatta debatten blir mer nyanserad och att en fortsatt jämförelse av typen "äpplen och päron" undviks i största möjliga utsträckning.

Reningsanläggningar – nya naturgaskällor?

Ett gasreningsystem har på experimentstadium utvecklats av General Electric's forsknings- och utvecklingscentrum i Schenectaday, USA. Avsikten är att ta reda på om reningsverk och mark, som fyllts igen med avfall, makadam, jord m m kan användas som naturgaskällor.

Gasreningsystemet skall rengöra den metangas som alstras genom den förmultningsprocess som sker bl a i reningsverk och markfyllningar. Själva reningen sker i speciella membran som bara delvis är genomträngbara. Resultatet blir 98-procentigt ren metangas som automatiskt kan kopplas till befintliga naturgasledningar.

Systemet har kopplats till ett stort reningsverk i Los Angeles och klarar re-

ning av cirka 28 m³ metan per dag. Senare i år kommer General Electric att bygga en större anläggning som kan ta hand om 280 m³ om dagen.

De membran som finns i GE's reningsssystem släpper igenom koldioxid. När gasen strömmar igenom membranerna behålls metanet medan nästan alla föroreningar försvinner. I USA finns det mer än 550 reningsanläggningar som kan räknas som potentiella gaskällor. Beräkningar visar att systemet skulle kosta mellan hälften och 1/3 jämfört med traditionella anläggningar.

En bra gaskälla skulle vara de kommunala reningsanläggningar som bearbetar kloakvatten i processer där syre inte finns

Arbetsmiljöinvesteringar

Enligt regeringsbeslut skall en utredning se över hur arbetsmiljöinvesteringar i små och medelstora företag bättre skall kunna tillgodoseas.

Tidigare har för små och medelstora företag funnits möjligheter att få garantin för förbättring av arbetsmiljön. Lånegarantierna fick tecknas endast för investeringar i befintliga anläggningar och maskiner men inte för nyinvesteringar.

Arbetsmiljön är en lika viktig faktor i de små och medelstora företagen som på andra arbetsplatser. Bristerna i den ordning som tidigare gällt motiverar att ett samlat grepp nu tas för att stödja arbetet för en god arbetsmiljö. sade Rolf Wirtén i en kommentar till beslutet.