

Bättre yttre lufttätthet = sämre inre brandsäkerhet

Syftet med denna artikel är att uppskatta inre brandgasspridning mellan olika intilliggande lägenheter i ett flerbostadshus och hur det påverkar den inre brandsäkerheten. Spridningen sker genom otätheter mellan lägenheter. Det finns ett krav för tillåten brandgasspridning mellan bostäder via ventilationssystem, vilket kan anges som att brandgaserna ska spädas ut en faktor 100. Ventilationssystemets inverkan på den inre brandgasspridningen kommer att beaktas, men brandgasspridning via ventilations-system antas inte inträffa.

Brandgasspridning i en byggnad via otätheter i olika byggnadsdelar som väggar och bjälklag samt schakt eller genomföringar för installationer förutsätts att vara noll som en underförstådd självklarhet. Det finns inte heller några täthetskrav mellan olika lokaler i en byggnad som för den yttre tätheten för en hel byggnad.

Det är också viktigt att påpeka att en lägenhets inre begränsningsytor är flera gånger större än de yttre begränsningsytorna. Om den inre tätheten är lika många gånger mindre jämfört med den yttre blir det yttre och det inre läckaget lika stort.

Utvecklingen mot tätare byggnader och FT-ventilationssystem med avskiljande spjäll i både från och tilluft innebär att risken för brandgasspridning mellan olika brandceller ökar betydligt.

Exempel på brandgasspridning

En mindre lägenhetsbrand inträffade tidig kväll den 20 april 2011 i nybyggt bostadshus i två plan med sex lägenheter i Attunda i Stockholmsområdet. Räddningstjänsten hade svårigheter att finna den brinnande fastigheten, eftersom brandgasspridning skedde till mycket stor del till intilliggande lägenheter. Det gick knappt att skilja den brandutsatta lägenheten från de tre brandgasspridningsutsatta lägenheterna. Alla lägenheterna hade egna ventilationssystem.

Artikelförfattare är **Tomas Fagergren**, Brandskyddslaget AB och **Lars Jensen**, Installationsteknik, Lunds tekniska högskola.

En vindsförrådsbrand skedde den 30 december 2014 i ett flerbostadshus i Ystad. Vindsplanet innehöll både vindsförråd, enkla och dubbelsidiga lägenheter med takkupor samt en uppdelning med tre brandväggar mellan de fyra trapphusdelarna. En person omkom av brandgaser i en lägenhet i intilliggande trapphusdel och inte i den del som brann.

Brandgasspridning skedde i hela vindsplanet till alla vindsplanslägenheter trots tre brandväggar. Brandutredningen visade att spridning skedde till lägenheterna via genomföringar för frånluftsventilationen som ersatte självdragsventilation på 1990-talet. En bidragande orsak var att uteluftsdon var mer eller mindre blockerade, vilket resulterade i "uteluft" hämtades via otätheter från vindsvolymen.

Vilka inre lufttäthetskrav finns?

Det har funnits olika täthetskrav för bostäder och lokaler som 3 respektive 6 m³/hm² och senare omformade till 0,8 respektive 1,6 l/sm² för omslutande yta och en tryckskillnad på 50 Pa. Några år senare blev siffran 0,6 l/sm² för både bostäder och lokaler. Numera finns inget sifferkrav på lufttätheten för normala byggnader.

Många lägenheter och småhus som provtrycks har ofta en lufttäthet bättre än 0,5 l/sm² omslutande yta. Detta ger det totala läckaget utom någon uppdelning i inre och yttre läckage. Ventilationssystemet är avstängt och förseglat. Det inre läckaget kan bestämmas som skillnaden mellan en provtryckning utan mottryck och en provtryckning med mottryck i intilliggande lägenheter.

Någon kvantifiering av accepterat läckage från brandcellsskiljande byggnadsdelar finns inte i vare sig Boverkets byggregler eller i någon EN-standard, undantaget är spjäll och dörrar vars läckage mäts vid brandprov vid en konstant tryckskillnad av 300 Pa.

Avskiljande konstruktioners brandmotstånd bedöms efter provning enligt SS-EN-1363-1 (tidigare SIS 02 48 20 utgåva 2 – NT FIRE 005 – ISO 834) med krav enligt följande:

Integritet (täthet) E, vid brand

Kravet på integritet bedöms uppfyllt om byggnadsdelen:

- Inte släpper igenom mer än enstaka lågor med en längsta varaktighet av 10 s.
- Inte uppvisar för stora sprickor och springor. Dessa mäts med runda tolkar med diametern 6 respektive 25 mm. Tolk

med diametern 25 mm får inte kunna föras igenom provföremålet in i brandrummet. För tolk med diametern 6 mm gäller att den får kunna föras igenom provföremålet in i brandrummet men i detta läge inte kunna förflyttas mer än 15 cm längs en springa eller spricka.

Isolering I vid brand

● Kravet på isolering avser maximal temperaturstegring. Medeltemperaturstegringen får inte överskrida 140 °C samt 180 °C i enstaka punkt.

● Läckage av brandgas får inte antända en "bomullstuss". Detta kriterium gäller inte för konstruktioner i enbart brandteknisk klass E.

Det finns inga siffermässiga krav på inre lufttäthet enligt ovan.

Hur mycket brandgaser sprids?

Det går inte att förhindra brandgasspridning, eftersom detta hade resulterat i orimliga övertryck på flera normaltryck. Svaret på frågan är att det beror på temperaturändringen i den brandutsatta volymen. Om den absoluta temperaturen fördubblas från 300 K (27 °C) till 600 K (327 °C) halveras densiteten och utgångsvolymen fördubblas. Hälften av brandgaserna sprids till omgivningen och hälften stannar kvar. Högre brandtemperatur ger större brandgasspridning. Detta innebär att en måttlig brand i en lägenhet sprider halva sin volym till omgivningen, andra omgivande lägenheter och ventilationssystemet. Spridning via ventilationssystemet till andra lägenheter kan förhindras med rätt åtgärder som dimensionering, utformning och olika typer av spjäll.

Vart sprids brandgaser?

Den inre spridningsandelen s_i bestäms av geometrin, de inre och yttre begränsningsytors storlek och lufttäthet samt ventilationssystemets inverkan normerat mot golvyta. Följande uttryck för spridningsandelen s_i genom kontaktytan A_i med lufttätheten g_i används:

$$s_i = A_i g_i / (A_i g_i + A_y g_y + A_g d) \quad (-) \quad (2.1)$$

De två lufttäthetsparametrarna g_i och g_y antas gälla för provtryckskillnaden 50 Pa. Den ventilationsberoende parameter d kan skattas för samma tryckskillnad med uppgifter om olika delars nominella tryckfall och flöden enligt (2.2) nedan. Samma beräkningsuttryck kan användas för S-system, F-system och FT-system med och utan olika brandgasspjäll.

Den totala inre spridningsandelen kan delas upp proportionellt för olika sprid-

ningsvägar. Om all spridning sker till en intelligande lika stor lägenhet blir utspädningen högst 0,5 för ett fall med fördubblad temperatur. Normkravet är utspädning till 0,01 eller 100 gånger utspädning. Detta innebär att för detta fall spridningsandelen får vara högst 0,02 från en brandutsatt lägenhet till en annan lägenhet.

Det går att uppskatta ventilationssystemets avlastning som för en otät byggnadsdel genom att utgå från dons tryckfall, provningstryckskillnad 50 Pa för lufttätet och luftflödet $1/\text{sm}^2$ golvyta. Ett generellt uttryck för alla ventilationssystem uppdelat i uteluft, tilluft och frånluft kan skrivas som, se *ruta* här intill:

$$d = [(\Delta p_n / \Delta p_u)^{0,5} + (\Delta p_n / \Delta p_t)^{0,5} + (\Delta p_n / \Delta p_f)^{0,5}] q_g \quad (1/\text{sm}^2) \quad (2.2)$$

där:

Δp_n provtryckningstryckskillnad 50 Pa
 Δp_u tryckfall uteluftsdel i F-system
 Δp_t tryckfall tilluftsdel i FT-system
 Δp_f tryckfall frånluftsdel
 q_g nominellt ventilationsflöde $1/\text{sm}^2$ golvyta.

Den yttre spridningen kan jämföras med den inre genom att jämföra motsvarande kontaktytor. En kvadratisk lägenhet med sidan 10 m och rumshöjden 2,5 m har en total inre kontaktyta på 250 m^2 ($100 + 100 + 25 + 25$) och en yttre kontaktyta på 50 m^2 ($25 + 25$). Om den inre lufttätheten är lika med den yttre lufttätheten blir den inre och yttre spridningsandelen $5/6$ respektive $1/6$. Om den inre tätheten är fem gånger bättre än den yttre tätheten blir den inre och yttre spridningsandelen lika stora.

Om den inre tätheten är tjugo gånger bättre än den yttre tätheten blir den inre och yttre spridningsandelen 0,2 respektive 0,8. Detta är inte tillräckligt för att klara normkravets utspädning på 0,01, om den kalla volymandelen är 0,5, vilket ger endast utspädningen 0,1.

Hur mycket sprids via en otät genomföring?

Spridningen via en följd av olika stora hål med mellanliggande större volymer bestäms mest av det minsta hålet. En följd av fyra lika stora hål motsvaras av ett hål med halva arean. Lufttäthetsparametern för ett hål med en effektiv area om 1 m^2 kan för tryckskillnaden 50 Pa som ger lufthastigheten $9,1 \text{ m/s}$ anges till 9100 l/sm^2 . En liten effektiv läckagearea på $0,01 \text{ m}^2$ eller 1 dm^2 ger ett nominellt läckage på 91 l/s att jämföra med omslutande ytors läckflöde omkring 200 l/s för många provtryckta småhus och lägenheter. En otät genomföring påverkar den inre spridningen betydligt och därmed den inre brandsäkerheten.

Hur mycket avlastar ventilationssystemet?

Ventilationssystemet kan avlasta brandgasspridning. F-system ger en bra avlastning med uteluftsdon och själva frånluftssystemet. Uteluftsdon med stormsäkring kan dock helt förhindra direkt avlastning utåt. Stormsäkrade uteluftsdon tillåter inströmning, men inte utströmning. Denna egenskap förhindrar tvärventilation av en genomgående lägenhet med en lovartsida och en läsida för en viss vindriktning.

Uttrycket (2.2) visar att parametern d bli både större eller mindre än nominellt ventilationsflöde $0,35 \text{ l/sm}^2$ golvyta, eftersom tryckfallen i (2.2) är av samma storleksordning som 50 Pa.

För de tre termerna i (2.2) gäller att den första är noll för FT-system, den andra är noll för F-system och brandgasspjäll i tilluften samt den tredje är noll för brandgasspjäll i frånluften. Parametern d blir därför noll för ett fall med FT-system med brandgasspjäll för både tilluft och frånluft.

Några andra siffervärden är följande. Ett F-system med luftflöde $0,35 \text{ l/sm}^2$ golvyta och dontryckfallen 10 Pa för uteluft och 90 Pa för frånluft motsvarar en otäthet på $1,04 \text{ l/sm}^2$.

Samma F-system med stormsäkring (backspjäll som förhindrar utströmning) ger resultatet $0,26 \text{ l/sm}^2$.

Ett FT-system med luftflöde $0,35 \text{ l/sm}^2$ golvyta och tryckfallen 60 Pa för tilluftsdon och 80 Pa för frånluftsdon ger resultatet $0,60 \text{ l/sm}^2$.

De redovisade värdena för ventilationens täthet ur brandsynpunkt i form av parameter d kan jämföras med byggtknisk täthet eller läckage som i regel anges med omslutande ytteryta. Siffrorna här visar att ventilationssystem kan minska den byggtkniska brandgasspridningen till en del.

Kan fönstersprängning begränsa inre brandgasspridning?

Fönstersprängning kan i stort sett förhindra den inre brandgasspridningen, men detta sker oftast i ett senare skede av en brand. Ett kvadratisk fönsterglas med sidan 1 m klarar högst 5 kPa och lättvægskonstruktioner högst 10 kPa att jämföra med normaltrycket 100 kPa. Övertrycket i en brandutsatt lägenhet är sällan över 1 kPa. Provtryckningar med 50 Pa av bostäder ger ett läckflöde på omkring $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$. En brandeffekt på 1 MW ger enligt en tumregel ett brandflöde (expansionsflöde) på $1 \text{ m}^3/\text{s}$ och ett övertryck på 1250 Pa ($((1/0,2)^2 \cdot 50)$) med den angivna tätheten.

Fönstersprängning sker när temperaturskillnaden mellan glasets mitt och kant är 30 upptill $200 \text{ }^\circ\text{C}$ beroende på glastyyp och utförande. Detta tar tid innan detta sker. Ett värmesprängt glas sitter oftast kvar till stora delar och skyddar på så sätt nästa glas något. Fönster med två eller tre glas hinner inte tryckavlasta ett normalt brandförlopp.

Åtgärder?

En naturlig slutsats kan vara att öka läckaget vid brand från branddrabbad brandcell till det fria och på så sätt minska den interna brandgasspridningen. Detta kan åstadkommas med passiv tryckavlastning där branden tryckavlastas via någon typ av deformationszon utan att tätheten påverkas normalt.

Springa under dörr i brandcellsgräns kan i vissa fall fungera som en effektiv tryckavlastning. Detta eftersom springan är placerad i rummets nedre del varför brandgasspridningen sker först när rökgaslagret når golvnivå vilket inträffar i slutfasen av en ventilationskontrollerad brand (jämför med lågt placerade tilluftsdon).

Ökad täthet, slutna schakt är att fördra, eftersom läckagearean minskar. Vidare kan vid lättväggar i brandcellsgräns (gipsbeklädna på ömse sidor av stålregel) förses med en yttre installationszon för att ej penetrera brandcellsgränsen med eldosor och dylikt.

Sammanfattning

Inre brandgasspridning är ett osäkert område, eftersom det inte finns några tydliga inre eller yttre täthetskrav. Bättre kunskap om inre lufttäthet genom kontroll och provning med lämpliga metoder krävs. Den inre tätheten får inte glömmas bort när den yttre tätheten blir allt bättre samtidigt som FT-ventilationssystem blir allt vanligare. FT-system säkra mot brandgasspridning ökar risken för inre brandgasspridning mellan lägenheter och lokaler.

Tillräcklig utspädning kan vara svårt att uppnå. En liten inre spridningsandel kan vara fatal. Det finns dock en viss självkontroll med åtgärder av inre otätheter, eftersom de boende reagerar på rök och matos från andra lägenheter. Vad som ökar den inre spridningen och försämrar den inre brandsäkerheten kan sammanfattas med följande punkter:

- Bättre yttre lufttäthet
- Övergång från tvåglasfönster till treglasfönster
- Dåligt tätade genomföringar
- F-system med stormsäkra uteluftsdon
- Övergång från F-system till FT-system
- FT-system med brandgasspjäll. ■

Välkommen till Bygg & tekniks
hemsida: byggteknikforlaget.se