

Høringssvar til Forslag til ny byggteknisk forskrift (TEK17)

§ 11-10. Tekniske installasjoner.

Paroc synes ikke den nye foreskriften ivaretar brannsikkerheten på en god nok måte, og har derfor valgt å kommentere denne. Paroc har brukt Brandskyddslaget i Sverige, ved Thomas Fagergren, til å upartisk vurdere den nye forskriften, og paragraf 11, 10, Tekniske installasjoner. Vi har lagt ved filen som Paroc har tatt frem i samarbeid med Brandskyddslaget.

Mvh

Daniel Hole - Salgssjef Norge, daniel.hole@paroc.com , +4792226633

Philip Malek - Product Manager Scandinavia, philip.malek@paroc.com , +46705143195

PAROC, Technical Insulation

Se vedlegg

- [Synpunkter på TEK 17 av Tomas Fagergren 2017-02-08_Philip_Malek_PAROC.docx](#)
-

Uppdragsnamn

TEK 17

Uppdragsgivare

Uppdragsnummer

Datum

2017-02-08

Handläggare

Egenkontroll

Internkontroll

Tomas Fagergren

TEK 17 – kommentarer

Brandisolering av ventilationskanaler

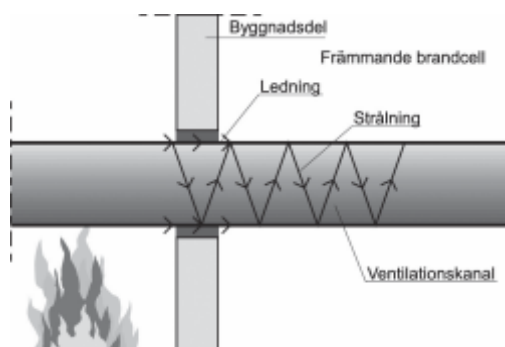
Det som är avgörande för om brand kommer att spridas eller inte är ytemperaturen på ventilationskanalen eller på isoleringens yta och avståndet till brännbart material. För bestämning av isoleringens omfattning och eventuellt skyddsavstånd måste hänsyn tas till systemets utformning och vilka skyddsåtgärder som aktiveras vid brand. För dimensionering av brandisolering kan man särskilja två olika principer vilka påverkar isoleringens omfattning. Detta gäller oberoende av provningsstandard (NT Fire eller 1366), problemet med provningsstandarderna är att dessa avser att bestämma produktens egenskaper (brandmotstånd vid olika tidpunkter) relaterat till standardbrandkurvan och inte hur brandisoleringen ska appliceras i system.

- Brandgas hindras tränga in i kanalsystemet, exempelvis brandskyddsspjäll.
- Vid fläkt i drift som skyddsmetod kommer heta brandgaser att transporteras i kanalerna.

För sprinklade brandceller bör behov av isolering bedömmas från fall till fall baserat på en risk- och konsekvensanalys. Undvik att generalisera.

I handboken "Installationsbrandskydd 2008" beräknades isolerlängder, enligt ovan givna fall, vilket vi skulle kunna kalla för analytisk dimensionering.

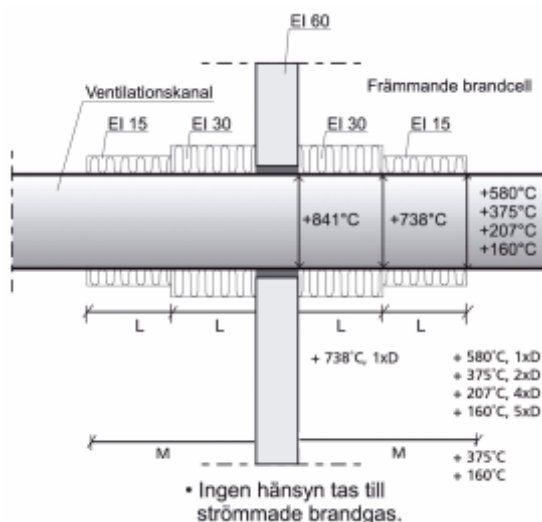
Brandgas hindras att tränga in i systemet - brandskyddsspjäll



Eftersom ingen brandgas strömmar i kanalen innebär detta den lägsta kravnivån för isolering av ventilationskanal som genombryter brandavskiljande byggnadsdel. Det som är dimension-

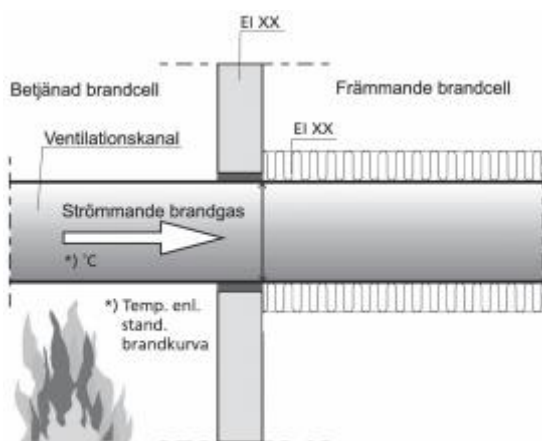
erade för erforderlig isolerlängd och dess brandtekniska klass är den ledning och strålning som fortplantas via kanalsystemet förbi den brandavskiljande byggnadsdelen.

Denna värmeöverföring beror på att då en brand uppstår kommer kanalen att värmas och beroende av temperatur kommer den att överföra värme i form av strålning. Värme överförs även som ledning via kanal och i viss mån konvektion men konvektionen är så liten att den kan betraktas som försumbar. Man bör alltid försöka att isolera symmetriskt på ömse sidor av den genombrutna byggnadsdelen. Vid symmetrisk utbredning av isolering skall totalt brandmotstånd för ventilationskanalen lägst motsvara den genombrutna byggnadsdelens brandtekniska klass. Detta exemplifieras i nedanstående figur.



Fläkt i drift som skyddsmetod

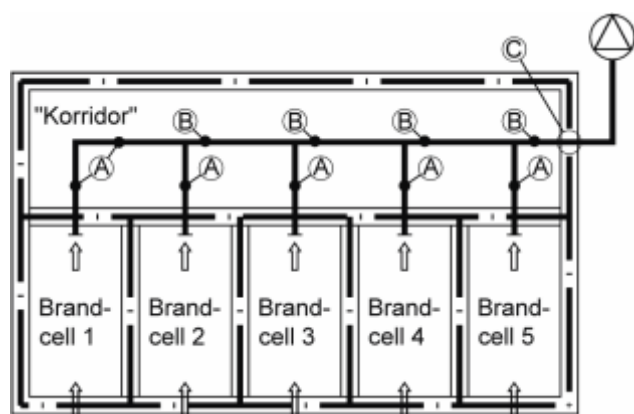
Genom att nyttja brandteknisk klassificering kan man för kanaler som enbart betjänar en brandcell isolera denna i samma brandtekniska klass som den genombrutna byggnadsdelens brandtekniska klass.



Ventilationskanal isoleras utanför betjänad brandcell i samma brandtekniska klass som klassen för den genombrutna byggnadsdelen. Isoleringens längd sker i hela kanalens sträckning fram till dess att temperaturen sjunker på grund av inblandning av luft från icke brinnande brandcell/er. Kanaler som betjänar fler än en brandcell dimensioneras med utgångspunkt från di-

mentionerade blandningstemperatur. Principer för brandisolering framgår av nedanstående figur.

- A) Kanal som enbart betjänar en brandcell isoleras i lägst brandteknisk klass EI 60 utanför betjänad brandcell.
- B) Kanal som betjänar flera brandceller isoleras med avseende på beräknad blandningstemperatur.
- C) Notera eventuellt behov av isolering med avseende på strålning och ledning.



Sammanfattning brandisolering av ventilationskanaler

Undvik generaliseringar, ställ funktionskrav på maximal ytttemperatur, oberoende av skydds-metod. Tänk på att provningsmetoden ej avser att fastställa erforderliga isolerlängder utan enbart isoleringens brandmotstånd vid olika tidpunkter. Brandisolering i system kan dimensioneras analytiskt. För sprinklade brandceller bör behov av isolering bedömmas från fall till fall baserat på en risk- och konsekvensanalys. Ange även om isoleringens (ytttemperatur) kan överskridas genom kompensation med ett skyddsavstånd.

Skydd mot brandgasspridning i ventilationssystem

I sammanhanget önskar kommentera skydd mot brandgasspridning via ventilationssystem – fläkt i drift. Metod fläkt i drift ger alltid ett lägre brandtryck i jämförelse med brandgasspjäll som stänger i både till- och frånluftskanal till brandcellen.

Detta lägre tryck minskar den interna brandgasspridningen mellan olika brandceller via otätheter i byggnadsdelar. Sett till ventilationssystemet så är alltid tilluftssystemet den svaga länken eftersom brandgasspridning sker när brandtrycket blir högre än mottrycket i tilluftskanalen. Det som sedan styr hur mycket den totala spridningen blir, är övertryckets varaktighet samt luftflödet. Om vi antar grovt att övertrycket är ca 1000 Pa i 60 s och att spridningen är 50 l/s så ges en total spridning till annan brandcell av ca 3000 liter rök.

På följande sidor finns en nyligen publicerad artikel, som handlar om finska brandförsök, avseende brandtryck mm i en tvårumslägenhet.

BRANDSKYDDSLAGET AB

Tomas Fagergren



Osäker utrymning vid invändig brand

Syftet med denna artikel är att redovisa fri jordnära grundforskning om att utrymning från en invändig brand är osäker. Både utåtgående och inåtgående sidohängda dörrar kommer att behandlas. En brand skapar ett branflöde lika med den termiska expansionen och därmed ett brandtryck, en tryckskillnad till omgivningen, vilket kan försvåra eller till och med hindra dörröppning och därmed utrymning.

Att en inledande brand kan skapa ett övertryck har varit känt sedan i mitten av 90-talet. Denna kunskap har framförallt använts för att studera brandgasspridning i ventilationssystem. Trots denna vetenskap har få tankar ägnats åt brandtryckets påverkan på utrymnings säkerheten. I BBRAD 3 (BFS 2013:12) anges att "Läckage via konstruktioner, installationer inom byggnad och klimatskärm bör beaktas. Hänsyn bör tas till tryckdifferenser som skapas av ventilationssystemet och som kan påverka möjligheten att öppna dörrar vid utrymning. Detta kan även gälla enskilda rum inom en brandcell". Denna text avser analytisk dimensionering av ventilationssystem med fläktar i drift, paradoxalt kan denna analys utelämnas om brandspjäll nyttjas (förenklad dimensionering) trots att brandtrycket i allmänhet blir högre när brandspjäll nyttjas.

Bakgrund och frågeställning

Utrymning genom en inåtgående dörr till en brandutsatt lokal kan kräva mycket stora öppningskrafter jämfört med en utåtgående dörr. Normalt skall dörrar i en utrymningsväg vara utåtgående i utrymningsriktningen, men inåtgående dörrar kan tillåtas där någon köbildning inte förväntas att uppstå. Köbildning förväntas inte för boenderum, bostadshus och hotellrum samt lokaler för mindre än trettio

personer som kontor, klassrum, verkstad och mindre butiker. Utrymning kan även innebära inbrytning för räddningstjänstpersonal för att genomföra en utrymning. Några frågeställningar som behandlas är följande:

- Vilka BBR-krav gäller för högsta öppningskrafter för en dörr?
- Vilken tryckskillnad kan högst tillåtas för att kunna öppna en dörr?
- Vilka brandtryck kan uppstå?
- Kan en mottryckutsatt inåtgående dörr dras eller ryckas upp?
- Kan en mottryckutsatt utåtgående dörr tryckas eller stötas upp?

Finska brandförsök - upplysande utbrytning under utrymning

Ett antal brandförsök genomfördes under 2015 i Finland i Kurikka med lägenheter i ett flerbostadshus från 1970-talet i betong och med lätta utfackningsväggar, för att undersöka brandgasspridning och brandtryckets storlek och påverkan. Byggnaden var i gott skick undantaget grundläggningen vilken gjort att huset "satt sig" och



Figur 2. visar vardagsrummet, med placering av branden samt dess stora fönster.

skulle därför rivas. Försöken var del i ett forskningsprojekt av Aalto University i samarbete med VTI. Tomas Fagergren, Brandskyddslaget, var involverad i detta som del i referensgruppen.

Försökslägenhet

Area 58,5 m², höjd 2,57 m. Vid försöken var alla interna dörrar inom lägenheten öppna. Se figur nedan. Notera särskilt att entrédörrarna var en dubbel dörr med motsatt slagriktning för dörrbladen.

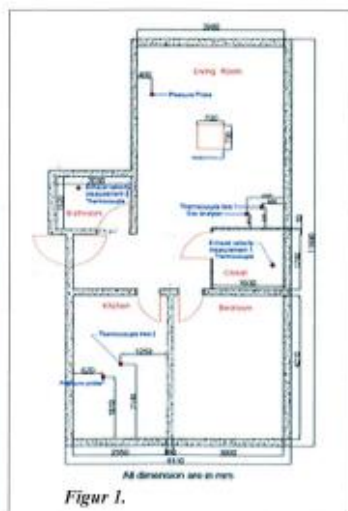
Innan försöken påbörjades gjordes läckagemätningar för att bestämma lägenhetens läckage vid varierande över- och undertryck samt vid öppen och stängd ventilation. Exempelvis kan nämnas att vid ett övertryck av 50 Pa uppgick lägenhetsläckaget vid stängd ventilation till 130 l/s. Läckaget motsvarar ungefärligen läckaget i flerbostadshus från 1980-talet.

Brandförsök och resultat

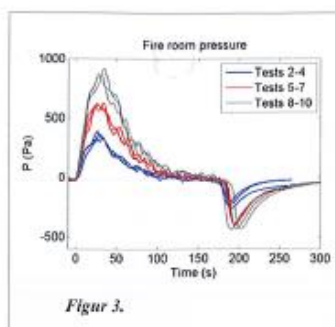
Totalt gjordes 13 st. försök, varav i försök 1-10 användes heptan som brandkälla och i försök 11-13 användes PUR madrass. I försöken varierades även ventilationen som öppen eller stängd. I brandrummet mättes kontinuerligt, temperatur, gas-



Artikelförfattare Tomas Fagergren, Brandskyddslaget och Lars Jensen, Installationsteknik, LTH



Figur 1.



Figur 3.

koncentration O_2 , CO_2 och CO samt tryckskillnaden relativt det fria. Brandeffekten i försök 1-10 uppgick som högst till ca 1 MW ($1 \text{ m}^3/\text{s}$). Vid samtliga försök var spillvattenledningarna lockade.

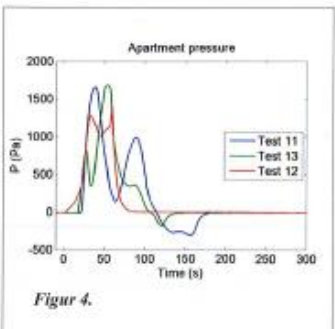
I nedanstående figur 3 visas resulterande tryck i försök 2-10, i försök 2-4 var donen i ventilationssystemet demonterade, i försök 5-7 normala ventilationsförhållanden med monterade don samt i försök 8-10 var ventilationsdonen helt stängda.

Notera särskilt att när ventilationsdonen stängs (försök 8-10) så minskar läckaget varför brandtrycket stiger. Detta kan jämföras med brandgasspjäll som styrs att stänga vid brand (förenklad dimensionering). Vidare uppstår ett undertryck i rummet när temperaturen avtar i den senare delen av brandförloppet. Detta kan i sin tur försvåra utrymningen även om dörrgens slagriktning är utåtgående.

Nedanstående figur 4 visar försök 11-13, PUR madrass, maximalt övertryck ca 1500 Pa. Vid försöken uppmättes dock ej brandeffekten.

Observationer

Intressant att nämna är att i inget av försöken kollapsade fönsterglasen. Vidare försökte räddningstjänsten utifrån trycka upp den inåtgående innerdörren till lägenheten och det krävdes två personer för att lyckas öppna dörren. Svårigheten med att utrymma förklarade varför många dödsoffer hittas i en bostad vid ytterdörren utöver de



Figur 4.

Bygg & Teknik 6/16



Figur 5. Medverkande vid brandförsöken i Kurikka, Pasi Paloluoma, Peter Biström, Jere Heikkinen, Simo Hostikka, Ville Heikkura, Rahul Kallada Janardhan, Tomas Fagergren och Knut Lehtinen. Notera särskilt fönstret i bakgrunden som i försök 13 trycktes ut tillsammans med fönsterkarmen.

som återfinns i rummet med själva branden. Dödsoffren i hallen vid lägenhetsdörren klarade inte av att öppna den samma. En notis i sammanhanget är att svensk räddningstjänst inte säger upp en dörr till en brandutsatt lokal hur som helst vid en räddningsinsats. Det kan finnas en svårt medtagen person intill dörrrens insida.

Brandeffekt, brandflöde och brandtryck

Exempel på brandeffekter är papperskorg 0.1 MW, fätlj 0.5-1 MW, soffor 1-2 MW och bädd 0.5-1.5 MW. En tumregel är 1 MW brandeffekt ger $1 \text{ m}^3/\text{s}$ brandflöde. Brandtrycket för brandeffekten P MW med brandflödet $P \text{ m}^3/\text{s}$ enligt tumregeln och läckarean $A \text{ m}^2$ kan uppskattas som tryckförlusten över läckarean $p(P/A)^{1/2}$ Pa. Kvoten P/A kan tolkas som luftfästigheten genom läckarean och $p/2$ är halva luftdensiteten lika med 0.6. Brandtrycket ökar med ökande brandeffekt och minskade läckareor. Brandtrycket blir 0.6, 60 och 6000 Pa för brandeffekten 1 MW och läckareorna 1, 0.1 respektive 0.01 m^2 . Läckarean för lägenheter och småhus ligger huvudsakligen mellan 0.01 m^2 och 0.04 m^2 , vilket ger brandtrycken 6000 respektive 375 Pa för brandflödet $1 \text{ m}^3/\text{s}$ bortsett från inverkan av ventilationssystem. Det finns inga direkta normkrav på brandtryck bortsett från att kontroll av brandgasspridning mellan brandceller via ventilationssystem görs med brandtrycket 1500 Pa enligt BBRAD 3.

Vilka brandtryck kan uppstå?

Provtryckningsresultat från tio lägenheter och fyra småhus med övertryck redovisas i Tabell 1 och har använts för att

beräkna brandtrycket tillsammans med ventilationens egenskaper. Provtryckning bestämmer enbart byggnadens lufttätethet, eftersom alla ventilationsdon har tejpats över. Resultaten finns i rapporten TVIT-06/3003 som pdf-fil från www.hvac.lth.se.

Det nominella ventilationsflödet 0.35 l/sm^2 golvyta för bostäder räknas om till läckflöde l/sm^2 omslutande yta vid en tryckskillnad 50 Pa för ett dontryckfall om 50, 50 och 12.5 Pa för tilluft, frånluft och uteluft. Ventilationsflöden divideras med 3 för övergång från golvyta till en 3 gånger större omslutande yta. Detta ger tilläggen för uteluftsdon med 0.23 l/sm^2 , för frånluftsdon med 0.12 l/sm^2 och för tilluftsdon med 0.12 l/sm^2 omslutande yta.

De tre komponenterna för uteluft, frånluft och tilluft kombineras med byggnaden till tre fall nämligen ingen ventilation, FT-system, och F-system. Fallet ingen ventilation motsvarar även ett FT-system med stängda brandgasspjäll. Brandtrycket har beräknats för brandflödet $1 \text{ m}^3/\text{s}$ enligt tumregeln $1 \text{ MW} = 1 \text{ m}^3/\text{s}$ och redovisas i Tabell 1. Siffrorna 1 visar att brandtrycket är över 500 Pa för fallet utan ventilation i alla 14 fall, för FT-system i 12 fall och för F-system i 11 fall. Brandtryck över 4000 Pa ger fönster skador eller sprängning.

Slutsats

Slutsatsen är att brandtrycket beräknat med provtryckningsdata från tio lägenheter och fyra småhus och olika ventilationssystem oftast överstiger 500 Pa för ett brandflöde på $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Lufttätetheten är grundläggande, medan olika ventilationssystem minskar brandtrycket. F-system ger lägst brandtryck, eftersom uteluftsdonen tryckavlastar. Samma brandeffekt/brand-

Tabell 1

Yta Aoms m², lufttätet q50 l/sm², läckyta A50 m² samt brandtryck pbB, pbFT och pbF Pa

nr	fall	lokal	Aoms m ²	q50 l/sm ²	A50 m ²	pbB Pa	pbFT Pa	pbF Pa
1	13	lägenhet	405	0.64	0.028	744	400	311
2	14	lägenhet	405	0.52	0.023	1127	537	403
3	26	lägenhet	415	0.28	0.013	3703	1102	731
4	27	lägenhet	331	0.34	0.012	3948	1388	959
5	28	lägenhet	331	0.40	0.015	2852	1138	811
6	29	lägenhet	331	0.13	0.005	27004	3457	1981
7	30	lägenhet	446	0.13	0.006	14874	1904	1091
8	31	lägenhet	404	0.23	0.010	5791	1426	911
9	32	lägenhet	356	0.25	0.010	6312	1689	1096
10	33	lägenhet	243	0.20	0.015	21169	4509	2799
11	12	småhus	375	0.49	0.020	1481	680	504
12	34	småhus	365	0.67	0.027	836	460	361
13	35	småhus	365	0.40	0.016	2346	936	667
14	36	småhus	365	0.33	0.013	3446	1183	812

flöde kan ge högre brandtryck ju mindre bostaden är, eftersom luftläckaget och ventilationen följer bostadens storlek. Brandtrycket kan jämföras med vind- och temperaturpåverkan. Den fria vindens dynamiska tryck kan med ytformfaktorer räknas om till tryck för olika byggnads- ytor. Tryckskillnaden mellan lovert och lä är högst två gånger den fria vinden dynamiska tryck som för 10 och 20 m/s är 60 och 240 Pa. Motsvarande tryckskillnaden över en dörr på lovertsidan med en otät lä- sida eller på läsidan med en otät lovertsi- da kan vara högst 120 respektive 480 Pa. Innetemperatur 20 °C och utetempera- tur -3° ger en tryckskillnad på 1 Pa/m i vertikalled. Tryckskillnaden över en tät lägenhetsdörr i en otät lägenhet överst i ett 100 m högt trapphus öppet ne- derst är 100 Pa utan inverkan av vind. Vind- och temperaturpåverkan kan var för sig eller tillsammans skapa höga tryckskillnader över en dörr, vilket kan försvåra eller hindra dörröppning be- tydligt i normalfallet utan någon brand.

Kraft och brandtryck för normenlig dörröppning

Öppningskrafter är begränsade i BBR för att även barn och äldre skall kunna utrymma själva utan någon hjälp. Öpp- ningskraften begränsas till högst 70 N för att trycka ner dörrhandtaget och till högst 150 N för att trycka upp normala dörrar samt till högst 220 N för särskilda utrymningsdörrar. Krav på tillgänglighet för personer med funktionsnedsättning är högst 25 N för att trycka ner dörrhand- taget och 25 N för att trycka upp dörren. Högsta mottryck över en dörr med ytan 2 m² som skall öppnas med kraften 150 N

kan anges till 150 Pa. Tryckkraften 300 N verkar i dörrens mittpunkt och öppnings- kraften 150 N som angriper i dörrens kant med en hävstångsfaktor 2. Dörrry- tor är oftast mindre än 2 m², men tumre- geln att öppningskraften i N är lika med tryckskillnaden i Pa är enkel och ger en mindre överskattning.

Medtrycket innebär att endast oli- ka friktionskrafter skall övervinnas och däribland att flytta låskolven un- der sidobelastning orsakad av själva medtrycket över dörrytan. Dörrvredets hävstångsfaktor till låskolven kan upp- skattas med radier från dörrvredsaxel till låskolv och till dörrvredsyttreän- de eller med slaglängder för låskolv och dörrvredsyttreände. Hävstångsfak- torn för en låsbar kontorsdörr blev 3.2 med radier och 2.8 med slaglängder. Ett sifferexempel är med öppningskraft 70 N, dörryta 2 m², hävstångsfaktor 3, en hög friktionsfaktor 1, vilket ger en högsta tillåten tryckskillnad på 210 Pa. Om friktionsfaktorn är 0.5, 0.2 och 0.1 fås en tryckskillnad på 420, 1050 res- pektive 2100 Pa. Slutsatsen är att öppna en dörr med medtryck kan ske vid stora tryckskillnader. Friktionsfaktorn är dock svårbedömd.

Akrobatik för statisk dörröppning

En eller flera personer kan med lämpligt angreppssätt åstadkomma en öppnings- kraft lika med tyngdkraften för sin vikt. Kroppsgeometrin invändigt en inåtgående dörr är stående med raka ben intill dörr- tröskeln och lutande bort från dörren hål- lande/hängande i det nertryckta dörrhand- taget med raka armar. Kroppsgeometrin utvändigt en inåtgående dörr är stående

och lutande nästan liggande mot dörren samt hållande dörrvredet nertryckt. Öpp- ningskraften blir lika med tyngdkraften för kroppsvikten i båda fallen om armarna är horisontella och benen lutar 45° mot golvet. Mindre lutningsvinkel mot golvet ger högre öppningskraft. En person med vikten 60 kg kan på detta sätt åstadkom- ma en öppningskraft avrundat till 600 N, vilket räcker för brandtrycket 600 Pa och en dörr med arean 2 m².

Frisk satsning för dynamisk dörröppning

Ett sätt att öppna en dörr kan vara att ge den en stöt eller ett ryck i önskad riktning. Det nödvändiga arbetet innan tryckavlast- ning sker, blir för en dörr med tryckskill- naden Δp Pa lika med brandtrycket och volymändringen ΔV m³ lika med och arbetet $\Delta p \Delta V$ Nm. Volymändringen kan beräknas med dörrens yta och dörrens medelförflyttning. Om dörrens ena kant öppnas 0.1 m blir volymändringen 0.1 m³ för dörrytan 2 m². Öppningsarbetet blir 50 Nm för tryckskillnaden 500 Pa lika med brandtrycket.

Den nödvändiga stötenergin för att öpp- na en utåtgående dörr med mottryck kan fås med en massa m kg med hastigheten v m/s som uttrycket $mv^2/2$ Nm. Massan m kg är inte hela personens massa utan en viss avräkning får ske för armar och ben. Några överslagsvärden för massan 40 kg och hastigheterna 1 och 2 m/s blir 20 respektive 80 Nm. Siffrorna visar att det krävs frisk satsning för att kunna stöta upp en utåtgående dörr med mottryck.

Det går också att rycka upp en inåtgå- ende dörr med mottryck så att det liknar en yttre stöt. Kroppen närmar sig dörren

under rycket, vilket ger det nödvändiga öppningsarbetet lika med den tidigare stöten. Rycket skall resultera i att dörren öppnas innan kroppen når dörren. Ryckenergin begränsas av att armarnas längd, medan stöten åstadkoms med längre ansats dock med svårigheten att dörrvredet skall tryckas ner tids nog.

Termodynamik för momentan dörröppning

En momentan dörröppning mellan två rum ökar trycket i ett ena rummet och minskar trycket i det andra rummet innan tryckutjämning sker mellan de två rummen. Detta ger en momentan tryckskillnad mellan rummen som överlagras den som råder innan dörröppningen sker.

En momentan adiabatisk tryckvolymändring för en given gasmassa uppfyller pV^k där p , V och k är tryck, volym och en gaskonstant 1.4 för tvåatomiga gaser som luft. Den momentana tryckändringen kan för ändringsvolymen ΔV och rums-volymer V_1 och V_2 beräknas förenklat som $k p(\Delta V/V_1 + \Delta V/V_2)$ och för avrundat normaltryck fås $140000(\Delta V/V_1 + \Delta V/V_2)$. Uttrycket visar att tryckändringen och tryckskillnaden mellan rummen kan bli stor för små rum och liten för stora rum. Några siffror för $\Delta V = 0.1 \text{ m}^3$ och lika rums-volymer 10, 100 och 1000 m^3 ger tryckskillnaderna 2800, 280 respektive 28 Pa.

Kännedom om denna momentana adiabatiska tryckändring öppnar inga dörrar, men belyser svårigheten med att momentan öppna dörrar till dubbeldörrar, dörrslussar och toaletter. Trycket i en liten toalett påverkas av en dörröppning eller dörrstängning, vilket vattenlåsets nivåändringar visar. Vattenlåset kan tryckas ut med en tryckskillnad över 500 Pa under tillräckligt lång tid.

Svar på frågeställningar

De fem inledande frågeställningarna ges här med sina svar. Dörrytan antas vara 2 m^2 . Vilka BBR-krav gäller för högsta öpp-

ningskrafter för en dörr?

- Öppningskraft 150 N för normala dörrar och 220 N för särskilda utrymningsdörrar. Dörrvredskraft 70 N. Öppningskraft och dörrvredskraft endast 25 N för personer med funktionsnedsättning.
- Vilken tryckskillnad kan högst tillåtas för att kunna öppna en dörr?
- 150 Pa för mottryck med dörrkraften 150 N.
- 210 och 420 Pa för medtryck med friktionsfaktor 1.0 respektive 0.5, hävstångsfaktor 3 och dörrvredskraften 70 N.
- Vilka brandtryck kan uppstå?
- God lufttätet och ventilationsstandard ger oftast brandtryck över 1000 Pa för ett brandflöde på $1 \text{ m}^3/\text{s}$ enligt tumregeln $1 \text{ MW} = 1 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Kan en mottryckssatt inåtgående dörr dras eller ryckas upp?
- En person med vikten $m \text{ kg}$ kan med lämplig akrobatik dra $mg \text{ N}$ samt rycka upp en dörr i vissa fall.
- Kan en mottryckssatt utåtgående dörr tryckas eller stötas upp?
- En person med vikten $m \text{ kg}$ kan med lämplig akrobatik trycka $mg \text{ N}$ samt stöta upp en dörr i vissa fall.

Några synpunkter och konklusion

Några synpunkter är följande. Flera personer kan samverka på båda sidor av en dörr för att öppna den samma. Högst brandtryck i ett bostadsrum kan minskas med öppna innerdörrar, gläntning av fönster och kortvarig dämpning av brandeffekten. Inåtgående dörrar bör undvikas. Utåtgående dörrar med låg friktion mellan låskolv och karmbeslag är att föredra. Skillnaden i öppningskraft mellan inåtgående och utåtgående dörr är måttlig om friktionen mellan låskolv och karmbeslag är hög för en utåtgående dörr. Vidare ger fläktar i drift ett lägre brandtryck i jämförelse med spjäll som stänger vid brand (brandgasspjäll).

Tryckavlastning genom termisk fönsterkollaps tar tid och kräver hög temperatur. Ett fönsterglas spricker när temperaturskillnaden mellan mittparti och ytterkanter är över 30-200 °C beroende på glasmaterial. Mekanisk fönsterkollaps sker först för brandtryck långt över 1000 Pa. Ett kvadratisk fönsterglas med sidan 1 m och tjockleken 3, 4 och 5 mm brister i medeltal för tryckskillnader över 4000, 6000 respektive 9000 Pa.

Denna artikel bygger bara på erfarenheter från några finska brandförsök och egna beräkningar med provtryckningsdata. Vad som saknas är en detaljerad utredning av svenska bostadsbränder utan eller med dödsoffer med uppdelning efter om bostadsdörren öppen eller stängd, annan utrymningsväg använd, inåt eller utåtgående lägenhetsdörr, antal dödsoffer i rum med primärbrand, antal dödsoffer nära utrymningsdörr, antal dödsoffer på annan plats samt antal lyckade utrymningar.

Huvudsatsen är att utrymning från en invändig brand inte kan genomföras säkert genom inåtgående dörr för ett brandtryck större än 150 Pa samt genom en utåtgående dörr för ett brandtryck på 210 eller 420 Pa om friktionsfaktorn antas vara 1.0 respektive 0.5. För en person med funktionsnedsättning blir brandtryckssiffrorna 25, 75 respektive 150 Pa.

God lufttätet och ventilationstekniskt brandskydd kan resultera i högre brandtryck, vilket provtryckningsdata visar. Små bostäder är farligare än stora bostäder för samma brand. Ett brandutsatt rum med stängd innerdörr i en bostad kan vara ännu farligare. Vissa vind- och temperaturförhållanden kan också försvåra dörröppning och utrymning. ■

Läs mer:

Bakgrundsmaterial till artikeln återfinns i en arbetsrapport TVIT—16/7103 med samma titel som artikeln och kan laddas ner som pdf-fil från www.hvac.lth.se