

# Projektering av brandskydd

FÖR ATT MINSKA RISKEN OCH KONSEKVENSERNA AV  
ANLAGD BRAND I SKOLBYGGNADER



## Förord

Under 2007 lät Brandforsk, ett svenskt organ för brandforskning, genomföra en förstudie i vilken det identifierades att problemet med anlagd brand behöver angripas brett. Förstudien ledde fram till ett stort multidisciplinärt forskningsprojekt som initierades under 2008. Flera delprojekt har finansierats inom ramen för det större projektet där bl.a. mänskligt beteende (inklusive människors attityder till och kunskaper om brand generellt och anlagd brand i synnerhet) och tekniska system ingått.

Avdelningen för brandteknik och riskhantering vid Lunds Tekniska Högskola har tillsammans med SP Brandteknik genomfört ett forskningsprojekt om tekniska system för att förebygga och begränsa konsekvenserna av anlagd brand inom ramen för detta projekt. I delprojektet om tekniska system har omfattande fallstudier av skolbränder genomförts, även dimensioneringskriterier för brandteknisk dimensionering, inventering av tekniska system och kostnad-nytta analyser har genomförts.

I detta projekteringsråd sammanfattas forskningsprojektet på ett enkelt och tillämpat sätt för byggprojektörer, arkitekter och kommunala fastighetsbolag. Projekteringsrådet har en teknisk karaktär och har inget fokus på organisatoriska åtgärder även om förslag på sådana även förekommer i boken.

Råden består av två delar. I en sammanfattande folder ges råd för hur brandskydd på speciellt utsatta skolor kan förstärkas och viktiga aspekter att tänka på vid projekteringen. I denna andra del ges en överblick av de krav i form av lagar och regler som ställs på brandskydd i skolor, det ges även en fördjupad beskrivning av olika brandskyddslösningar och system som kan förekomma i skolbyggnader. Båda delarna kan kostnadsfritt hämtas från SBUFs webbplats, [www.sbuf.se](http://www.sbuf.se).

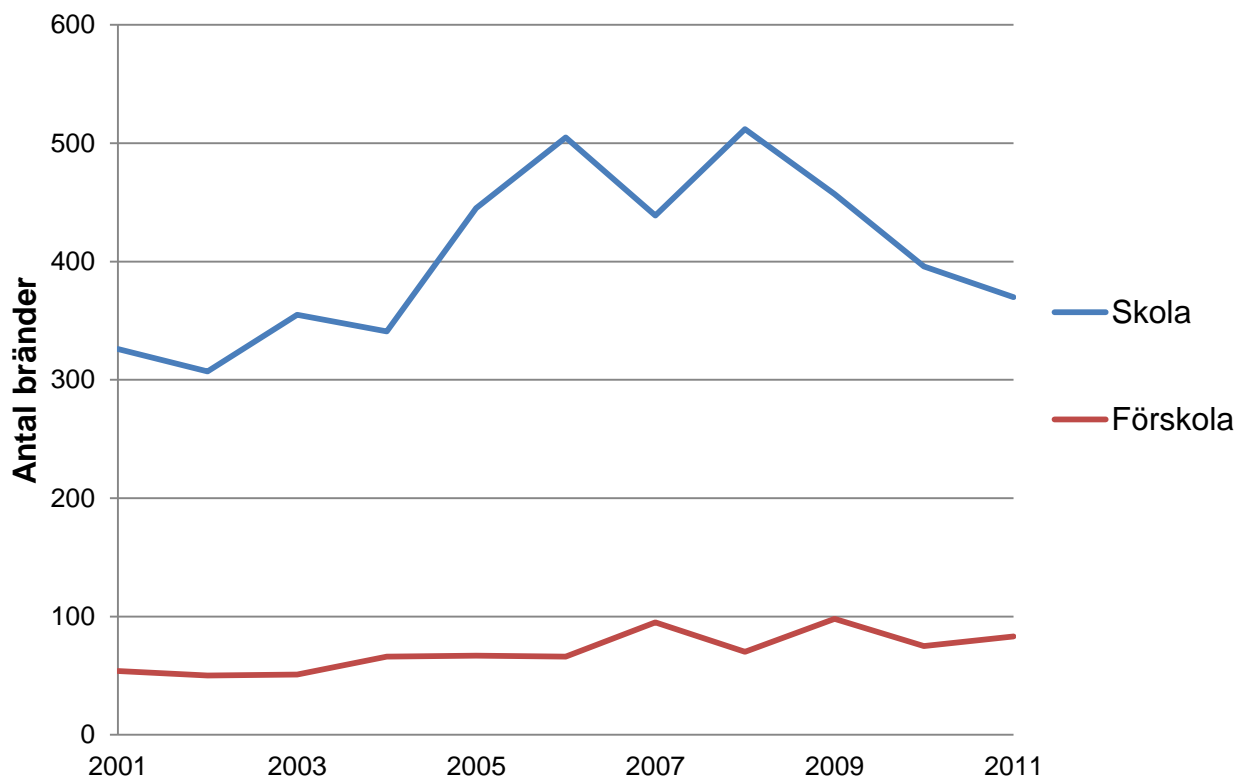
Projektet har utförts med stöd från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) och deltagande företag inom Sveriges Byggindustrier FoU Syd.

# Innehåll

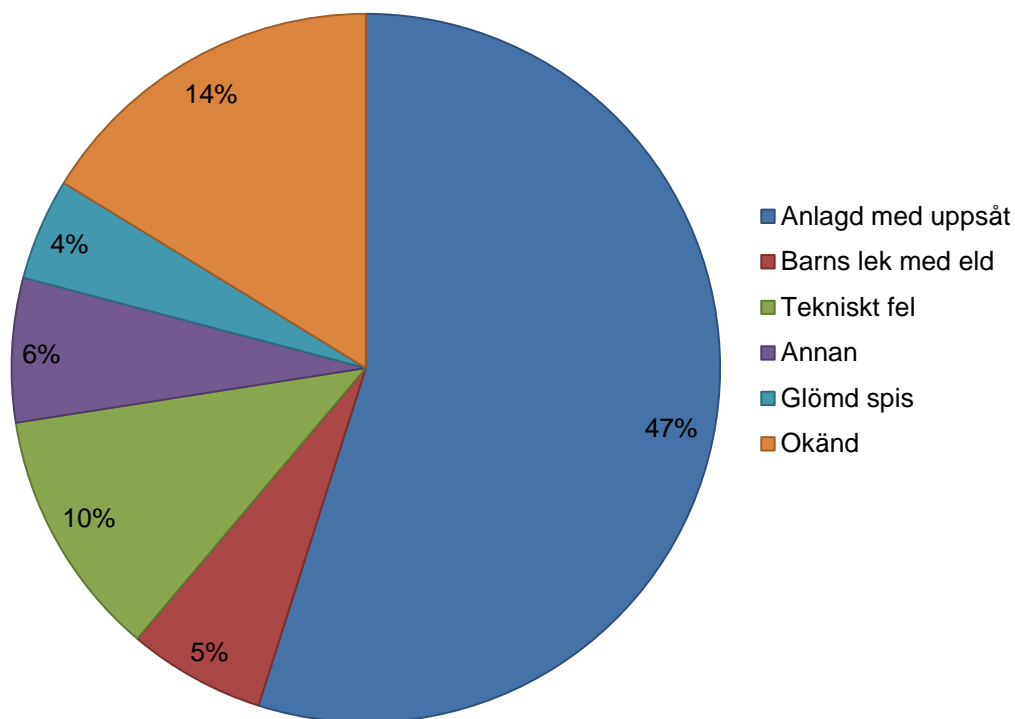
Förord .....	3
Statistik .....	5
Lagar och regler .....	9
Det grundläggande brandskyddet i en skolbyggnad .....	10
Brandtekniska lösningar i skolbyggnader .....	18
Brandskydd i driftskedet .....	25
Brandskydd under byggtiden .....	27
För vidare läsning .....	28

## Statistik

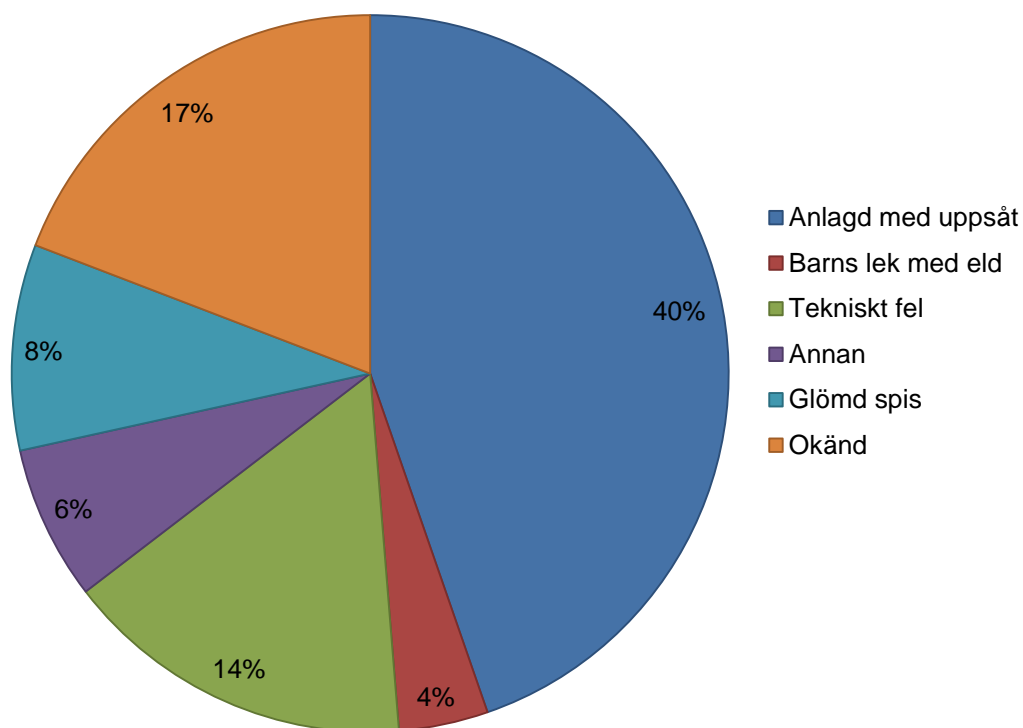
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) tillhandahåller statistik på bränder i Sverige. I följande diagram presenteras statistik över bränder i skolor och förskolor. Viktigt att komma ihåg är att detta är antalet bränder där räddningstjänsten varit på plats och det finns säkert ett stort mörkertal med mindre bränder som har hanterats på skolan utan att räddningstjänsten tillkallats. Antalet bränder i skolor och förskolor har ökat under 2000-talet. Under 2005-2010 har det varit mellan 400-500 bränder i skolor d.v.s. nästan 10 stycken i veckan. Under 2010 och 2011 har antalet bränder sjunkit men är ändå högre än i början på 2000-talet.



De vanligaste brandorsakerna i skolor och förskolor är "anlagd brand" med knappt hälften av alla bränder i skolor. Kategorin "okänd" omfattar bränder där det inte gått att avgöra vad brandorsaken varit vilket innebär att ett mörkertal finns för antalet anlagda bränder.

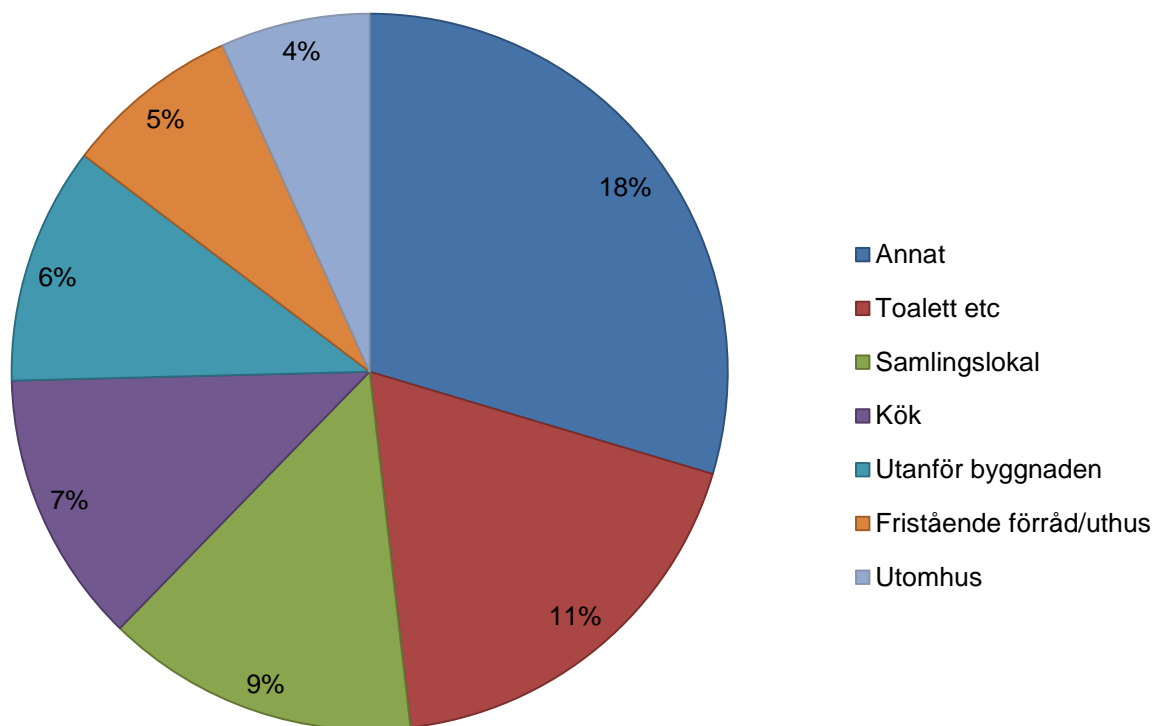


Figur 1: Vanliga brandorsaker i skolor.

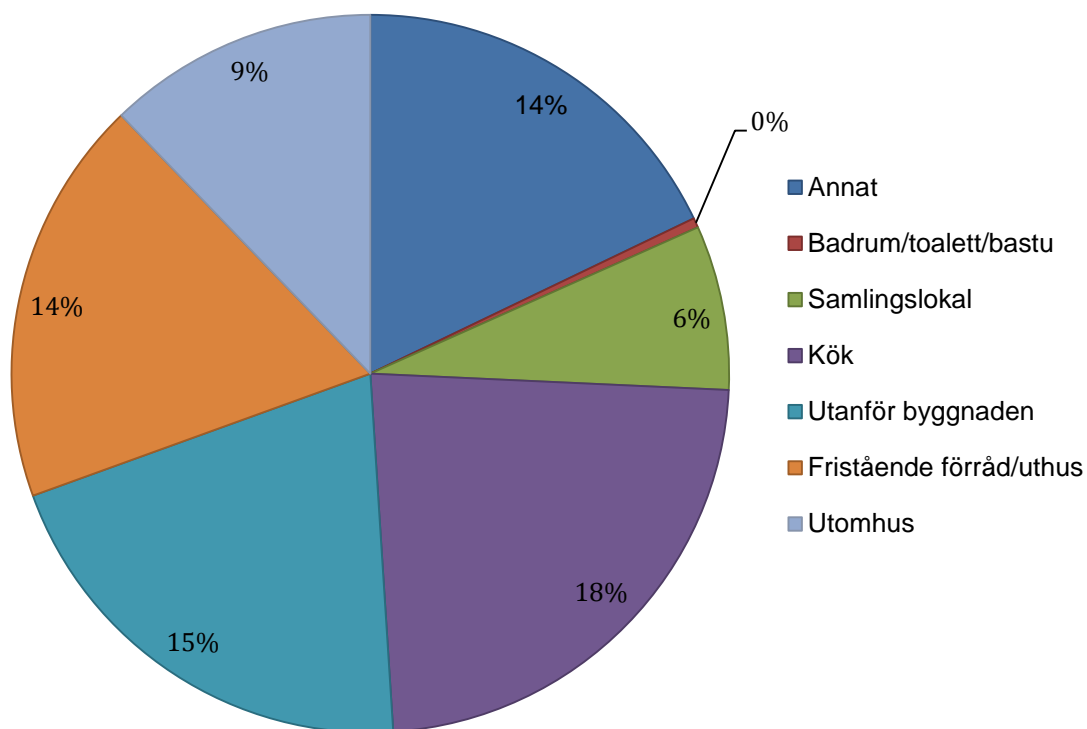


Figur 2: Vanliga brandorsaker i förskolor.

När det gäller startutrymme så är det en stor skillnad mellan skolor och förskolor. Många anlagda bränder i skolor startar på toaletten, vilket inte är fallet på förskolor där en större andel av bränderna startar utomhus eller utanför byggnaden. Anledningen till detta är att det i skolor anläggs bränder dagtid av personer i byggnaden medan de flesta av bränderna på förskolorna anläggs på helger, kvällar och nätter utanför byggnaden. Denna typ av bränder förekommer även på skolor och är i absoluta tal något fler än på förskolor.

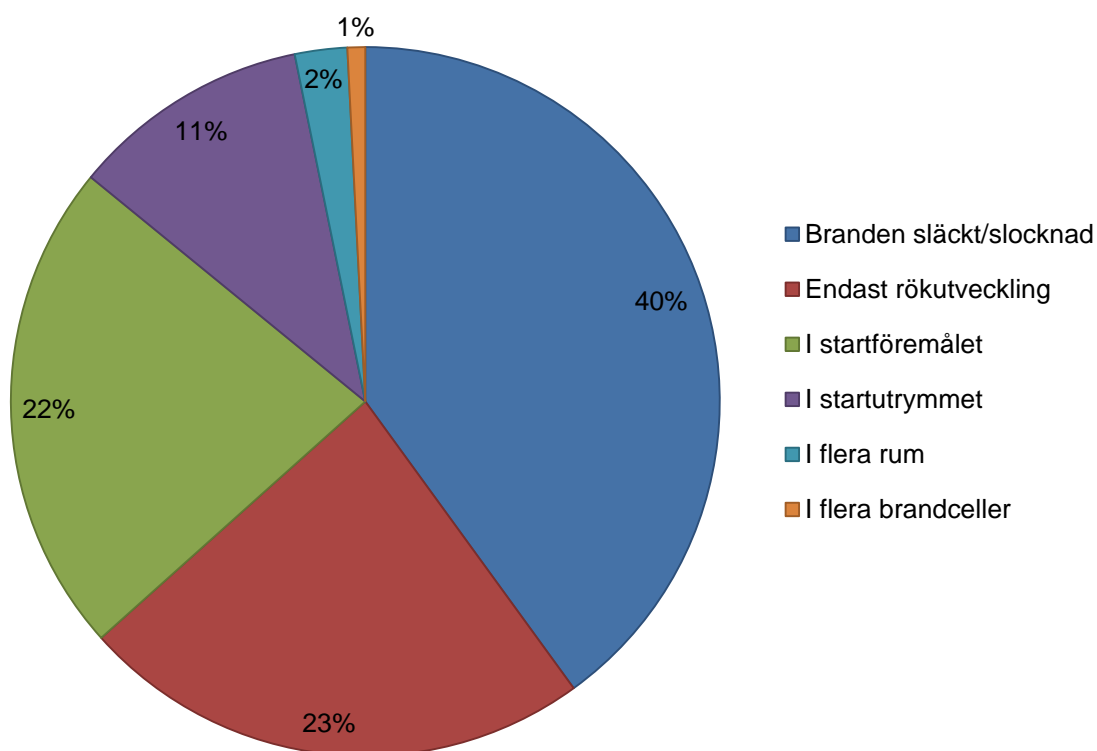


Figur 3: Startutrymme för anlagda bränder i skolor.

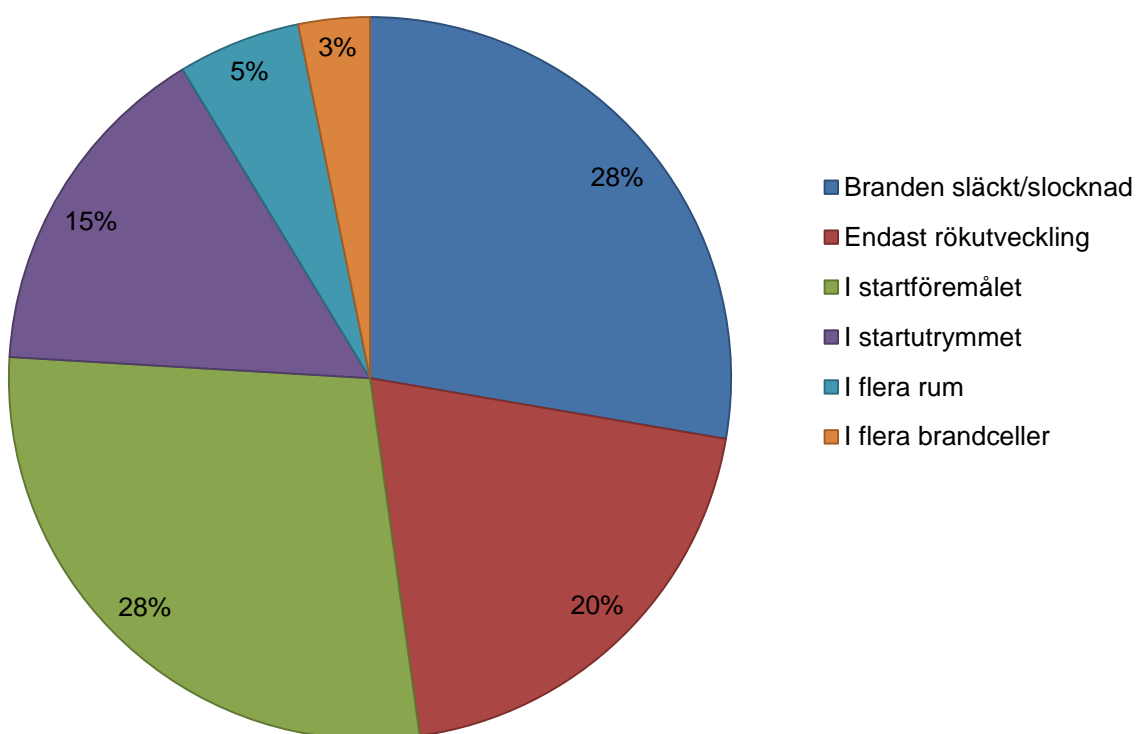


Figur 4: Startutrymme för anlagda bränder i förskolor.

De flesta bränder i skolbyggnader begränsas till startföremålet (70-85%). Resterande del sprider sig till andra föremål, till flera rum eller i värsta fall till flera brandceller/byggnader. En brand i en skola som spridits till flera brandceller är mycket kostsam. I skolor och förskolor är brandfrekvensen större för omfattande bränder i jämförelse med andra byggnader. I t.ex. bostadslägenheter är brandfrekvensen för bränder "i flera rum" och "i flera brandceller" lägre än i skolbyggnader.



Figur 5: Omfattning av anlagda bränder i skolor.



Figur 6: Omfattning av anlagda bränder i förskolor.



## Kostnader

Kostnaderna för bränder i skolbyggnader är cirka 500 miljoner kronor per år i Sverige och detta motsvarar ungefär 10-12% av de totala kostnaderna av bränder i landet. Medelkostnaden för en skolbrand har uppskattats till 120.000-140.000 kr. Mediankostnaden är lägre eftersom många av bränderna är små men ett fåtal mycket kostsamma bränder driver upp kostnaderna. Det är nämligen bara runt 1-2% av bränderna som bidrar till mer än hälften av de totala kostnaderna. För att få ner kostnaden för bränderna är det därför viktigt att minska skadorna för de mest kostsamma bränderna.

Ur statistiken går det även att se att de mest omfattande bränderna på skolor och förskolor inträffar efter skoltid (på kvällar och helger) och startar ofta utomhus. I flera fall har de mycket kostsamma bränderna inträffat på kvällen och natten utomhus i närheten eller intill en-två plans skolbyggnader byggda på 1970-talet. När det gäller befintliga byggnader är därför denna typ av byggnad att betrakta som extra känslig.

## Lagar och regler

I detta kapitel ges en översikt av lagar och regler som är tillämpliga för skolbyggnader. Kapitlet är enbart orienterande och gör inte anspråk på att vara en fullständig beskrivning av lagar och regler.

### Boverkets byggregler

Grundläggande bestämmelser för all byggnation finns i plan- och bygglagen (SFS 2010:900) och plan- och byggförordningen (SFS 2011:338). Bestämmelser om brandskydd finns i ett fåtal paragrafer i dessa. Boverket ger dock ut betydligt mer omfattande tillämpningsföreskrifter om brandskydd i byggnader i kapitel 5 i Boverkets Byggregler (BBR) (BFS 2011:26). BBR är först och främst inriktad på säkerheten för de personer som vistas i byggnaden. Det anses dock av Boverket att det egendomsskydd som ges av BBR utgör en skälig nivå ur ett samhällsperspektiv. Boverket menar dock att ytterligare brandskydd kan vara påkallat ur ett egendoms perspektiv, t.ex. med hänsyn till försäkringsbolag, beställares önskemål m.m.

BBR ställer enbart krav på byggnadens fysiska utformning och några krav på organisatoriskt brandskydd, t.ex. att brandskyddet förlitas på någon person, ställs inte.

BBR uppfylls med s.k. förenklad dimensionering om de allmänna råd som följer föreskrifter efterlevs. Kraven kan dock uppfyllas med andra metoder men då krävs att dimensioneringen sker genom s.k. analytisk dimensionering.

BBR omfattar inte krav på brandskyddet av bärande konstruktioner. Dessa krav återfinns i Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (EKS).

Vid ombyggnad och ändring ska byggnader uppfylla de krav som ställs på brandskydd i avsnitt 5:1-5:7 i BBR. Grundkravet är att samma säkerhetsnivå ska uppnås även om avsteg från säkerhetsnivån får göras om synnerliga skäl finns.

### Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket ställer krav på verksamheter genom arbetsmiljölagen med tillhörande föreskrifter. I AFS 2009:2, Arbetsplatsens utformning, ställs en rad krav på brandskydd i arbetslokaler, som t.ex. skolor. Kraven gäller utrymning, skyltning och markering, nödbelysning, utrymningslarm och utrymningsplan. Krav på skyltar och signaler finns i AFS 2008:13.

### Lag om skydd mot olyckor

Lagen om skydd mot olyckor (SFS 2003:778) gäller vid byggtiden och under byggnadens nyttjande. I lagen om skydd mot olyckor ställs krav på att ägare och nyttjanderättshavare till byggnader ska hålla ett skäligt brandskydd. Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) står för ett flertal föreskrifter och allmänna råd. För att upprätthålla ett skäligt brandskydd krävs ett systematiskt brandskyddsarbete, vilket innebär att ägare och nyttjare fortlöpande bör genomföra åtgärder som behövs för att eliminera eller minska risken för brand.

### Försäkringsbolag

Försäkringsbolag deltar normalt inte vid brandskyddsprojektering av byggnader. En orsak till det kan vara att vid den inledande projekteringen är inte valet av försäkringsbolag fastställt. När det gäller kommunala skolor finns dock i regel ett försäkringsbolag som bör ha möjlighet att i projekteringen ge synpunkter på sådant som kan påverka premiesättningen.

### Räddningstjänsten

Det är även bra att kontakta räddningstjänsten för att få ta del av deras erfarenheter. Räddningstjänsten kan ofta ge information om behovet av brandposter för släckinsatser och kapaciteten för stegutrymning för den kommunala räddningstjänsten. Denna information ska även finnas i kommunens handlingsprogram för förebyggande verksamhet enligt Lagen (2003:778) om skydd mot olyckor.

En sammanställning av referenser till relevanta lagar och regler finns i slutet av boken.

# Det grundläggande brandskyddet i en skolbyggnad

I detta kapitel beskrivs de krav som finns på brandskydd i skolbyggnader utifrån kraven och de allmänna råden i kapitel 5 i BBR. Kapitlet ger en övergripande beskrivning av kraven på brandskydd i skolbyggnader, den exakta utformningen av brandskyddet beror dock på skolans utförande och för olika skolbyggnader kan det komma att krävas olika övervägande.

## Dokumentation

En brandskyddsdocumentation ska upprättas vid nybyggnad. Ur denna ska det framgå vilka förutsättningar det finns för det byggnadstekniska brandskyddet, hur brandskyddet är utformat och verifiering av hur de ställda kraven uppfylls. Även vid ändring av byggnad ska det upprättas en brandskyddsdocumentation som beskriver utformningen av brandskyddet på den ändrade delen.

## Verksamhetsklass och byggnadsklass

I BBR 19 delas byggnader in i verksamhetsklasser (Vk) utifrån verksamheten och byggnadsklasser (Br) utifrån skyddsbehovet. Dessa klasser styr kravet på brandskyddet.

Normalt kategoriseras skolor som Vk 2A eller Vk 2B. Verksamhetsklass 2 omfattar samlingslokaler där det vistas personer som inte kan förväntas ha god lokalkännedom men som kan sätta sig själva i säkerhet. Med samlingslokal menas en stor lokal eller en grupp av lokaler inom samma brandcell som är avsedd för ett större antal personer. Vk 2A avser lokaler med högst 150 personer och Vk 2B lokaler för fler än 150 personer.

Förskolor däremot klassificeras normalt som Vk 5A som omfattar lokaler med daglig verksamhet där det finns personer som har begränsad eller ingen förmåga att sätta sig själv i säkerhet.

En enplans skolbyggnad utförs i regel i klass Br3 men uppgraderas till klass Br2 om samlingslokal (lokal för fler än 150 personer) finns i byggnaden. Delar av en byggnad kan dock utföras i olika byggnadsklasser men delarna måste då betraktas som separata sammanbyggda byggnader som avskiljs med en brandvägg.

Tvåplansskolbyggnader kan också hänföras till klass Br3 om byggnadsarean inte är större än 200 m<sup>2</sup> och samlingslokal (lokal för fler än 150 personer) inte förekommer i byggnaden.

## Brandsektionering

För stora byggnader finns det krav på att brandsektionering enligt tabellen nedan som är hämtad från BBR.

Skyddssystem	Maximal storlek (nettoarea) på brandsektion vid brandbelastning $f$ (MJ/m <sup>2</sup> )	
	$f \leq 800$	$f > 800$
Inget automatiskt brandlarm eller automatiskt släcksystem	2500 m <sup>2</sup>	1250 m <sup>2</sup>
Automatiskt brandlarm	5000 m <sup>2</sup>	2500 m <sup>2</sup>
Automatiskt släcksystem	Obegränsad	Obegränsad

Normalt räknas skolbyggnader till den vänstra kolumnen i tabellen ovan. I fall då väldigt mycket brännbart material förekommer i byggnaden kan det vara aktuellt att använda den högra kolumnen. Tabellen innebär att en skolbyggnad utan skyddssystem får göras i 2500 m<sup>2</sup> stora brandsektioner.

Om byggnaden tillhör klass Br2 eller Br3 ska sektioneringen göras i lägst brandteknisk klass EI30.

## Brandceller

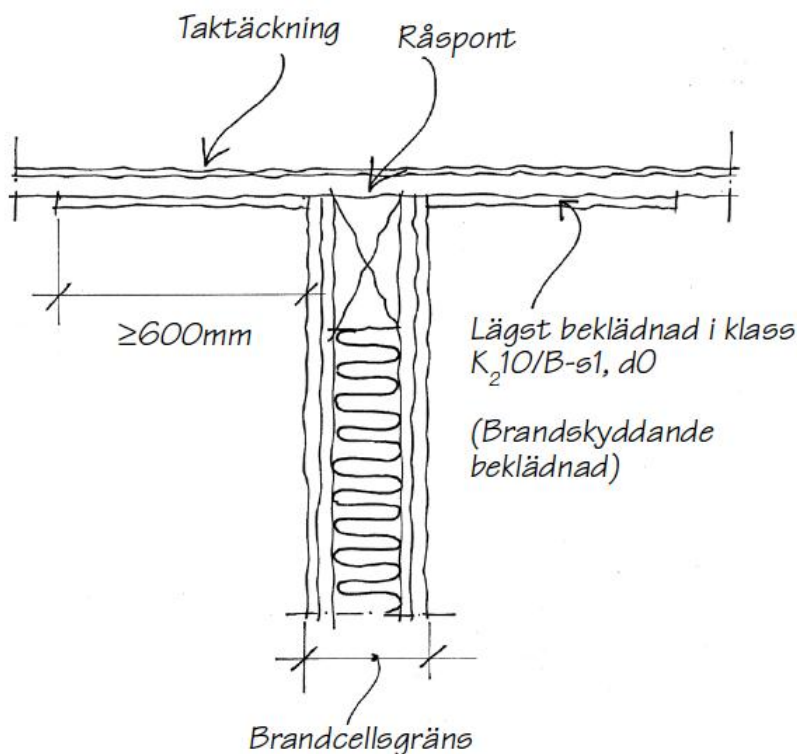
Om flera olika verksamhetsklasser förekommer i byggnaden så utförs de som olika brandceller. Det är även lämpligt att lokaler med större risk för uppkomst av brand utförs som egna brandceller, det kan t.ex. vara sal för träslöjd eller storkök.

Generellt så ska brandcellsgränser i byggnad i klass Br2 och Br3 utföras i EI30. En byggnad i klass Br1 ska ha brandcellsgränser i klass EI60.

## Vind- och undertaksutrymmen

Brandspridning mellan brandceller ska inte kunna ske via vinden eller undertaksutrymmen. Undertaksutrymme som sträcker sig över flera brandceller ska vara avskilda i samma omfattning och i lägst samma klass som de brandcellsavskiljande väggarna.

Vindsutrymme i skolor bör delas in i brandceller om högst 400 m<sup>2</sup> med väggar i lägst klass EI30. Om byggnaden är i klass br1 bör även brandcellsgränser i klass EI60 dela upp utrymmet i högst 1200 m<sup>2</sup> stora sektioner. Det är viktigt att ta hänsyn till takkonstruktionens utformning och bärförmåga vid utformning av brandcellsgränser på vindar. Speciellt viktigt är det med anslutningen av en brandcellsgräns mot yttertak (se Figur 7).



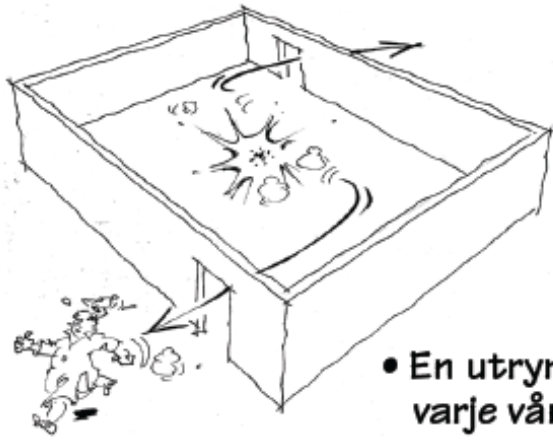
Figur 7: Anslutning av en brandcellsskiljande vägg mot ett brännbart yttertak (hämtad från Brandskyddshandboken med tillåtelse).

Vindsutrymmen ska ha tillträdesvägar för räddningstjänsten. Vindsutrymmen vars yttertak kan nås av räddningstjänstens stegutrustning kan förses med luckor i taket.

Enligt BBR ska även hänsyn tas till brandspridning från fönster till vind via takfoten t.ex. genom att takfoten utförs med samma avskiljande förmåga som brandcellskravet. Fler sätt att ta hänsyn till detta framgår av nästa kapitel "Utökad brandskydd i skolbyggnader". Detta krav gäller dock inte då brandcellsgräns saknas i vindsbjälklaget. Det ska dock inte vara möjligt med brandspridning via vinden till en annan brandcell.

## Utrymning

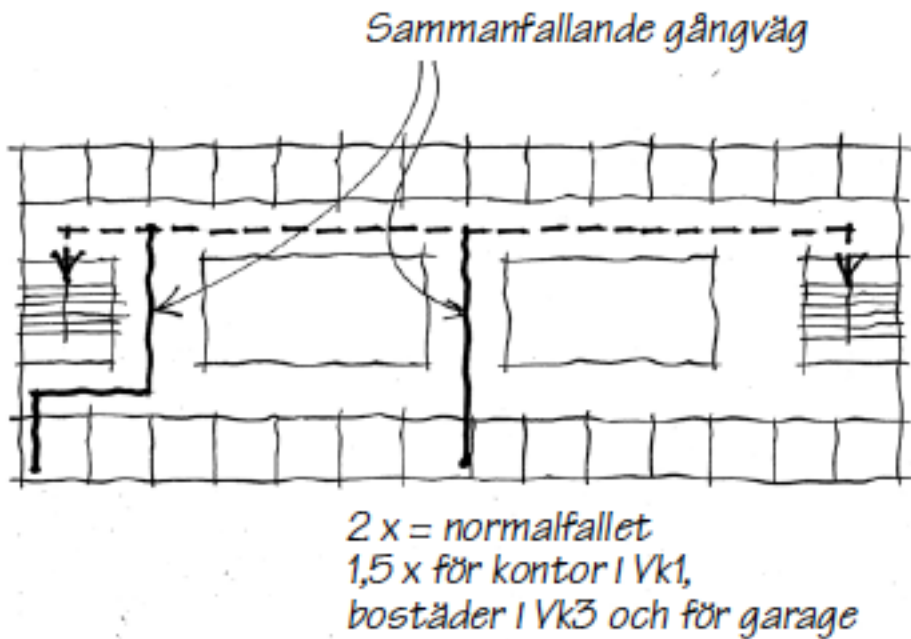
Det grundläggande kravet för byggnader i Sverige är att det ska finnas två av varandra oberoende utrymningsvägar. I skolor i Vk1 kan den ena utrymningsvägen utgöras av ett fönster eller via en annan brandcell. Gångavstånd till närmast utrymningsväg ska vara minst 30 m i skollokaler och 45 m i personalutrymme. I utrymningsväg ska gångavståndet maximalt vara 30 m om utrymning kan ske åt två håll. Vid beräkning av gångavstånd räknas den sammanfallande sträckan dubbelt i skollokaler och med en faktor 1,5 i personalutrymmen (se Figur 9).



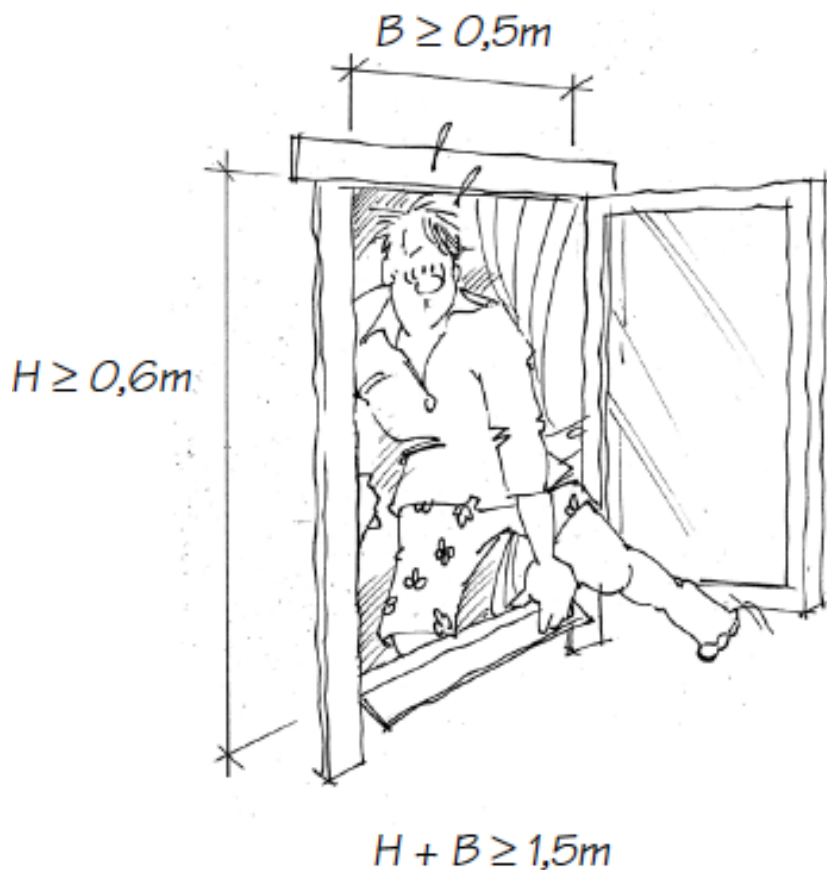
- En utrymningsväg på varje våningsplan
- Utrymning genom annan brandcell

**Grundkrav**  
Två av varandra oberoende utrymningsvägar

Figur 8: Två av varandra oberoende utrymningsvägar (hämtad från Brandskyddshandboken med tillåtelse).



Figur 9: beräkning av gångavstånd (hämtad från Brandskyddshandboken med tillåtelse).



Figur 10: Krav på fönsters storlek och höjd ovan mark (hämtad från Brandskyddshandboken med tillåtelse).

Dörrar som betjänar fler än 150 personer ska vara minst 1,2 m breda och övriga dörrar minst 0,8 m.

Så kallad utrymningsplats är nödvändig i skolor som klassas som publika lokaler och där utrymningsväg ej leder horisontellt till säker plats. Arbetsmiljökrav finns också på utrymningsplats eller likande om funktionsnedsatta personer finns i lokalen.

### Bärverk

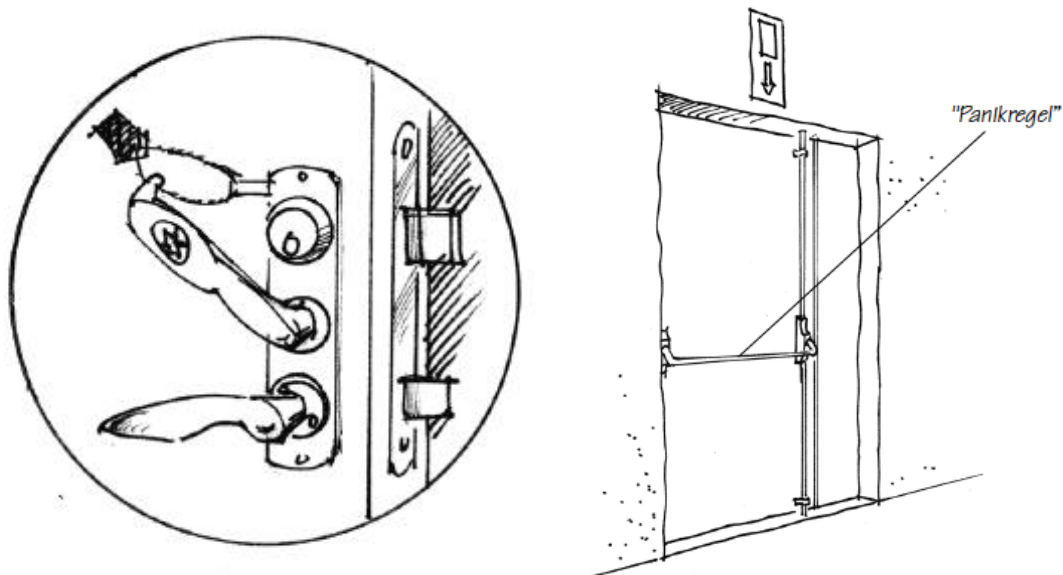
Brandskyddskraven på bärverket styrs av byggnadsklassen och brandsäkerhetsklassen. Detaljerad information om bärrighet i byggnader finns i EKS (BFS 2011:10).

För skolbyggnader i byggnadsklass Br3 finns generellt inga krav på bärverket. Det är dock viktigt att bärverk som kan påverka brandcellsgränzers stabilitet och funktion utförs i lägst klass R30.

För skolbyggnader i byggnadsklass Br2 ska bärverk som tillhör byggnadens huvudsystém utföras i klass R30.

### Brandtekniska installationer

Om skolan har samlingsal för fler än 150 personer, d.v.s. en lokal i Vk. 2B så ska den utrustas med utrymningslarm som kan aktiveras manuellt. Dörrar i eller till utrymningsväg från samlingsal ska utrustas med lättmanövrerade trycken (se Figur 11).



Figur 11: Utrymningsbeslag enligt SS EN 179 (t.v.) och SS EN 1020 (t.h.) (hämtad från Brandskyddshandboken med tillåtelse).

Samlingssalen och utrymningsvägar från samlingssalen ska utrustas med vägledande markering, allmänbelysning och nödbelysning.



Figur 12: Placering av nödbelysning ska placeras lågt och ha minst 1 lux längs hela gångstråket (hämtad från Brandskyddshandboken med tillåtelse).



*Bild 1: Vägledande markeringar ska ha utseende i enlighet med AFS 2008:13.*

Det finns inga krav på släcksystem i skolor men om t.ex. ett automatiskt släcksystem för särskilda risker (t.ex. fritös och stekbord) i köket installeras kan kravet på brandcellsgräns frångås.

Enligt LSO ska skolor ha ett skäligt brandskydd vilket kan ställa högre krav på de brandtekniska installationerna. Verksamheten kan t.ex. behöva tillhandaha handbrandsläckare. I skolor rekommenderas i handbrandsläckare med pulver (6 eller 9 kg). Dessa placeras med max 25 mellanrum på strategiska platser, t.ex. nära utgångar. Det är viktigt att de markeras väl med skyltar.

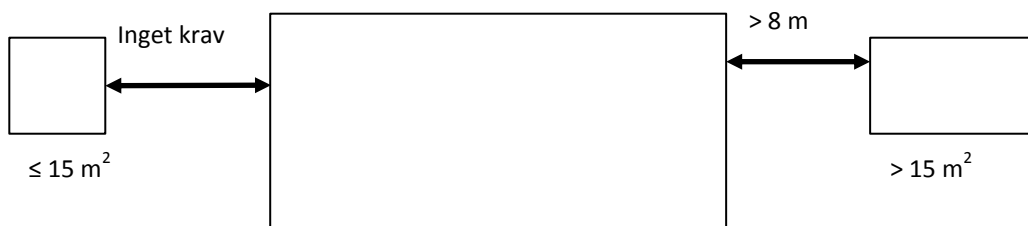


*Bild 2: Tydlig placering och markering av handbrandsläckare.*

Om det finns risk att brandsläckare utsätts för skadegörelse kan de placeras i skyddsskåp som lätt kan öppnas vid brand. Tillsyn och underhåll av de brandtekniska installationerna är viktig och det tas upp senare i boken i kapitlet om brandskydd under drifttiden.

## Komplementbyggnader

Det finns inga krav på skyddsavstånd till byggnader med en area mindre än  $15 \text{ m}^2$  i BBR. Denna typ av byggnader kan inhysa cykelförråd och soprum. I övrigt gäller dock att det ska vara 8 m mellan byggnader.



Figur 13: En huvudbyggnad med två komplementbyggnader där den ena är  $>15\text{m}^2$  och den andra  $<15\text{m}^2$ .

## Möjlighet för räddningsinsats

En särskild körväg för räddningstjänsten, s.k. räddningsväg, ska finnas om inte kommunens gatunät eller motsvarande ger tillräcklig åtkomlighet vid en insats. Räddningsvägen ska vara tydligt skyltad och det ska finnas uppställningsplatser så att räddningstjänstens fordon (t.ex. släckbil och ambulans) får plats. Det är även lämpligt att tydligt markera med en skylt att det råder ett förbud mot att stanna på räddningsvägen. Räddningsvägen ska uppfylla följande kriterier:

- körbanebredd minst 3 m
- vertikalradie minst 50 m
- horisontalradie minst 7 m
- fri höjd minst 4 m
- axeltryck minst 100 kN
- hårdgjort ytlager
- högsta längslutning 8%, högsta tvärfall 2%
- vinterväghållning

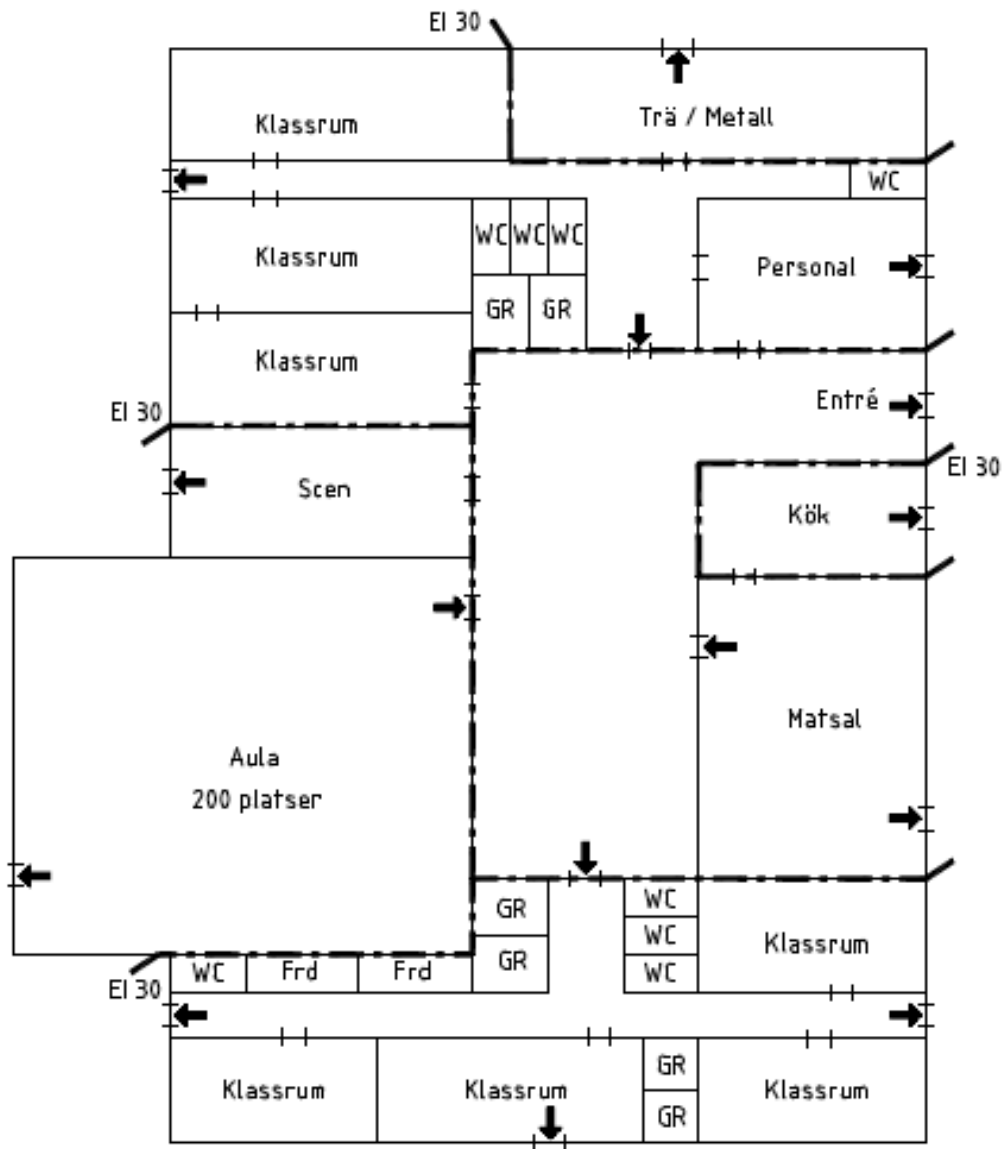
I lokaler som utrymmer via räddningstjänstens utrustning ska det finns lämpliga uppställningsplatser på marknivå nedanför och maximalt 9 m horisontellt avstånd från fönster eller balkong. Normalt är det inte tillämpligt att använda räddningstjänsten som en utrymningsväg i skolor, vilket i så fall innebär att uppställningsplatsen kan placeras maximalt 50 m från byggnadens angreppspunkt. Utöver det ska uppställningsplatsen uppfylla följande kriterier:

- bredd minst 5 m
- längd minst 12 m
- axeltryck minst 100kN
- största lutning 8,5% i alla riktningar
- vinterväghålls

## Exempel på brandskydd i en skola

Följande skiss visar på brandskyddet i en skolbyggnad med en aula för 200 personer. Byggnaden klassas som Br2 eftersom aulan klassas som Vk2B (samlingslokal). Aulan avskiljs från resten av byggnaden. Till slöjdsal och kök som utgörs lokaler med förhöjd risk för brand görs brandcellsgränser.





Plan 1

Figur 14: Exempel på brandskydd i typisk skolbyggnad (hämtad från Brandskyddshandboken med tillåtelse).

# Brandtekniska lösningar i skolbyggnader

I detta kapitel beskrivs ett antal olika brandtekniska system och lösningar som kan användas i skolbyggnader. Kapitlet ger en djupare beskrivning av de åtgärder som presenterades i del 1.

## Brandcellsgränser

En brandcell utgörs av ett avgränsat utrymme i en byggnad som skall tåla en brand under en viss tid. Utrymmet kan bestå av ett eller flera rum. Storleken på brandcellen styrs i regel av kravet på gångavstånd till utrymningsväg. Om brandcellen sträcker sig i mer än två plan ställs krav på sprinklerssystem, undantaget trapphus och hisschakt. Syftet med brandceller är att förhindra spridning av brand och brandfarliga gaser.

När det gäller brandcellsgränser generellt så finns inga speciella krav för skolor och förskolor i nuvarande byggregler. Om byggnaden är större än 1250 m<sup>2</sup> kan det dock föreligga krav på brandcellsindelning (se brandsektionering i föregående kapitel). Om krav finns på brandcellsgräns så innebär det oftast att brandcellsgränser skall hålla klass EI 30 i skolbyggnader då de klassas som Br2 eller Br3 byggnader. EI 30 innebär ett lågt egendomsskydd eftersom branden kan spridas innan räddningstjänsten hunnit köra fram och påbörja insats.

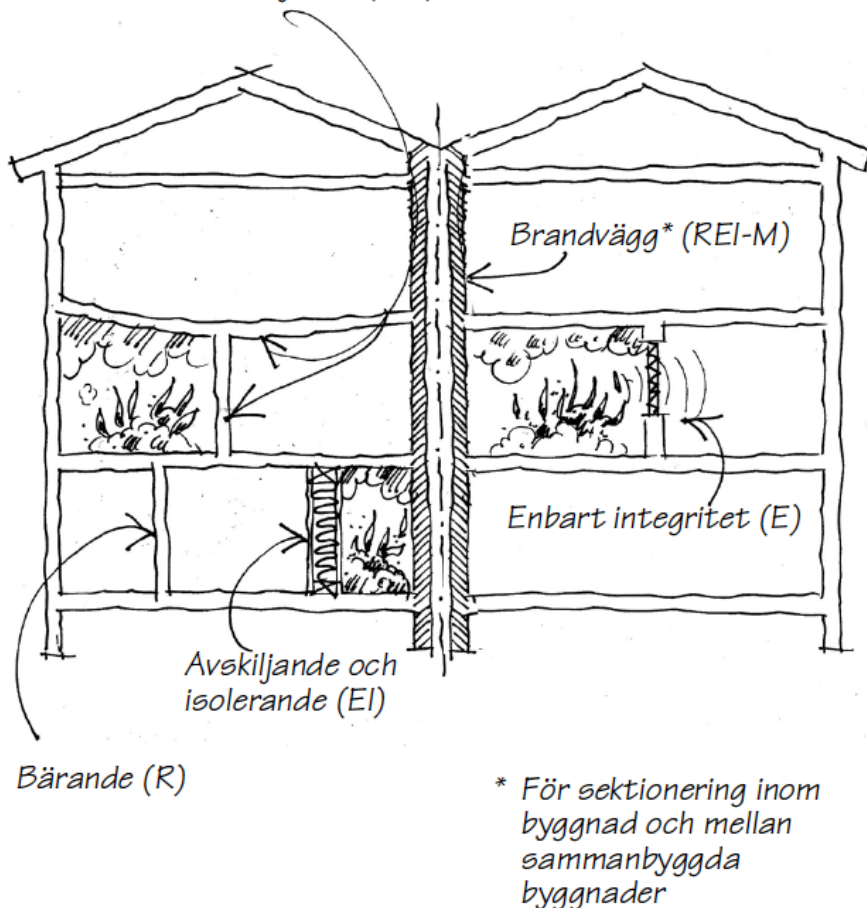
Oinredda vindar på skolor är i många fall låga och brännbart material förekommer ofta i form av råspont och takstolar i trä. Detta skapar förutsättningar för ett snabbt brandförlopp över en stor yta och med en övertänd vind som resultat innan räddningstjänsten är på plats. En fullt utvecklad brand på en vind är i det närmaste omöjlig att stoppa och räddningstjänsten får inrikta sig på att begränsa spridning till närliggande byggnader. Därför är brandcellsindelning av vindar viktigt (se vind- och undertaksutrymme i föregående kapitel).



*Bild 3: Vind med råspont och takstolar av trä.*

Försäkringsbolag kan kräva att brandceller skall installeras i syfte att minska dess ansvar/skadekostnader. Vid nyproduktion kan brandcellen integreras rakt in i byggnaden, men även i befintliga byggnader kan eftermontage göras för att skapa mindre brandceller.

## Bärande och avskiljande (REI)



Figur 15: Byggnadsdelar (hämtad från Brandskyddshandboken med tillåtelse)

Olika byggnadsdelar delas in i olika klasser utifrån sin bärförmåga, täthet och isolering enligt följande tabell.

R - bärförmåga (bärverkets brandmotstånd)
RE - bärförmåga och integritet (täthet)
REI - bärförmåga, rökavskiljning och isolering
E - integritet
EI - integritet och isolering
EI <sub>2</sub> - integritet och isolering för branddörrar
EW - integritet och begränsad strålning.

Beteckningarna följs av ett tidskrav på 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 eller 360 minuter. Fram till 1994 har byggnadsdelar varit indelade i A (obrännbar), B (brännbar) och F (fönster). Vid ombyggnation och ändring av byggnader kan man träffa på dessa äldre klasser. Eftersom man numera fokuserar på byggnadsdelens funktion så anses det inte väsentlig att göra skillnad på brännbar eller obrännbar konstruktion.

### Automatiskt brandlarm

Ett automatiskt brandlarm ska upptäcka en brand så tidigt att räddnings- och brandsläckningsåtgärder kan vidtas. I Sverige används ofta regelverket SBF 110:6, *Regler för automatisk brandlarmläggning* vid projektering av automatiskt brandlarm. Men andra föreskrifter eller riktlinjer kan också tillämpas t.ex. de från NFPA.

Ett automatiskt brandlarm skall om det följer regelverket oftast omfatta hela byggnaden (d.v.s. att alla ytor i en brandcell skall vara övervakade). Det förekommer dock att enbart delar av en brandcell övervakas, d.v.s. då bara vissa utrymmen är övervakade med detektorer.

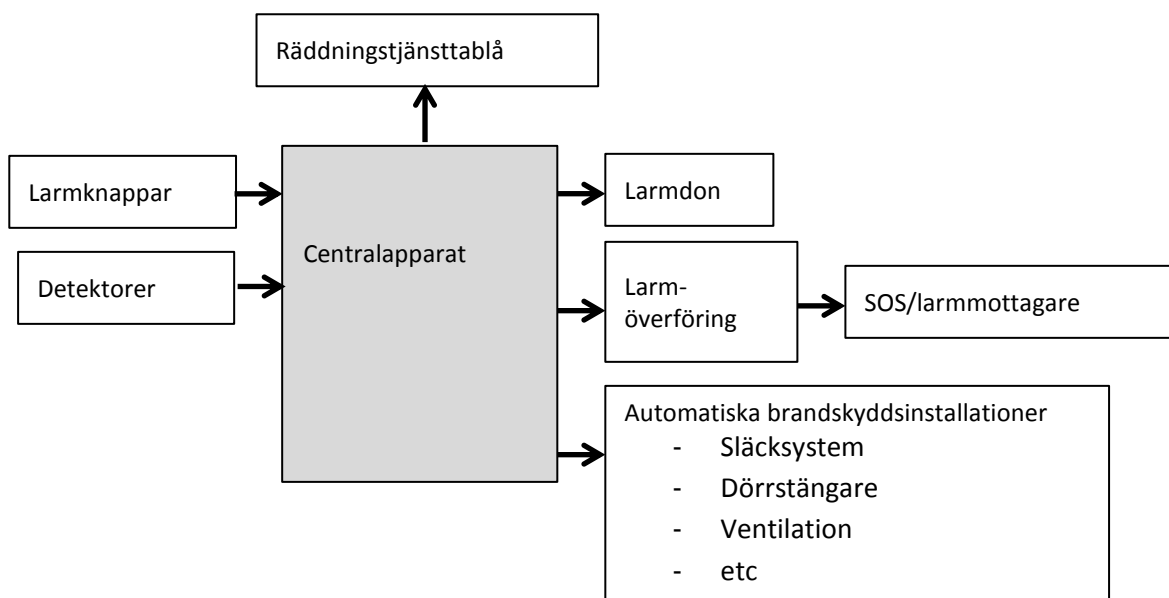


Bild 4: Centralapparat och brandförsvarstablå.

Om t.ex. ett detektionssystem installeras utöver de krav som finns i t.ex. byggreglerna (t.ex. för att erhålla bättre egendomsskydd) är det inte obligatoriskt att följa något regelverk. Vissa räddningstjänster vill dock inte ta emot larm från anläggningar som inte uppfyller SBF 110:6 vilket kan göra det problematiskt. Om en byggnad utrustas med fullständig övervakning enligt SBF110:6 inkluderar det även övervakning av vinden om inte något undantagsvillkor uppfylls (att vinden är oanvändbar och svårtillgänglig med EI 60 avskiljning nedåt).

Ett automatiskt brandlarm kan även utrustas med utrymningslarm, som är en installation som meddelar personer i en byggnad att de ska utrymma. Ett utrymningslarm är dock inte beroende av att det finns ett automatiskt brandlarm utan kan finnas separat.

Ett utrymningslarm kan aktivera genom att en larmknapp trycks in eller att någon typ av detektor aktiveras. Ett automatiskt brandlarm kan ha automatisk aktivering, manuella larmknappar eller bådadera.



Figur 16: Komponenter i ett automatiskt brandlarm.

## Olika typer av detektorer

Beskrivningen av detektorer delas upp i två delar; detektering inomhus och detektering utomhus.

### Inomhus

Vanligen nämns tre typer av detektorer för inomhusbruk; rökdetektorer, värmedetektorer och multidetektorer.

Rökdetektorer är den vanligaste typen av branddetektorer och de kan användas i de flesta situationer. Eftersom de reagerar på partiklar i luften kan den oftast inte användas i lokaler där det av andra skäl är en hög koncentration av partiklar.

Värmedetektorer kan larma vid en viss temperatur eller på en viss temperaturökning över en viss tid. Värmedetektorer är lämpliga inomhus, värmedetektorer är okänsliga för storkällor som damm och kan därför användas där andra typer av system är olämpliga. Värmedetektorer är dock tröga vid långsamma brandförlopp eftersom de kräver en viss temperaturökning i rummet.

Två eller flera olika detektorer kan kombineras i en multidetektor, t.ex. en kombination av olika typer av rök- och värmedetektorer. Multidetektorer larmar vanligen vid en viss kombination av signaler från de olika sensorerna. Detta innebär att multidetektorer ofta är mindre känsliga för störningar än andra detektorer.

### Utomhus

#### Linjevärmedetektorer

En smältkabel detekterar längs hela sin längd och kan anslutas till ett befintligt brand- eller inbrottslarm som ger larm. Det finns två typer av smältkabel vilka aktiveras vid olika temperaturer, 105 respektive 68°C. För att undvika falsklarm bör den senare kabeln ej monteras utomhus.

Differentialkabel består av ett tunt rör som skjuts fast med en häftpistol eller liknade på t.ex. en fasad. Kabeln kan användas för upptäckt av brand i både inomhus- och utomhusmiljöer. Kabeln känner av den snabba temperaturökning som uppstår vid en brand genom den tryckförändring som sker inne i detektorkabeln då den blir varm. Känsligheten i kabeln är justerbar och kan ställas in för att känna av en värmeökning från cirka 5 till 12°C i minuten. Kabeln förstörs ej och behöver ej bytas ut efter en brand utan fungerar förutsatt att den får svalna i några minuter. Kabeln och tillhörande analysatorerhet kan kopplas in till ett befintligt brand- eller inbrottslarm på samma sätt som smältkabeln.

En annan typ av linjevärmedetektorer använder fiberoptik. När glasfibertrådarna värms upp förändras trådarnas ljusbrytande egenskaper. Laserljuset övervakas av en ljusmottagare vilket gör att förändringar i ljuset genom glasfibertråden kan upptäckas och ge larm. Tillverkarens anvisningar ska följas vid montering av linjevärme-kablar. Saknas sådana rekommendationer kan följande råd användas. Dessa råd är framtagna genom experiment med differentialvärme-kabel och smältkabel.

- Placera kabeln om möjligt långt ner på fasaden dock ej under 1 m höjd ovan mark. Ytterligare en kabel kan placeras på underkant av fasadbeklädnad som en komplettering.
- Då risk för sabotage anses föreligga kan kabeln monteras vid takfoten. Då bör det ske med fördel ganska nära väggen, ej längre ut än halva takfoten.
- Det är ej lämpligt att montera smältkabel vid takfoten på byggnader med 2 eller fler våningar.
- Kabeln ska inte monteras så att andra byggnadsdelar kan skymma branden.
- Kabeln ska ej monteras i någon typ av skydds-rör. Det rekommenderas inte heller att använda perforerad plåt eller skyddsnät eftersom detta fördröjer detektionstiden. Men om skyddsutrustning anses nödvändig för att undvika sabotage bör kabeln monteras längre ner på fasaden och/eller en bit ut från denna.

#### Kameror

Kameror kan användas för att övervaka skolor och skolgårdar. Tillstånd krävs dock av länsstyrelsen för kameraövervakning av en plats där allmänheten har tillträde enligt Lagen om allmän kameraövervakning. Även Personuppgiftslagen reglerar i viss mån kameraövervakning. När kameror skall placeras på platser där allmänheten ej har tillträde gäller bara personuppgiftslagen. På grund av dessa regler kan det vara svårt att få tillstånd att sätta upp kameror i och vid skolor.

Eftersom det kan vara svårt att få tillstånd att sätta upp konventionella kameror kan ett alternativ vara att använda värme-kameror eller kameror med integritetsskydd. Kameror med integritetsskydd är konventionella kameror men där en mjukvara "målar över" personer eller bilar i bilden så att de inte går att identifiera. Med värmekameror, eller termosensorer som de också kallas, går det att se vad som är på gång på en plats utan att personer kan identifieras och därmed betraktas dessa som lagliga enligt Lagen om allmän kameraövervakning. Dessutom behövs färre kameror eftersom de kan övervaka ett större område än konventionella kameror.



*Bild 5: Termosensor med tillhörande högtalare placerad vid en skola.*

När någon kommer in i bevakningsområdet för en kamera kan ett larm gå till en bevakningscentral. I bevakningscentralen analyseras bilderna från kameran i realtid och om något händer på skolgården som verkar misstänkt kan bevakningscentralen begära ut personal (t.ex. väktare) till platsen och om det finns högtalare kopplade till anläggningen gå ut med ett meddelande som skrämmer bort möjliga brandanläggare.

De olika typerna av kameror har en avskräckande effekt och har fler fördelar än bara brandförebyggande, vilket bör tas med i beräkningen för att motivera en installation. Närvaro av kameror har visats ge minskad skadegörelse som t.ex. klotter och glaskross vilket kan innebära stora summor årligen i vissa områden.

### **Andra typer av larm**

Med ett inbrottslarm kan ett larm aktivera då ett fönster krossas eller annan åverkan sker på byggnaden. Syftet med ett inbrottslarm är att larma vid inbrott vilket gör att det kanske inte är optimerat för att upptäcka brand även om den första indikationen på flera anlagda bränder i skolor har varit larm från inbrottslarmet.

Ett inbrottslarm kan kombineras med ett brandlarm i ett s.k. kombilarm. Anläggningen utgörs oftast av en centralapparat för inbrottslarm med sektioner både för inbrottslarm och brandlarm. Till anläggning ansluts detektorer och sirener för inbrottslarm och detektorer, larmknappar samt larmdon för brand. Ett problem med en kombianläggning är att centralapparatens inte uppfyller SBF:s regler vilket innebär att anläggningen inte kan uppfylla SBF 110:6. Detta kan innebära problem om larmet skall gå till räddningstjänsten eftersom en del räddningstjänster krävt att anläggningar anslutna till dem skall uppfylla SBF-reglerna.

### **Fasadmaterial**

Fasaden på en Br2 och Br3 byggnader (d.v.s. skolbyggnader med en eller två våningar) får utföras i brännbart material som t.ex. trä och det förekommer i flera fall. En fasad i trä kan bli involverad i en brand och bidra till brandspridning. En obrännbar fasad (t.ex. en tegel fasad) däremot kommer ej att bli involverad i en brand på samma sätt. Ett alternativ till att utföra en hel fasad av obrännbart material är att utföra delar som bedöms som extra utsatta som t.ex. lastkajer och skydda utrymmen.

En obrännbar fasad garanterar inte att brandspridning utifrån och in förhindras. En brand som är en kvadratmeter stor brand kan ha flammor som sträcker sig upp till takfoten på en envåningsbyggnad och kan på så sätt spridas in till vinden även om fasaden är obrännbar.

## Skydd av takfötter

I BBR19 finns krav på att risken för brandspridning till vind via takfot bör begränsas i alla byggnader där brandcellsgräns finns i vindsbjälklag. För ett utökat egendomsskydd i skolbyggnader är dock lämpligt att risken för brandspridning till vinden begränsas även om det inte finns någon brandcellsgräns mellan vinden och underliggande lokaler.

Vid en anlagd brand intill fasaden kan lågorna slå upp i takfoten och branden kan spridas till vindsutrymmet via luftspalten. Det samma gäller en invändig brand där lågor slår ut ur ett fönster och upp mot takfoten. Det kan därför vara viktigt att skydda takfoten och det kan göras på flera olika sätt:

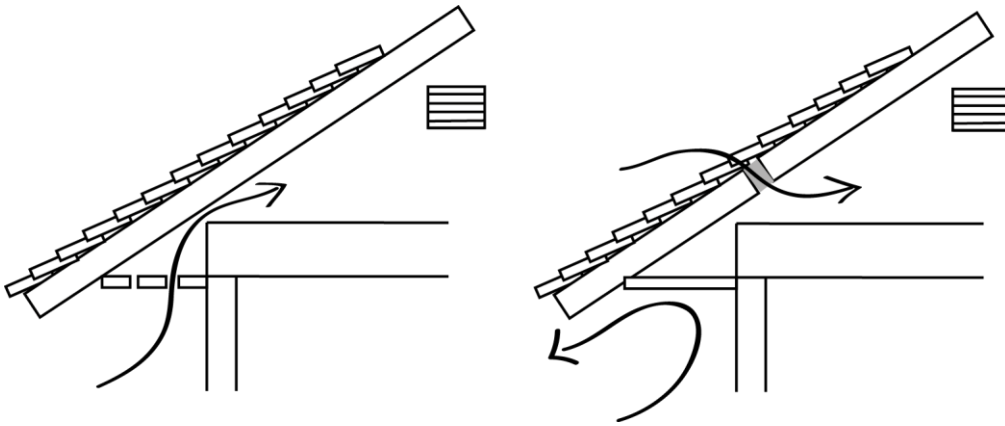
- Undvik glespanel och andra öppningar i takfoten och låt den vara helt tät utförd i ett brandtåligt material.
- Helt tät takfotsundersida med luftöppningar i takfotens utsida, skyddad av hängränna eller plåtbleck så rök och sticklågor ej kan spridas in på vinden.
- Delar av takfoten tätas med brandtåligt material för att fördröja brandspridning till vinden.
- Ventiler som expanderar när de utsätts för värme installeras i takfoten som t.ex. luftspaltsventiler eller speciella takfotsventiler.



Bild 6: Glespanel i luftad takfot.



Bild 7: Exempel på hur en tät takfot av obrännbart material lyckats förhindra en brandspridning till vind (Foto: Lars-Göran Nylén)



Figur 17: Exempel på utförande av öppen (t.v.) och tät (t.h.) takfot.

Om takfoten utförs tät måste ventilering av vinden ske på något alternativt sätt t.ex. via ventil/takhuvar placerade på ovansida av yttertaksbeklädnaden eller via öppningar under taktegllet (se Figur 17). Även mekanisk ventilation av vinden eller avfuktare kan vara en lösning.

### Säkert glas

För att förhindra inbrott eller att brännbara vätskor kastas in i byggnader kan okrossbart glas, säkerhetsfilm, jalousier eller liknade installeras. Det förekommer att fönster krossas och föremål som t.ex. molotov cocktails slängs in i en byggnad. Speciellt viktigt med åtgärder för fönsteröppningar kan det vara vid utsatta områden på byggnaden som t.ex. entréer eller skymda utrymmen.

### Belysning

Ökad belysning innebär att det blir svårare för potentiella gärningsmän att agera eftersom synligheten ökar samt att den upplevda tryggheten ökar. Belysning kan även kopplas till en rörelsesensor. Enligt Svenska Brandskyddsföreningen talar mycket för att en ökad belysning är en mer kostnadseffektiv åtgärd än t.ex. kameraövervakning. Studier som Svenska Brandskyddsföreningen hänvisar till har visat att brottsligheten minskar med en fjärdedel när belysningen förbättras. Det är dock viktigt att belysning placeras på ett sätt att den är utom räckhåll för skadegörelse

### Sprinklersystem

Ett sprinklersystem består av en tillförlitlig vattenkälla till vilken det kopplas ett rörsystem och ett antal sprinklermunstycken (sprinklerhuvuden) som monterats högt i ett utrymme. Vattnet kan matas från en eller flera tankar med pumpar, alternativt tas direkt från vattenledningen om denna kan ge ett tillräckligt tryck och flöde. I Sverige används vanligen SS-EN 12845 och detta innehåller krav på projektering, installation och besiktning ska gå till.

I automatiska system har munstyckena en utlösningssystem bestående av en glasampull med en vätska som expanderar eller sprängs vid en bestämd temperatur (ofta cirka 65 °C).

Man skiljer på torrörssprinkler där röret fram till sprinklern inte är fylld med vatten och våtrörssprinkler där röret är trycksatt med vatten fram till sprinklerhuvudet. Torrörssprinkler är lämpligt utomhus vid lastbryggor och liknande eftersom ett våtrörssystem kan frysa sönder under vintertid.

För att undvika åverkan på sprinklers kan de utföras med en skyddskorg eller med infällt montage.

### Brandgasventilation

Brandventilatorer finns i olika utförande och är normalt utformade för att släppa ut brandgaser med hjälp av brandgasernas termiska stigningskraft. Brandventilatorer kan vara utformade som huvar med luckor och kan förses med genomskinliga lock för att släppa in dagsljus i t.ex. atrier. I kombination med motor (med/utan elektrisk hållmagnet) kan de också användas för att dagligen ventilerer lokalen.

Brandventilatorerna öppnas automatiskt eller manuellt vid brand. Vid automatiskt öppnande är de antingen kopplade till ett automatiskt brandlarm eller vid en viss bestämd temperatur i brandröken.



Takluckor för utvändig åtkomst av vindsutrymme är inte ett krav för byggnader i brandtekniskklass Br2 och Br3, vilket gör att det ofta inte tas hänsyn till detta alternativ vid projekteringar. Vid en räddningsinsats kan räddningstjänsten behöva göra egna ventilationsöppningar i t.ex. tak för att kunna få ut varma brandgaser för att på så sätt kunna sänka värmen och möjliggöra för rökdykning. Med en strategisk placering av takluckor i förhållande till t.ex. sektionering på vinden skulle införandet ge ett förhöjt egendomsskydd. Initialt skulle dessa kunna öppnas för att släppa ut brandgaser och tryckavlasta vinden, något som fördröjer tiden till övertändning.



*Bild 8: Mekaniskt styrda fönster för brandgasventilation av ett atrium.*

## Brandskydd i driftskedet

Enligt BBR 2:5 bör det finnas skriftliga instruktioner för hur och när idrifttagande, provning, skötsel och underhåll ska utföras. Vid ändring av byggnaden ska dessa instruktioner uppdateras. I brandskyddsdocumentationen bör det finnas en plan för drift och skötsel avseende brandskyddet i byggnaden.

Vid idrifttagande bör en samordnad funktionsprovning genomföras för att se att samtliga installationer är en fungerande enhet. Den samordnade funktionsprovningen är viktig eftersom det ofta är flera olika teknikdiscipliner inblandade och när det gäller brandskyddssystemet så är de givetvis beroende av flera andra installationer (t.ex. el och vent). Återkommande funktionsprovning bör genomföras årligen.

På skolan ska det bedrivas ett systematiskt brandskyddsarbete (SBA) och att detta dokumenteras. SBA hjälper verksamheten att hålla ordning på sitt brandskydd och bör ses som en del av verksamhetens ledningssystem.

SBA dokumentationen bör vara så omfattande att det säkerställs att underhållet och att skäligen tekniska och organisatoriska brandskyddsåtgärder vidtas. Vidare bör det finnas en brandskyddsansvarig som har ansvar för brandskyddet och dokumentationen. Om verksamhetsutövaren inte äger byggnaden bör det finnas ett avtal som tydligt reder ut vem som ansvarar för de olika delarna av brandskyddet.

För att förebygga och begränsa anlagda bränder bör både tekniska och organisatoriska åtgärder vidtas. Det finns flera olika orsaker till att bränder anläggs i skolbyggnader. I en studie vid Göteborgs Universitet har följande fem olika motityper till att anlägga brand på skolor framkommit.

1. Skadegörelse
2. Psykiska problem
3. Avbryta skolverksamhet
4. Dölja annan brottslighet
5. Skolbrand som bieffekt

Det tre första är det vanligaste motityperna enligt studien. Olika motiv kommer förmodligen att kräva olika åtgärder.

En metod som kan användas för att hitta platser som behöver åtgärdas och som har tillämpats på flera ställen är s.k. trygghetsvandringar. En trygghetsvandring innebär att man systematiskt går runt skola (inomhus och utomhus) för att identifiera otrygga platser och sedan utifrån en förutbestämd plan vidtar lämpliga åtgärder.

Följande bör beaktas för att begränsa risken och konsekvenserna för utvändiga anlagda bränder.

- Även om det finns värmekabel eller annan detektionsutrustning är det inte rekommenderat att placera soptunnor och dylikt under skärmtak och takfot.
- Ställ inte ut brännbart material på en lastkaj invid byggnaden eller utanför en port eller entré. Det kan vara bra att göra tydliga markeringar i marken eller på ytterväggen att brännbart material ej ska placeras här.
- Öppna större containers bör ställas minst 6 m från byggnadens fasad. Om containern ej är tillfälligt placerad kan åtgärder vidtas för att placera den närmare fasaden, t.ex. kan containern vara stängd och låst eller kan en skärm i obrännbart material placeras mellan container och byggnad.
- Efter skoltid bör allt löst brännbart material (t.ex. sandleksaker eller dylikt) tas bort från skolgården.
- Låt inte buskar och andra växter växa upp så att de skymmer insynen till skolgården och skolan.
- Det är också viktigt att räddningstjänsten kan göra en insats när det kommer plats. Vinterväghållning av räddningsväg och uppställningsplats är viktigt liksom att inga fordon eller större föremål är placerade på dessa.

Närvaro av personal är givetvis viktigt under skoltid, personalen bör finnas tillgänglig och röra sig bland elever under skoltiden. Placeringen av lärarum bör inte vara sådan att lärarna blir helt avskilda från eleverna. Efter skoltid kan skolgården bli ödlig och utan någon närvaro av vuxna. Skolan kan då ta hjälp av intillboende genom att förmedla telefonnummer till ett bevakningsföretag dit de kan höra av sig om de ser något misstänkt. Det finns exempel på där detta inneburit att omfattande bränder har kunnat undvikas.

Inomhus är bränder i papperskorgar vanligt och det är därför viktigt att papperskorgar finns på strategiska platser. Mindre papperskorgar som töms regelbundet är att föredra. Papperskorgarna bör vara placerade så att risken för spridning till byggnaden eller andra föremål är liten. För att begränsa konsekvenserna av invändiga bränder är det viktigt att den upprättade drift- och underhållsplanen efterföljs. Problem kan lätt uppstå med brandcellsgränser om t.ex. branddörrar ställs upp eller hål tagningar för nya installationer görs i utan att brandtäta dessa.



*Bild 9: Brandcellgräns där genomföring blivit korrekt tätad men vid ett senare tillfälle har en ny håltagning gjorts vilken ej har blivit tätad.*

## Brandskydd under byggtiden

Det finns ingen grund för att tillåta ett sämre brandskydd under byggtiden än i den färdiga byggnaden. Det kan dock vara mer utmanade under byggtiden.

I Arbetsmiljölagen och BBR (kap. 2:3) finns det krav på brandskyddet under byggtiden. I arbetsmiljölagen ställs det krav på att det ska finnas en byggarbetsplatsamordnare (BAS). Det anges inte uttryckligen att det är byggarbetsplatsamordnaren som ansvarar för brandskyddet men det finns detaljerade krav på brandskyddet under byggskedet i 27§-33§ i föreskriften Byggnads- och anläggningsarbete (AFS 1999:3).

Utrymningsvägar ska vara anpassade för personantalet och byggnaden. De ska vara fria från hinder och om de kräver belysning ska nödbelysning finnas i händelse av att ordinarie belysning slutar fungera.

Dörrar för utrymning ska vara utåtgående och de får inte vara låsta eller reglade på ett sätt som hindrar att de kan öppnas av utrymnande personer.

Uppkomst och spridning av brand ska förebyggas. Exempelvis bör brännbart material skyddas eller läggas undan. Det finns flera exempel på omfattande bränder på byggarbetsplatser, där branden startat i brännbar isolering. Liknande åtgärder som nämns i föregående kapitel om "Brandskydd i driftskedet" bör vidtas för att förhindra och begränsa konsekvenser av anlagda bränder. Vidare bör det finnas brandredskap och vid behov branddetektorer och alarmsystem. Omfattning av dessa beror dock bl.a. på hur byggnaden ser ut, vilken utrustning som används och hur många personer som vistas på arbetsplatsen.

Brandredskapen ska vara lätta att hantera och placeras lättåtkomligt. All brandskyddsutrustning och utrymningsvägar ska märkas tydligt med skyltar.



*Bild 10: Under byggtiden är det viktigt att brännbart material läggs undan och ej lagras nära bygget.*

## För vidare läsning

För mer information rekommenderas slutrapporten i Brandforsk projektet: "Tekniska system för att förhindra och begränsa anlagd brand"

Johansson, N., van Hees, P., Strömgren M., & McNamee, M., *Tekniska system för att förhindra och begränsa anlagd brand - Slutrapport*, 2013, Lunds Universitet: Lund.

För den intresserade läsaren finns det ytterligare information att hämta i nyligen utgivna tekniska rapporter och andra skrifter listade nedan:

Blomqvist, P. & Johansson H., *Brandstatistik – Vad vet vi om anlagd brand*, 2009, SP Brandteknik: Borås.

van Hees, P. & Johansson N., *Fallstudier – Vilka tekniska faktorer spelar en roll vid anlagd brand i skolor?*, 2009, Lunds Universitet: Lund.

Klason, L.-G., Johansson N., & Andersson P., *Dimensionerande brand: anlagda skolbränder*, 2010, SP Brandteknik: Borås.

Klason, L.-G. & Johansson N., *Fyrverkeripjäser som antändning vid bränder*, 2011, SP Brandteknik: Borås.

Johansson, N. & Klason L.-G., *Inventering av tekniska system avsedda att förebygga och begränsa konsekvenser av anlagd brand i skolor och förskolor*, 2011, Lunds Universitet: Lund.

Johansson, N. & van Hees, P., *Detektering av utvändiga bränder - Resultat från små- och storskaliga experiment*, 2012, Lunds Universitet: Lund.

Andersson, P., Persson, H. & Tuovinen, H., *Råd för installation av värmedetektionskablar på ytterfasad*. 2009, SP Brandteknik: Borås.

Brodin, L., *Skydd mot anlagd brand fastighet*, 2009, Brandskyddsföreningen: Stockholm.

Lindgren, S-Å., Björk, M., Ekbrand, H., Persson, S., & Uhnoo, S., *Barn/ungdomar som anlägger brand – orsaker och motåtgärder*, Göteborgs Universitet: Göteborg.

*Brandskyddshandboken*, Lunds Universitet, 2012.

*CFPA Guideline Safety Distance between waste container and buildings*, The Confederation of Fire Protection Association Europé, 2005.

Relevanta lagar och regler för brandskydd:

*Lag om skydd mot olyckor (SFS 2003:778)*

*Förordningen om skydd mot olyckor (SFS 2003:789)*

*Plan- och bygglag (SFS 2010:900)*

*Plan- och byggförordning (SFS 2011:338)*

*Boverkets Byggregler (BFS 2011:26)*

*Byggnads- och anläggningsarbete (AFS 1999:3)*

*Skyltar och signaler, Arbetsmiljöverkets föreskrifter om skyltar och signaler för hälsa och säkerhet under arbete samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna (AFS 2008:13)*

*Arbetsplatsens utformning (AFS 2009:2)*

*Allmänna råd och kommentarer om systematiskt brandskyddsarbete (SRVFS 2004:3)*



