

Præ-accepterede løsninger

Undervisningsbygninger

UDKÅST

Delvejledning: Undervisningsbygninger og tilsvarende

1	INTRODUKTION / FORORD.....	4
1.1	Formål	4
1.2	Opdeling i anvendelseskategorier, risikoklasser og brandklasser	4
1.3	Byggerier, som er omfattet af denne vejledning.....	6
1.4	Indhold i vejledningen	6
1.4.1	Læsevejledning	6
2	Evakuering og redning	8
2.1	Generelt.....	8
2.2	Præ-accepterede løsninger for evakuering og redning	8
2.2.1	Placering og antal af flugtveje	9
2.2.2	Flugtvej via altangang.....	11
2.2.3	Flugtvej fra gårdarealer og tagterrasser.....	13
2.2.4	Flugtvej over tag	14
2.2.5	Udformning af flugtveje og flugtvejsgange	15
2.2.6	Døre i flugtveje og brandadskillende bygningsdele.....	18
2.2.7	Udformning af flugtvejstrapper.....	24
2.2.8	Sikkerhedstrappe.....	25
2.2.9	Redningsåbninger – Antal og placering	27
2.2.10	Udformning af redningsåbninger til personredning.....	27
2.2.11	Brandtekniske installationer.....	29
3	Konstruktive forhold	31
3.1	Generelt.....	31
3.2	Præ-accepterede løsninger for bærende konstruktioners brandmodstandsevne.....	31
3.2.1	Kombination af brandmodstandsevne og brandbeskyttelsesevne med reaktion på brand ...	31
3.2.2	Bærende bygningsdeles brandmodstandsevne	32
3.2.3	Sammenbygning af bygningsdele	37
4	Antændelse og brand- og røgspredning	38
4.1	Generelt.....	38
4.2	Præ-accepterede løsninger for antændelse og brand- og røgspredning	38
4.2.1	Afstand til naboskel, vej- og stimidte	38
4.2.2	Afstande til andre bygninger på samme grund	39
4.2.3	Isoleringsmaterialer.....	43
4.2.4	Udvendige overflader på vægge og tag.....	49

4.2.5	Risiko for antændelse	53
4.2.6	Inddeling i brandmæssige enheder samt brandadskillende bygningsdele.....	54
4.2.7	Gennembrydninger i brandadskillende bygningsdele	66
4.2.8	Brand- og røgspredning via indvendige hulrum	67
4.2.9	Indvendige overflader på væg, loft og gulv	68
4.2.10	Nedhængte lofter	69
4.2.11	Rør- og kabelinstallationer	70
4.2.12	Brandtekniske installationer til begrænsning af brand- og røgspredning	72
5	Redningsberedskabets indsats.....	73
5.1	Generelt.....	73
5.2	Præ-accepterede løsninger for redningsberedskabets indsatsmuligheder.....	73
5.2.1	Adgangs- og tilkørselsforhold	73
5.2.2	Røgdudluftning	75
5.2.3	Slukningsmulighed.....	77
6	Drift, kontrol og vedligehold	79

UDKAST

1 INTRODUKTION / FORORD

Denne delvejledning finder anvendelse for undervisningsbyggeri eller tilsvarende ved byggearbejder indenfor opførelse af ny bebyggelse, til- og ombygning af bebyggelse og ændrede benyttelse af bebyggelse til undervisningsbrug, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 1, § 2.

Undervisningsbyggeri skal have en tilfredsstillende sikkerhed for personer i tilfælde af brand, og brandsikringen skal opretholdes i hele bygningens levetid, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 82.

Undervisningsbyggeri forstås traditionelt ved bygningsafsnit indrettet med undervisningslokaler eller opholdsrum til færre end 50 personer. I traditionel forstand dækker dette skoler, undervisningsrum, fritidsordninger og lignende, hvor personerne ikke nødvendigvis kender flugtvejene. Der vil i ovennævnte bygninger ligeledes være tilhørende støttefunktioner, som toiletter, garderobe, mødelokaler, tekøkken og opbevaringsrum (arkiver, serverrum, kopiringsrum mv.). Ovennævnte bygninger beskrives under ét i nærværende vejledning som undervisningsbygninger.

1.1 Formål

Denne delvejledning har til formål at beskrive præ-accepterede løsninger for brandsikring af undervisningsbygninger med op til 1000 personer, der kan indplaceres i brandklasse 2 jf. Bygningsreglement 2018, kap. 27, § 493 stk. 1 og 2.

Delvejledningen skal læses i sammenhæng med de generelle afsnit i *Bygningsreglementets vejledning om brand*, og kan ikke stå alene. Hensyn og generelle funktioner er beskrevet *Bygningsreglementets vejledning om brand*, mens denne vejledning angiver præ-accepterede løsninger for den enkelte bygning. Ved anvendelse af de præ-accepterede løsninger i denne vejledning kan funktionskrav som beskrevet i Bygningsreglement 2018 og den generelle vejledning anses som opfyldt.

1.2 Opdeling i anvendelseskategorier, risikoklasser og brandklasser

Byggerier skal i henhold til bygningsreglementet 2018 inddeles i anvendelseskategorier (AK), risikoklasser (RK) og brandklasser (BK).

Undervisningsbyggeri fastlægges ofte som anvendelseskategori 2, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 85. Anvendelseskategorien bestemmes ud fra, at undervisningsbyggeri er til dagophold, hvor personer, som opholder sig i bygningsafsnittet, ikke nødvendigvis har kendskab til flugtvejene og ved egen hjælp er i stand til at bringe sig i sikkerhed. Desuden vil der ikke være indrettet rum til flere end 50 personer i bygningsafsnit i anvendelseskategori 2.

Risikoklassen for undervisningsbygninger bestemmes på baggrund af anvendelsen af bygningen, kompleksiteten af evakuering af personer under hensyntagen til bygningens udformning, samt baggrund af brandbelastningen i bygningsafsnittet ifølge Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 86, stk.1 og bilag 1, tabel 2. Følgende risikoforhold skal tages i betragtning:

- Bygningsafsnittets anvendelseskategori
- Brandbelastningen i bygningsafsnittet
- Bygningens højde over og under terræn
- Antallet af personer i bygningsafsnittet *

*Mere end 1000 personer i den enkelte undervisningsbygning i risikoklasse 2-3 betragtes som en kompleks bygning og indplaceres i brandklasse 3, jf. Bygningsreglement 2018, kap 27, § 493.

Brandklassen for et byggeri bestemmes efterfølgende på baggrund af byggeriets risikoklasse og den valgte metode for dokumentation af brandsikkerheden, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 27, § 490. For undervisningsbyggeri omfattet af nærværende delvejledning skal brandsikkerheden dokumenteres med præ-accepterede løsninger, jf. Bygningsreglement 2018 kap. 27, § 493.

Sammenhængen mellem anvendelseskategori 2 for undervisningsbygninger samt risiko- og brandklasser fremgår af Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Sammenhæng mellem anvendelseskategori (AK), risikoklasse (RK) og brandklasse(BK).

	Brandklasse 1	Brandklasse 2		
	Risikoklasse 1	Risikoklasse 1	Risikoklasse 2	Risikoklasse 3
AK 2	Ikke muligt	Ikke muligt	Bygninger med højst 1 etage over terræn og højst 1 etage under terræn	Bygninger med gulv i øverste etage højst 22 meter over terræn og højst 1 etage under terræn

Indgår der i en bygning flere anvendelser, uden sammenligning brandmæssig risiko, skal disse områder opdeles i ét eller flere bygningsafsnit med sammenlignelig brandmæssig risiko, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 84. stk. 1. Bygningsafsnittene skal være brandmæssigt adskilt og ofte vil et bygningsafsnit udgøre en selvstændig brandsektion.

I en undervisningsbygning kan der være indrettet bygningsafsnit som eksempelvis anvendes som auditorie, forsamlingslokaler eller kontorer som er placeret i en anden anvendelseskategori. Sådanne bygningsafsnit skal brandsikres ift. de præ-accepterede løsninger, der er gældende for den pågældende anvendelse. Dette betyder eksempelvis, at et auditorie til mere end 50 personer (hvor personer ikke er stedkendte) skal indrettes efter de præ-accepterede løsninger for bygninger med forsamlingslokaler, butikker mm.

Det vil være muligt at indrette eksempelvis kontorer i samme brandsektion som ét eller flere undervisningslokaler. Her vil en tilstrækkelig sikkerhed kunne opnås, hvis hele brandsektionen indrettes efter de præ-accepterede løsninger for undervisningsbygninger.

Hvor en undervisningsbygning har flere bygningsafsnit, som indplaceres i forskellige anvendelseskategorier, og bygningsafsnittene har fælles flugtveje, skal den højeste anvendelseskategori, som et af bygningsafsnittene placeres i, gælde for alle de bygningsafsnit, som flugtvejene betjener. Hvor områder med forskellige anvendelseskategorier indrettes med fælles flugtveje skal det sikres, at flugtvejene er udformet, så de tilgodeser forholdene for hver anvendelseskategori. Indrettes eksempelvis et auditorium til 300 personer på en skole, hvor øvrige undervisningslokaler er indrettet til højst 50 personer, er det tilstrækkeligt, hvis de fælles flugtveje samt de flugtveje, der betjener auditoriet, udformes efter de præ-accepterede løsninger for bygninger med forsamlingslokaler, butikker mm. De øvrige flugtveje kan udføres efter denne vejledning (præ-accepterede løsninger for undervisningsbygninger). Hvor en bygning er indrettet i flere bygningsafsnit med fælles flugtveje, skal personantallet ved fastlæggelse af risikoklassen bestemmes som det samlede antal personer i de bygningsafsnit, som har fælles flugtveje. Jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 86, stk.2

Hvor en bygning har flere bygningsafsnit, som indplaceres i forskellige risikoklasser, og bygningsafsnittene har fælles flugtveje, skal den højeste risikoklasse, som et af bygningsafsnittene placeres i, gælde for alle de bygningsafsnit, som flugtvejene betjener, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 86, stk.3.

1.3 Byggerier, som er omfattet af denne vejledning

Denne delvejledning omfatter undervisningsbygninger og lignende i anvendelseskategori 2, og som kan henføres til ét af følgende punkter:

- Undervisningsbygninger med højst én etage over og én etage under terræn i risikoklasse 2, hvor der udelukkende anvendes præ-accepterede løsninger i overensstemmelse med nærværende delvejledning (brandklasse 2)
- Undervisningsbygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etager er op til 22 meter over terræn og med højst én etage under terræn, og hvor der udelukkende anvendes præ-accepterede løsninger i overensstemmelse med nærværende delvejledning. (brandklasse 2)

For samtlige ovenstående punkter skal der udelukkende anvendes præ-accepterede løsninger i overensstemmelse med nærværende delvejledning.

1.4 Indhold i vejledningen

Denne delvejledning indeholder en beskrivelse af de præ-accepterede løsninger, der skal anvendes for brandsikring af traditionelt undervisningsbyggeri i brandklasse 2.

Figurer og illustrationer i denne delvejledning er ikke målfaste. Hvor der i figurer og illustrationer anvendes blå farve markering skal dette læses som brandcelleadskillelse, rød farve som brandsektionsadskillelse og gul farve mindst som bygningsdel klasse EI 120 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 120].

I delvejledningen er brandteknisk klassifikation af byggevarer og bygningsdele foretaget efter det europæiske klassifikationssystem. Klassifikationer efter det hidtidige danske system vil fortsat være gyldige i en periode indtil overgangsperioden i den relevante harmoniserede standard eller den europæiske tekniske godkendelse er udløbet. Den hidtidige danske klassifikation er anført i firkantet parentes efter den europæiske brandklasse – eksempelvis EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60].

1.4.1 Læsevejledning

Denne delvejledning følger opdelingen i Bygningsreglement 2018 og indeholder en række præ-accepterede løsninger, der kan anvendes for at opnå det sikkerhedsniveau som er beskrevet i bygningsreglementet. Der er også mulighed for at opfylde bestemmelserne på anden vis, blot det kan dokumenteres at sikkerhedsniveauet i bygningsreglementet er opfyldt. Anvendes der andre løsninger end de præ-accepterede løsninger, der er beskrevet i denne delvejledning, vil undervisningsbygningen skulle henføres til brandklasse 3 eller 4.

For at en undervisningsbygning kan henføres til brandklasse 2 skal de præ-accepterede løsninger i nærværende vejledning følges.

I teksten anvendes *kan* i tilfælde, hvor der kan være flere præ-accepterede løsninger til at opfylde et funktionskrav eller hvor en præ-accepteret løsning eksemplificeres. *Kan* skal betragtes som den løsning, der skal bruges med mindre anden metode eller løsning har et tilsvarende sikkerhedsniveau.

Hvor der i denne vejledning er angivet en brandteknisk klassifikation skal dette forstås som et minimumskrav.

Vejledningen er opbygget med følgende kapitler:

Kapitel 2. Evakuering og redning

Kapitel 3. Konstruktive forhold

- Kapitel 4. Brand- og røgspredning
- Kapitel 5. Redningsberedskabets indsatsmuligheder
- Kapitel 6. Drift, kontrol og vedligehold

UDKAST

2 Evakuering og redning

2.1 Generelt

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 91, at bygninger skal designes, projekteres og udføres, så der i tilfælde af brand kan ske en sikker evakuering og redning af personer.

Hensynet bag kravet i Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 91, er at sikre, at de personer, der opholder sig i bygninger, på sikker vis ved egen eller andres hjælp kan komme i sikkerhed uden for bygningen i tilfælde af brand. I denne sammenhæng skal kravet f.eks. sikre, at de relevante brandsikringstiltag bruges, herunder:

- tiltag til at sikre at personer kan blive opmærksom på en brands opståen
- udformning og brandsikring af flugtveje til evakuering af personer
- brug af redningsåbninger til personredning

For en mere uddybende beskrivelse af de generelle forhold vedrørende evakuering og redning af personer henvises der til *Bygningsreglementets vejledning om Brand*, kapitel 2.

2.2 Præ-accepterede løsninger for evakuering og redning

I de efterfølgende afsnit beskrives de *præ-accepterede løsninger* for opfyldelse af kravene i Bygningsreglement 2018, kap. 5, §§ 91 – 94, 96 – 98 for traditionelt undervisningsbyggeri i risikoklasse 2-3/brandklasse 2.

Anvendelse af de præ-accepterede løsninger for evakuering og redning for undervisningsbygninger i brandklasse 2 forudsætter, at evakueringsstrategien er en totalevakuering. De præ-accepterede løsninger kan finde anvendelse ved brug af andre evakueringsstrategier som f.eks. faseevakuering og evakuering via et sikkert sted. Bygninger, hvor disse løsninger anvendes er dog ikke omfattet af brandklasse 2. Der henvises til de generelle afsnit i *Bygningsreglementets vejledning om brand*.

Ved totalevakuering tages der udgangspunkt i, at evakueringen af en bygning starter samtidigt for alle bygningsafsnit med fælles flugtveje. Det forudsættes, at alle flugtveje anvendes ved evakueringen, og at flugtveje kan anvendes under evakueringen, som det eksempelvis vil være tilfældet for flugtvejsgange og flugtvejstrapper. Evakueringen forudsættes at ske til terræn i det fri.

I dette afsnit omhandlende evakuering og redning er en udgang:

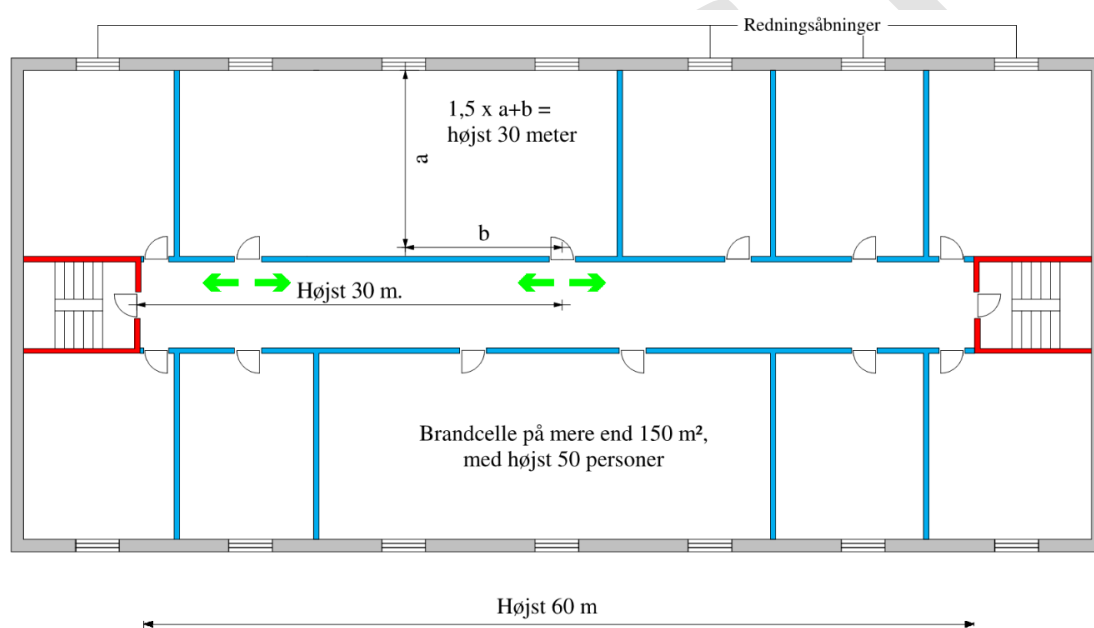
- en dør til terræn i det fri, evt. via vindfang, eller
- en dør til flugtvejsgang i anden brandmæssig enhed som f.eks. anden brandsektion, hvis gangen har dør til det fri eller til trappe, der er flugtvej, eller
- en dør til trappe, der er flugtvej.

En trappe, der er flugtvej, skal have udgang direkte til terræn i det fri.

2.2.1 Placering og antal af flugtveje

Det fremgår af Bygningsreglement 2018 kap. 5 § 94 at flugtveje er et sammenhængende system af udgange, gangarealer, flugtvejsgange og flugtvejstrapper som skal sikre at personer i en undervisningsbygning kan forlade denne på sikker vis. Endvidere fremgår det at flugtveje skal designes, projekteres og udføres under hensyn til det antal personer som skal benytte flugtvejen. En undervisningsbygning skal derfor være udformet således at placering af flugtvejene og antal af flugtveje stemmer overens med det antal personer som skal benytte dem.

En brandmæssig enhed, som f.eks. en brandcelle skal for at sikre at personer kan forlade undervisningsbygningen på sikker vis udføres med et sådan antal døre til flugtveje, at personer ikke kan blive fanget i brandcellen i tilfælde af brand. Dette kan opnås ved, at brandceller over 150 m² og højst 150 personer udføres med 2 døre til det fri eller til flugtvejsgang, der er placeret i eller umiddelbart ved brandcellens modstående ender, se Figur 2.1.

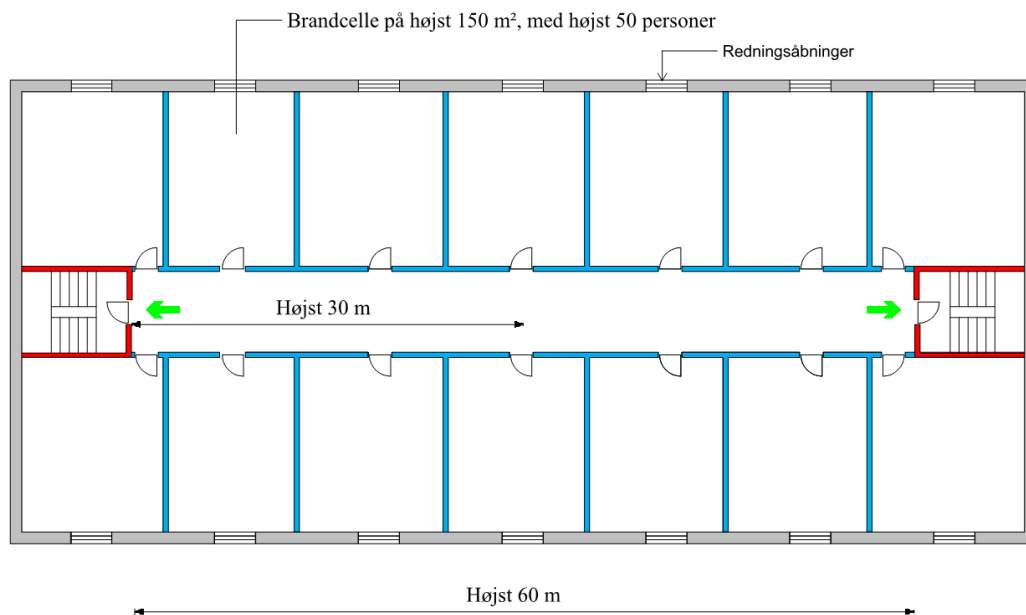


Figur 2.1. Døre til flugtveje fra brandceller over 150 m² og med højst 50 personer.

I brandceller i 2 etager vil det, for at undgå at personer bliver fanget i brandcellen, være nødvendigt, at der er døre til flugtvej eller til det fri fra begge etager.

Ligeledes er det vigtigt, at flugtmuligheden ikke hindres af branden. Dette vil ikke ske, hvis døre fra en brandcelle fører ud til en flugtvejsgang, som i modstående retninger fører til 2 af hinanden uafhængige udgange og den maksimale afstand fra dør fra brandcelle og til nærmeste udgang ikke overstiger 30 m målt i ganglængde.

For mindre brandceller, der er let overskuelige, og hvor der er få personer, hvilket er brandceller op til 150 m² og anvendt til højst 50 personer, vil det dog være tilstrækkeligt at have én dør til det fri eller til flugtvejsgang, som i modstående retninger fører til 2 af hinanden uafhængige udgange, se Figur 2.2. Brandcellerne skal ligeledes være forsynet med redningsåbninger.



Figur 2.2. Døre til flugtveje fra brandcelle under 150 m² og med højst 50 personer.

I rum større end 50 m², der frembyder særlig fare for, at brand opstår, som f.eks. fysik, kemi, sløjd, billedkunstlokaler og skolekøkkener samt teknikrum større end 150 m², skal der på grund af den øgede brandrisiko altid være 2 døre til flugtvej, som er anbragt på en sådan måde, at ingen personer i rummet afspærres fra en udgang i tilfælde af brand i rummet. Dette uanset, hvor få personer rummet er beregnet til.

Afhængig af anvendelsen kan det i nogle tilfælde være tilstrækkeligt med et mindre antal flugtveje.

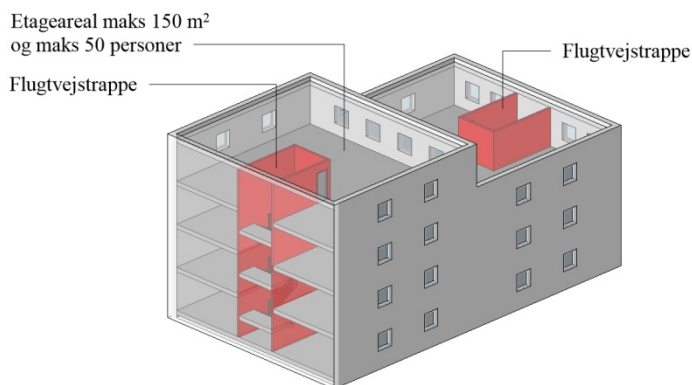
Præ-accepterede løsninger herpå er:

- Brandceller hvor underkant af redningsåbning er tæt på terræn, hvilket typisk er op til 2,0 m over terræn.

I denne type brandceller, hvor redningsåbningerne er placeret tæt på terræn, kan evakuering let ske via redningsåbningerne. Brandcellen kan derfor have døre til flugtvejsgang, som kun i én retning fører til en udgang. Afstanden fra den fjernest beliggende brandcelles dør til udgangen har betydning for risikoen for, at personer bliver fanget i undervisningsbygningen – jo længere flugtvej, jo større risiko. Afstand til nærmeste flugtvej må ikke overstige 30 m målt i ganglængde.

- Bygningsafsnit i undervisningsbygninger med et etageareal på højst 150 m², og som er beregnet til højst 50 personer, såfremt der kun er ét sådan bygningsafsnit, der har adgang til samme flugtvejstrappe, Figur 2.3.

I denne type bygninger er personbelastningen i det enkelte rum højst 50 personer samtidig med, at bygningen er opdelt i mange brandceller med direkte adgang til trappe eller via flugtvejsgang.



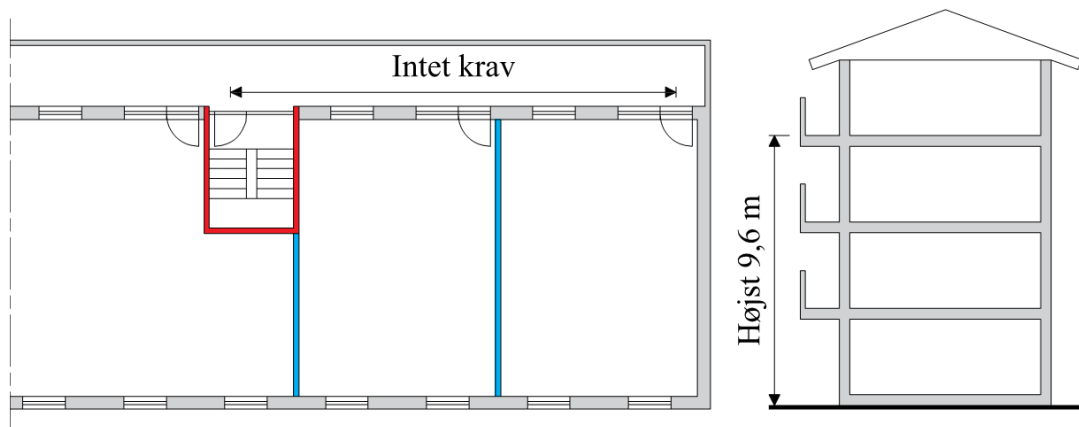
Figur 2.3. Bygningsafsnit hvorfra der kun er adgang til én flugtvejstrappe.

Hvor der indrettes rum beregnet til flere end 50 personer, som eksempelvis kantine og auditorium henvises til præ-accepterede løsninger for forsamlingslokaler, butikker mm og efter principperne beskrevet i afsnit 1.2 i denne vejledning. Indretning af åbne læringsmiljøer, fællesarealer o. lign. i fælles flugtvejsarealer er ikke at betragte som en præ-accepteret løsning, og sådan bygningsindretning betragtes som komplekst byggeri og indplaceres i brandklasse 3.

Ved indretning af uafhængige flugtveje forstås flugtveje, som er adskilte fra hinanden – f.eks. med en bygningsdel mindst klasse EI 60 – i deres fulde udstrækning helt til terræn i det fri. En flugtvejsgang kan være to uafhængige flugtveje, hvis flugtvejsgangen har adgang til flugtvejstrapper i modstående ender, og der i flugtvejsgangen mellem de to udgange fra rummet er en adskillelse med bygningsdel mindst klasse EI 60 med en dør udført som mindst dør klasse EI₂ 60-C sikret med et ABDL-anlæg. Døre fra rummet til den opdelte flugtvejsgang skal mindst udføres som dør klasse EI₂ 30-C, se afsnit 2.2.6 om døre i flugtveje og brandadskillende bygningsdele.

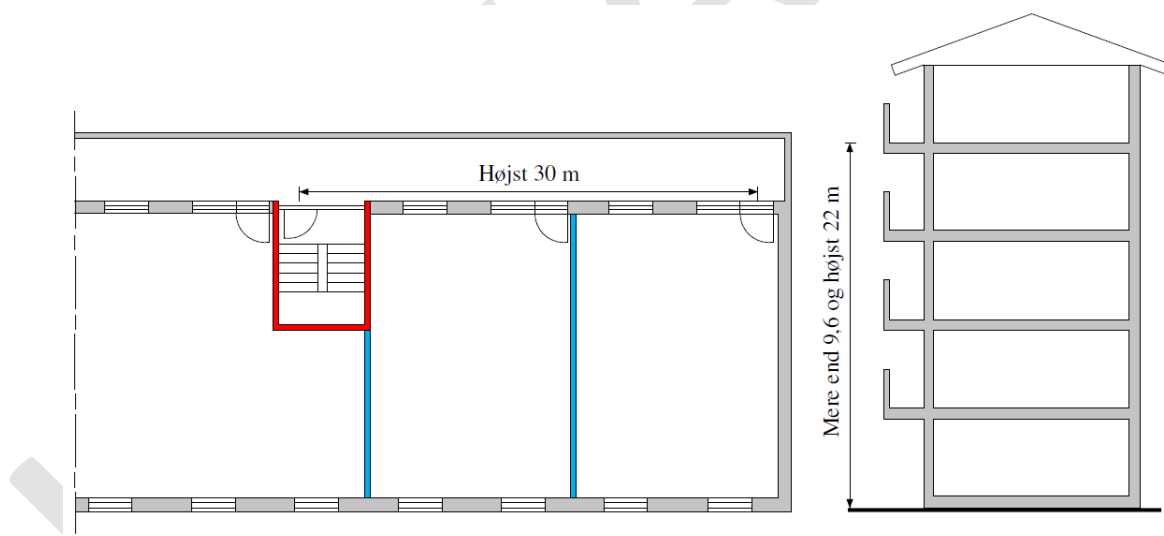
2.2.2 Flugtvej via altangang

I undervisningsbygninger, hvor altangang er en del af flugtvejen skal det sikres, at personer i tilfælde af brand ikke kan blive afskåret fra flugtvejene. I undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 m over terræn, vil redningsberedskabet kunne nå altangangen med deres bærbare stiger. Der er derfor ikke noget krav til afstanden fra brandcellens dør til flugtvejstrappen. Ligeledes er det accepteret at der kun er adgang til flugtvejstrappe i én retning, se Figur 2.4



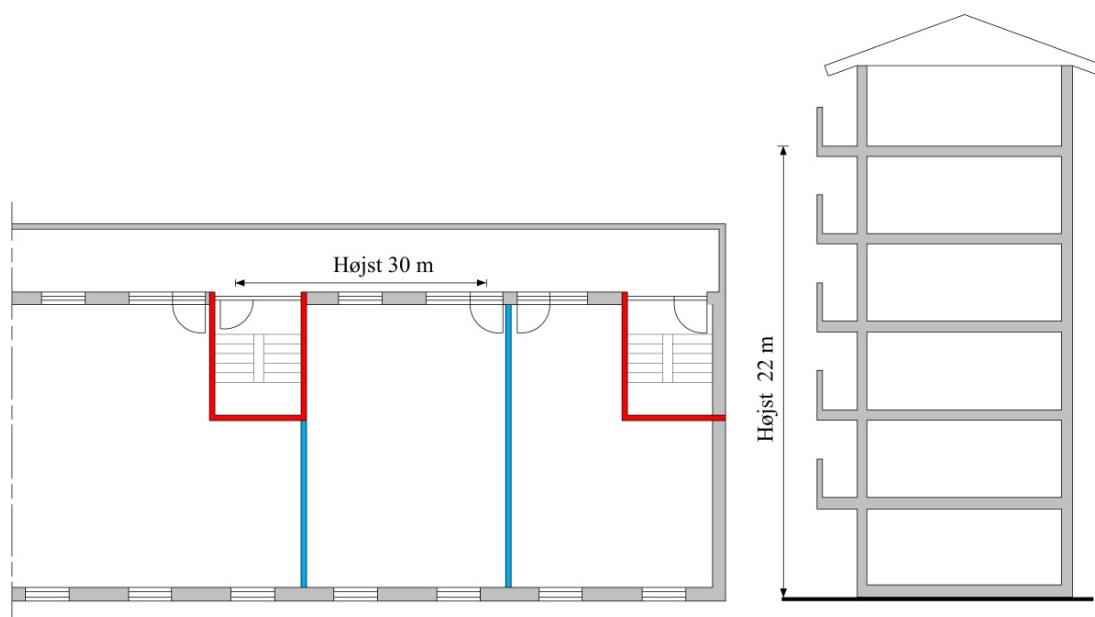
Figur 2.4. Adgang til flugtvejstrappe via altangang for undervisningsbygning, hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 meter over terræn og redningsberedskabet kan nå altangangen med deres bærbare stiger.

I undervisningsbygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er mere end 9,6 m og højst 22 meter over terræn, og hvor redningsberedskabet derfor er nødt til at anvende kørbartiger, anses en afstand på 30 m målt i ganglængde fra brandcellens dør til trappen som acceptabelt, når der udlægges brandredningsarealer ved enderne af altangangen, som angivet på Figur 2.5.



Figur 2.5. Adgang til flugtvejstrappe via altangang for undervisningsbygning, hvor gulv i øverste etage er mellem 9,6 og 22 meter over terræn og redningsberedskabet kan nå enden af altangangen med deres kørbare stiger.

I undervisningsbygninger, hvor altangangene er placeret så redningsberedskabet ikke kan komme frem til disse, vil evakuering af undervisningsbygningen udelukkende være baseret på altangangen, som derfor skal indrettes, så der altid er adgang til en flugtvejstrappe. Det vil sige, at der er adgang til trapper i modsat retning fra hver enhed. Afstanden mellem dør til brandcelle og dør til nærmeste trappe har indflydelse på evakueringstiden og afstanden må derfor ikke overstige 30 m målt i ganglængde, se Figur 2.6.



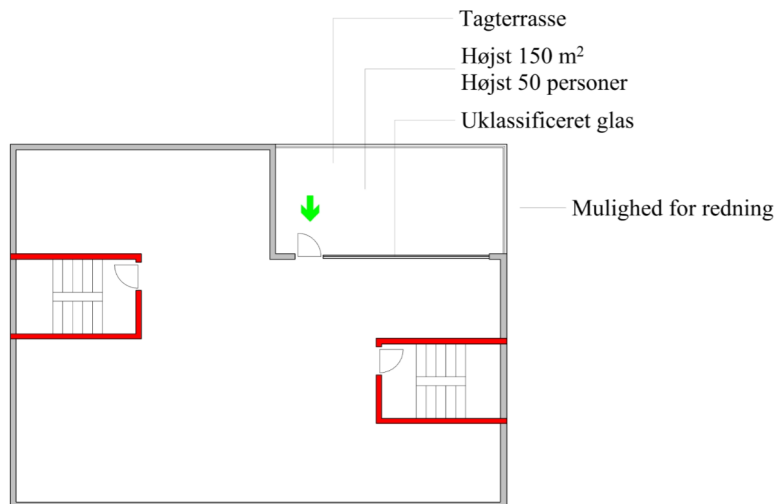
Figur 2.6. Adgang til flugtvejstrappe for undervisningsbygning, hvor redningsberedskabet ikke kan nå altangangen med deres stiger.

2.2.3 Flugtvej fra gårdarealer og tagterrasser

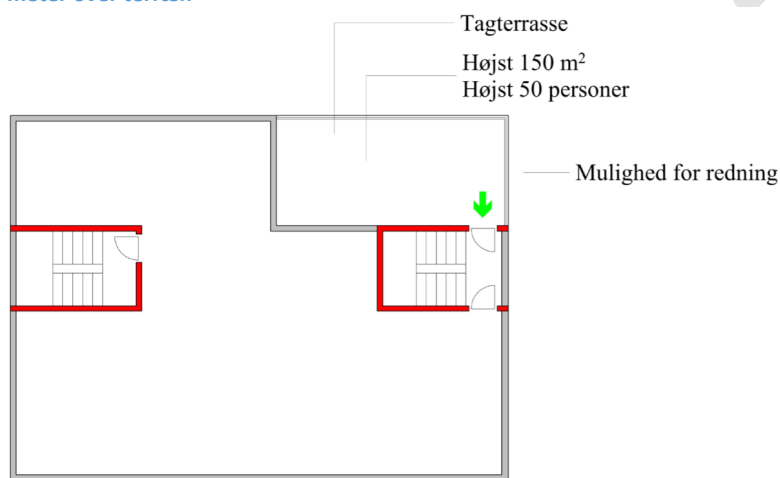
Ved gårdarealer, tagterrasser mv. (herunder atriumgårde og lysgårde) som helt er omgivet af bygninger eller konstruktioner, er der sikret tilstrækkelige flugtveje, hvis der etableres 2 af hinanden uafhængige flugtveje, som er placeret i eller umiddelbart ved gårdarealets modstående ender.

Flugtveje fra tagterrasser skal tilpasses det antal personer, der kan opholde sig på terrassen under hensyntagen til den øvrige personbelastning på flugtvejstrapperne ned gennem undervisningsbygningen. Krav til flugtveje fra tagterrasser er de samme som for brandmæssige enheder inde i en undervisningsbygning. Der vil dog være tilfælde, hvor det vil være acceptabelt med et mindre antal flugtveje. For tagterrasser der har et areal på højst 150 m² og anvendes af højst 50 personer vil det være tilstrækkeligt med følgende antal flugtveje:

- For tagterrasser til undervisningsbygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 meter over terræn er det tilstrækkeligt at flugtvejen fra tagterrassen går via det rum i undervisningsbygningen, hvorfra der er adgang til tagterrassen. Der skal etableres visuel kontakt mellem tagterrassen og det rum, som giver adgang til tagterrassen. Derudover skal tagterrassen være placeret således at redningsberedskabet kan fremføre deres håndstiger til tagterrassen, se Figur 2.7. Der henvises til kapitel 5 for udformning af redningsarealer.
- For tagterrasser til undervisningsbygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er mellem 9,6 og 22 meter over terræn, skal flugtvej fra tagterrassen ske direkte til en flugtvejstrappe. Derudover skal tagterrassen være placeret således at redningsberedskabet kan fremføre deres kørbare stiger til tagterrassen, se, se Figur 2.8. Der henvises til kapitel 5 for udformning af redningsarealer.



Figur 2.7. Flugtvej fra tagterrasse for undervisningsbygninger i RK3, hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 meter over terræn



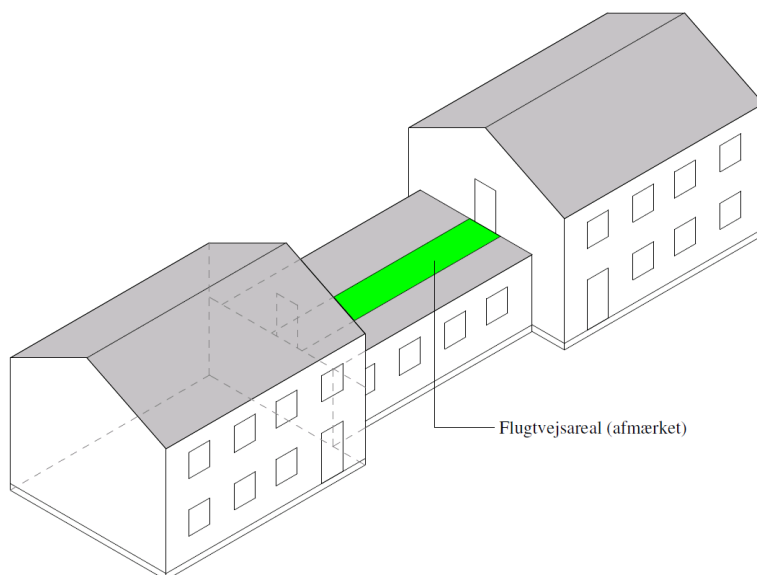
Figur 2.8. Flugtvej fra tagterrasse for undervisningsbygninger i RK3, hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn.

2.2.4 Flugtvej over tag

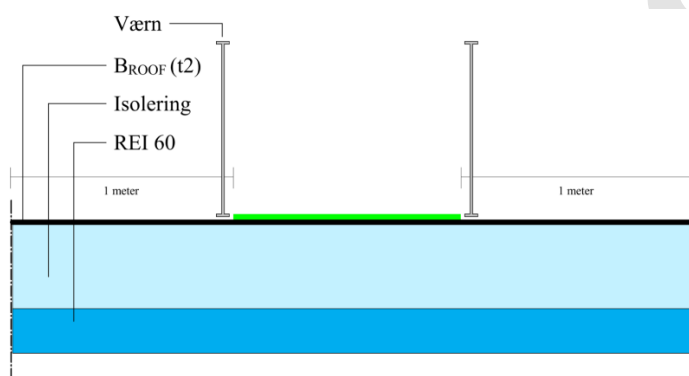
Udvendige flugtveje over tag skal udformes således at evakuering kan ske på sikker vis til sikkert sted, hvorfra der via flugtvejstrapper er adgang til terræn i det fri, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 91.

Flugtvej over tag kan anvendes for undervisningsbygninger i risikoklasse 3 hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 meter over terræn og flugtvejene må anvendes af højst 50 personer. Det skal sikres at flugtveje over tag til enhver tid er frie og ryddelige i hele den nødvendige bredde. Flugtvejen skal altid udlægges så trædeunderlaget er vandret. Taget, som flugtvejen er udlagt på, skal brandmæssigt være adskilt fra den øvrige bygning minimum som bygningsdel klasse REI 60 [BD-bygningsdel 60]. Den brandmæssige adskillelse etableres under selve flugtvejen samt i en udstrækning af mindst 1 meter på hver sin side af flugtvejen, for at sikre mod brandsmitte, se Figur 2.10. For at reducere risikoen for brandsmitte må der ikke etableres åbninger eller gennemføringer inden for en afstand af mindst 1 meter fra flugtvejens yderkant. Tagdækning skal minimum opfylde kravet som klasse B_{ROOF} (t2) [klasse T tagdækning]. En flugtvej over tag skal opfylde de samme bestemmelser som flugtveje inde i en bygning med hensyn til døre samt bredde af flugtvej.

For at sikre at personer ikke kan falde ud over tagets kant skal det visuelt markeres hvor flugtvejen er placeret og hvor det er sikkert at færdes, se Figur 2.9. Der skal ligeledes etableres værn i overensstemmelse med Bygningsreglement 2018, kap. 2, § 58



Figur 2.9. Flugtvej over tag for undervisningsbygninger i RK3 med gulv i øverste etage højest 9,6 meter over terræn beregnet til højst 50 personer.



Figur 2.10. Brandmæssig adskillelse under flugtvej over tag. Der må ikke etableres åbninger eller gennemføringer i en afstand af min. 1 meter fra kanten af flugtvejen. Alle klassifikationer er minimumskrav.

2.2.5 Udformning af flugtveje og flugtvejsgange

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 94 at flugtveje skal sikre at personer, der opholder sig i undervisningsbygningen kan forlade den på sikker vis. Flugtvejene skal designes, projekteres og udføres under hensyntagen til de i Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 94 stk. 2 nævnte punkter.

Flugtveje og flugtvejsgange skal derfor indrettes uden brandbelastning og altid være frie og rydelige i hele den nødvendige bredde så de er nemme at anvende. Den nødvendige bredde bestemmes på baggrund af antallet af personer som skal anvende flugtvejen, og er yderligere beskrevet i afsnit 2.2.5.2. Flugtvejsgange kan dog være indrettet til andre formål, men det skal sikres, at dette ikke reducerer gangenes anvendelighed som flugtvej eller medfører en væsentligt forøget brandbelastning eller brandrisiko. Der kan i flugtvejsgange i undervisningsbygninger opsættes eksempelvis et begrænset antal opslagstavler og infoskærme, enkeltstående møbler af ubrændbare materialer uden polstring, knagerækker til overtøj og lignende uden at dette medfører en væsentlig forøget brandbelastning eller brandrisiko.

For at sikre et upåvirket flow i flugtveje og flugtvejsgange skal der være en fri loftshøjde på minimum 2,1 meter, hvor ikke andet er angivet.

2.2.5.1 Brandmæssig adskillelse af flugtveje

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 94 stk. 2 litra 5, at flugtveje skal være udført, så der ikke opstår kritiske forhold i flugtvejen i den tid flugtvejene skal anvendes til evakuering.

Da en flugtvej skal kunne anvendes i hele evakueringstiden, skal flugtvejen udgøre en selvstændig brandmæssig enhed, f.eks. udformet som gange og trapper. For at sikre, at en brand ikke påvirker flugtvejen, skal gange udformes som selvstændige brandceller, hvorimod trapper skal placeres i trapperum, der udformes som selvstændige brandsektioner.

Flugtvejsgange, der er udformet som brandceller, skal være adskilt med bygningsdele mindst som bygningsdel klasse EI 60 [BD-bygningsdel 60]. Trapperum, der er udformet som selvstændige brandsektioner, adskilles mindst som bygningsdel klasse EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60]. Der henvises til afsnit 4.2.6 for en nærmere beskrivelse af inddeling i brandmæssige enheder.

For døre i flugtveje og brandmæssige adskillelser henvises der til afsnit 2.2.6.

2.2.5.2 Bredde af flugtveje og flugtvejsgange

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 2, § 52, § 56 og § 57 om adgangsforhold, at døre i fælles adgangsveje skal have en fri bredde på mindst 0,77 m. Ligeledes skal gange i fælles adgangsveje have en fri bredde på mindst 1,3 m, og trapper skal have en fri bredde på mindst 1,0 m.

Det fremgår desuden af Bygningsreglement 2018 § 94 litra 6, at flugtvejene skal dimensioneres til det antal personer, som flugtvejene er beregnet til.

De bredder, der er angivet i Bygningsreglement 2018, kap. 2, § 52, § 56 og § 57, vil derfor ikke altid være tilstrækkelige til at sikre, at brandsikkerhedsniveauet kan anses som tilfredsstillende. Dette gælder f.eks. i undervisningsbygninger med mange mennesker, hvor flugtvejenes bredde er afgørende for, hvor lang tid det tager at evakuere undervisningsbygningen. I sådanne undervisningsbygninger, skal den frie bredde i flugtvejen minimum være 10 mm for hver person, som flugtvejen er beregnet til.

I undervisningsbygninger i risikoklasse 3 med gulv i øverste etage højst 9,6 meter over terræn, hvor ethvert bygningsafsnit er udført som egen brandsektion med vandret brandsektionering per etage, kan den nødvendige frie bredde af flugtvejstrapper dimensioneres på baggrund af den etage med den største personbelastning.

Den samlede flugtvejsbredde skal fordeles ligeligt på udgangene eller på de uafhængige flugtveje. Her skal der tages højde for, at de fleste personer i tilfælde af brand normalt vil søge at flygte via hovedadgangsvejen. Der henvises til afsnit 2.2.6 for bredde af døre.

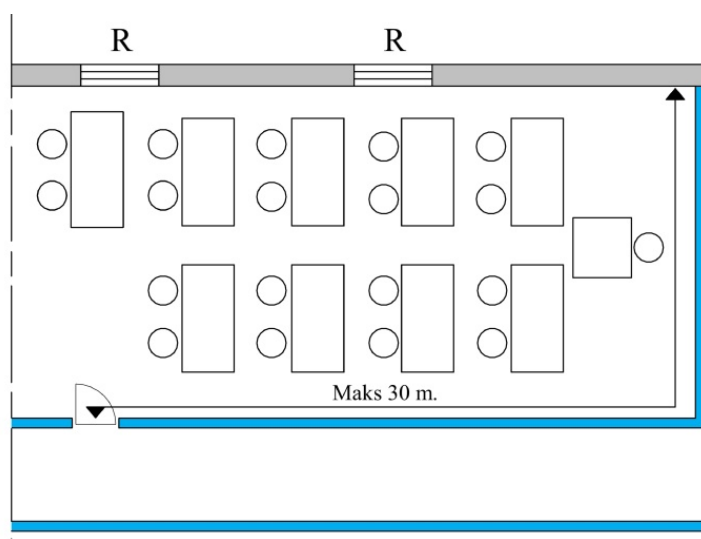
I forbindelse med en konkret undervisningsbygning skal flugtvejene have en bredde svarende til den aktuelle personbelastning. Såfremt der efterfølgende ønskes en højere personbelastning vil dette være en anvendelsesændring efter byggelovens § 2. For at sikre en vis fleksibilitet i brugen af bygningen og lokalerne kan der ved design af bygningen tages udgangspunkt i en højere personbelastning end hvad bygningen reelt skal anvendes til.

Undervisningsbygninger skal foruden kravene i nærværende delvejledning også overholde forholdene omkring særlige driftsmæssige tiltag jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, §§147-150 se desuden kapitel 6. og *Bygningsreglementets vejledning om drift iht. Brand.*

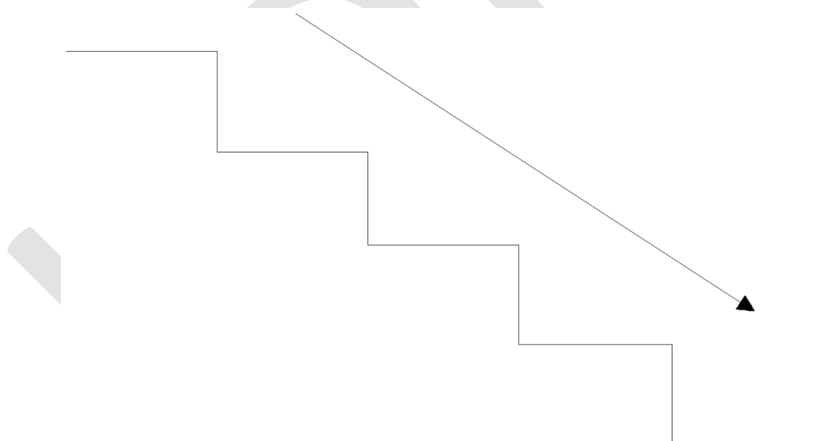
2.2.5.3 Gangafstande

Det fremgår af bygningsreglement 2018, kap. 5, § 94 stk. 2, at flugtveje skal designes, projekteres og udføres så de personer, der opholder sig i undervisningsbygningen, let kan nå den beskyttede del af flugtvejen.

Afstanden fra et vilkårligt punkt i et rum, der er udført som en brandmæssig enhed til nærmeste dør til det fri eller dør til flugtvej må ikke overstige 30 m. Afstanden fra et vilkårligt punkt i rummet til nærmeste udgang måles som den gangafstand personerne reelt skal tilbagelægge, se Figur 2.11. Gangafstanden bestemmes som den vandrette afstand til en udgang, når der måles på samme niveau. Hvor ganglinjen går via åbne trapper, bestemmes afstanden som den skrå afstand, se Figur 2.12.

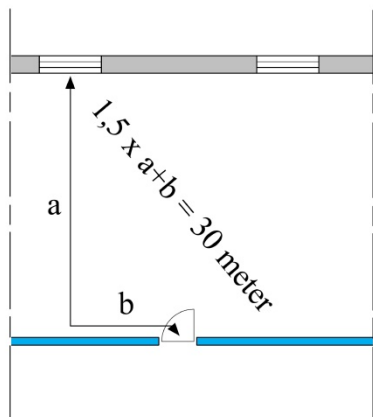


Figur 2.11. Ganglængde i brandcelle med fast og kendt indretning.



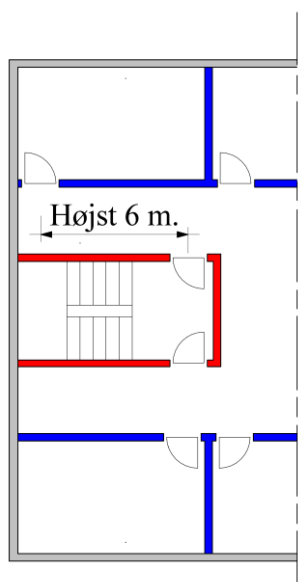
Figur 2.12. Måling af skrå ganglinje.

I brandmæssige enheder hvor indretningen ikke er kendt på forhånd, eller hvis der ønskes mulighed for en fleksibel indretning af undervisningslokalerne, kan gangafstanden fra et vilkårligt punkt i den brandmæssige enhed bestemmes som den korteste afstand til en udgang målt vinkelret på væggene, se Figur 2.13.



Figur 2.13. Beregning af gangafstand indenfor den brandmæssige enhed til nærmeste flugtvej når indretningen i rummet ikke er kendt.

Der kan fra et vilkårligt sted i undervisningsbygningen indrettes flugtvej i kun én retning, med ganglængder på indtil 6 meter uden yderligere foranstaltninger, se Figur 2.14.



Figur 2.14. Bestemmelse af flugtvej i én retning for en undervisningsetage.

2.2.6 Døre i flugtveje og brandadskillende bygningsdele

Af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 94, litra 7, fremgår det, at døre i og til flugtveje skal være lette at åbne uden brug af nøgle, låsekort eller særligt værktøj, således at evakuering kan ske hurtigt og betryggende. Det fremgår ligeledes at døre i flugtveje, der skal benyttes af flere end 150 personer skal åbne i flugtreningen.

Ved udformningen af brandceller og flugtveje er det vigtigt at sikre, at personer har mulighed for hurtigt at forlade undervisningsbygningen. Derfor er det vigtigt, at udgangsdøre og flugtvejsdøre fra brandceller samt døre i flugtveje er lette at identificere, åbne og passere i flugtreningen, ligesom det er vigtigt, at anordninger til åbning af døre let kan betjenes med et enkelt greb, så åbning af døre i flugtveje til enhver tid kan ske af enhver person i undervisningsbygningen.

Dette udelukker ikke anvendelsen af elektriske låsesystemer, forudsat at flugtvejene også under strømsvigt er let passable i flugtreningen, ligesom aktiveringen skal være synlig, forståelig og placeret tæt ved døren for at sikre, at alle kan se, hvordan døren kan betjenes.

Flugtveje skal kunne passeres i flugtreningen uden brug af nøgle eller særligt værktøj, når der sker almindelig anvendelse/benyttelse af de rum, som flugtvejene har tilknytning til. Redningsåbninger skal til enhver tid let og uhindret kunne åbnes indefra uden brug af nøgle eller særligt værktøj.

På branddøre i flugtveje, der forventeligt bliver benyttet meget eller ønskes stående åben i daglig drift, skal der installeres et automatisk branddørlukningsanlæg (ABDL-anlæg). Automatiske branddørlukningsanlæg udføres i overensstemmelse med *Vejledning om brandtekniske installationer*.

2.2.6.1 Bredde af døre

Det fremgår af bygningsreglement 2018, kap. 2, § 52, om adgangsforhold, at døre i fælles adgangsveje skal have en fri bredde på mindst 77 cm. Den frie bredde for en dør er illustreret i Figur 2.15



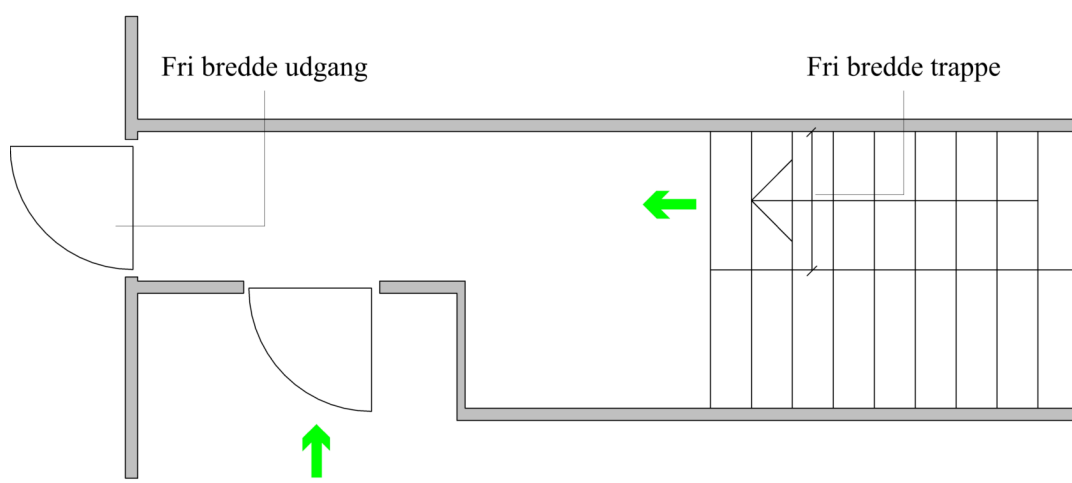
Figur 2.15. Måling af en dørs frie bredde ved henholdsvis en åbning på 90° og ved åbning på mindre end 90°.

De dørbreder, der er angivet i Bygningsreglement 2018, kap. 2, § 52, vil derfor ikke altid være tilstrækkelige til at sikre, at brandsikkerhedsniveauet kan anses for tilfredsstillende. Dette gælder f.eks. i undervisningsbygninger med mange mennesker, hvor bredden af dørene i flugtvejene er afgørende for, hvor lang tid det tager at evakuere undervisningsbygningen. Dette kan sikres ved at udgangsdøre fra brandcellen minimum har en fri bredde svarende til 10 mm pr. person for de personer som døren er beregnet til. Den samlede dørbredde skal fordeles ligeligt på udgangene eller på de uafhængige flugtveje, medmindre der fra brandcellen er flugtveje, der udelukkende anvendes som nødudgange. Her skal der tages højde for, at de fleste personer i tilfælde af brand normalt vil søge at flygte via hovedadgangsvejen.

Personer vil som udgangspunkt søge mod den dør, som de kom ind ad, hvorfor disse bliver de primære flugtvejsdøre. Ved de primære døre i flugtveje, der tilsammen skal anvendes af mere end 150 personer, skal det sikres, at minimum 2 personer kan passere gennem døren samtidig. Hvis døren udføres med en fri dørbredde på minimum 1,2 m er dette sikret. De øvrige døre kan udføres med en mindre bredde dog minimum en fri bredde på 77 cm, men det forudsætter, at den samlede frie flugtvejsbredde mindst er 10 mm per person, som flugtvejen er beregnet til.

Døre i udgange fra trapperum til terræn i det fri skal have en tilstrækkelig bredde således at der ikke opstår en kø foran døren inde i bygning, der kan forplante sig til trappeløbet. Dette kan sikres ved at udgangsdøren minimum har den samme frie bredde som trappeløbet, se Figur 2.16. Hvis der er adgang til trapperummet fra stueplan og personer vil flygte gennem trapperummet skal der tages højde herfor ved bestemmelse af udgangsdørens frie bredde.

Dette betyder, at hvor trappen anvendes af 50 personer skal udgangsdøren have en fri bredde på mindst 77 cm, og hvor trappen anvendes af 100 personer skal udgangsdøren have en fri bredde på mindst 1,0 m. Dimensionering af trappebredde fremgår af afsnit 2.2.5.2.



Figur 2.16. Fri bredde for udgang til det fri fra trapperum.

2.2.6.2 Åbningsretning og -beslag

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 94, litra 7 at døre i eller til flugtveje skal være lette at åbne. Endvidere skal døre i flugtveje i undervisningsbygninger åbne i flugtreningen, hvis de anvendes af mere end 150 personer.

Bygningsreglementet foreskriver at alle døre skal være nemme at åbne. For at sikre dette kan enkelt-fløjede døre forsynes med et almindeligt vandret dørhåndtag, trykplade, paskvil, der betjenes ved nedadgående bevægelse af et lodret greb eller en vrider. To-fløjede døre kan forsynes med beslag udført som trykgreb, vandrette stænger, paskvil, der betjenes ved nedadgående bevægelse af et lodret greb eller et almindelig vandret dørhåndtag for at sikre de er lette at åbne.

To-fløjede døre skal ligeledes forsynes med beslag der sikre at begge dørplader åbner samtidig ved et enkelt greb, som er placeret i bekvem højde.

I undervisningsbygninger skal beslag på flugtvejsdøre der anvendes af flere end 50 personer udføres enten som nødudgangsbeslag iht. DS/EN 179 *Bygningsbeslag – Nødudgangsbeslag betjent ved løfte-håndtag eller trykplade – Krav og prøvningsmetoder* eller som panikudgangsbeslag iht. DS/EN 1125 *Bygningsbeslag - Panikudgangsbeslag betjent ved vandret stang til brug i flugtveje - Krav og prøvningsmetoder*. Hvis døre anvendes af mere end 150 personer skal beslag udføres som panikudgangsbeslag iht. DS/EN 1125 *Bygningsbeslag - Panikudgangsbeslag betjent ved vandret stang til brug i flugtveje - Krav og prøvningsmetoder*. Døre skal ligeledes åbne i flugtreningen jf. Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Krav til åbningsretning og beslag for døre i og til flugtveje for undervisningsbygninger.

Placering af dør og personbelastning*	Åbningsretning	Greb	
		Nødudgangsbeslag iht. DS/EN 179	Panikudgangsbeslag iht. DS/EN 1125
Fra opholdsrum til flugtvej. Anvendes af op til 50 personer	Ingen krav		
Døre i flugtvejen. Anvendes af op til 50 personer	Ingen krav		

Døre i flugtvejen. Anvendes af mellem 50 og 150 personer	I flugtreningen	X	X
Døre i flugtvejen. Anvendes af flere end 150 personer	I flugtreningen		X

Hvor døre i flugtveje samtidig er branddøre, der er selvlukkende, er det vigtigt, at der ved valg af beslag tages højde for, at beslaget ikke sætter lukkefunktionen ud af drift. Dette kan f.eks. undgås ved brug af en selvlukkende paskvil.

2.2.6.3 Brandmodstandsevne for døre

Åbninger i brandsektionsadskillende bygningsdele skal som udgangspunkt lukkes med dør mindst klasse EI₂ 60-C [BD-dør 60].

Mindre åbninger som for eksempel vinduer, døre, porte og lemme i brandcelleadskillende bygningsdele kan ofte udføres med en brandmodstandsevne, som svarer til halvdelen – tidsmæssigt – af den brandadskillende bygningsdels brandmodstandsevne. Hvis døre i brandcelleadskillende bygningsdele udføres med en selvlukkende funktion, vil der være større sikkerhed for, at dørene er lukkede i tilfælde af brand. Døre, der naturligt vil være lukkede, som f.eks. døre til undervisningslokaler, kan normalt udføres uden selvlukkende funktion som dør mindst klasse EI₂ 30 [BD-dør 30-M].

Der er dog tilfælde, hvor det er forsvarligt at anvende døre med en mindre brandmodstandsevne som angivet i nedenstående præ-accepterede løsninger:

- Dør i brandsektionsvæg mellem gange, der er flugtveje.

En sådan dør vil primært blive påvirket af kold røg, og det kan derfor være tilstrækkeligt, at døren udføres mindst som dør klasse E 60-C [F-dør 60]. Døren skal sikres med et ABDL-anlæg.

- Døre mellem flugtvejsgang og de rum, som flugtvejsgangen betjener.

For denne type døre vil det normalt være tilstrækkeligt, at de udføres mindst som dør klasse EI₂ 30 [BD-dør 30-M] dog mindst som dør klasse EI₂ 30-C [BD-dør 30] mod rum med oplags- eller depotfunktion eller tilsvarende, f.eks. køkkener, kopirum og lignende.

- Døre mellem flugtvejsgang og baderum, wc-rum og lignende rum, hvor der er en ubetydelig brandbelastning.

På grund af den lave brandbelastning på begge sider af døren kan disse døre udføres uden krav til brandmodstandsevne.

- Døre til opdeling af flugtvejsgange.

Lange flugtvejsgange, der kan blive røgfildte, kan være vanskelige at anvende til evakuering. Hvis gangene opdeles med røgtætte døre (røgopdeling), vil personer i bygningen have bedre mulighed for at evakuere. I almindelige undervisningsbygninger vil en røgopdeling på højst 60 m være passende, uden at det forringer evakueringsmulighederne. Døre til opdeling af flugtvejsgange vil i tilfælde af brand først og fremmest blive påvirket af kold røg, og dørene kan derfor udføres

mindst som dør klasse CS₂₀₀ [Selvlukkende røgtæt dør]. Dørene skal sikres med et ABDL-anlæg.

2.2.6.3.1 Døre i forbindelse med trapperum, elevatorer og forrum

Døre fra en brandmæssig enhed til trapperum eller elevatorskakt skal mindst udføres som dør klasse EI₂ 30-C [BD-dør 30]. I undervisningsbygninger i risikoklasse 3, kan elevatordøre døre fra elevatorskakt til brandmæssig enhed alternativt udføres mindst som elevatordør klasse EI 30 jf. DS/EN 81-58 *Sikkerhedsforskrifter for udførelse og installation af elevatorer – Undersøgelse og prøvninger – Del 58: Prøvning af skaktdøres brandmodstandsevne*.

Hvis en elevator installeres med elevatordøre udført i henhold til DS/EN 81-58, skal elevatorskakten udføres med automatisk brandventilation. Der henvises til *Vejledning om brandtekniske installationer* for projektering og design af automatisk brandventilation.

Døre fra trapperum eller fra elevatorskakt til flugtvejsgang kan udføres med dør mindst som dør klasse E 30-C [F-dør 30], da brandbelastningen her er relativ lille. I undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 22 m over terræn, kan døre fra elevatorskakt til flugtvejsgang alternativt udføres som mindst elevatordør klasse E 30 jf. DS/EN 81-58 *Sikkerhedsforskrifter for udførelse og installation af elevatorer – Undersøgelse og prøvninger – Del 58: Prøvning af skaktdøres brandmodstandsevne*, hvis elevatorskakten udføres med automatisk brandventilation.

Det skal i undervisningsbygninger forsynet med sikkerhedstrappe udført som luftsluse sikres, at der ikke sker brandspredning mellem trapperum og luftsluse. Døren mellem trapperum og luftsluse skal derfor udføres med en brandmodstandsevne mindst som dør klasse EI₂ 30-C [BD-dør 30].

Dør mellem luftsluse og forrum eller flugtvejsgang uden brandbelastning kan udføres uden brandmodstandsevne. Hvor døren fra luftslusen fører ind i en del af undervisningsbygningen, hvori der er brandbelastning, udføres døren mindst som dør klasse EI₂ 30-C [BD-dør 30]. Døre til luftsluser må ikke kunne aflåses.

I undervisningsbygninger, hvor sikkerhedstrappe er udført med tryksætning, vil døren mellem trapperum og forrum udført i egen brandcelle og uden brandbelastning have en tilstrækkelig brandmodstandsevne såfremt den udføres mindst som dør klasse EI₂ 60-C [BD-dør 60]. Hvis forrummet udgør en selvstændig brandsektion og er uden brandbelastning vil en dør udført mindst som dør klasse EI₂ 30-C være tilstrækkeligt.

2.2.6.4 Oversigt over brandmodstandsevne for døre

Tabel 2.2 giver et samlet overblik over tilstrækkelig brandmodstandsevne for døre afhængigt af hvilken bygningsdel disse er placeret i og funktionen af de rum døren adskiller.

Tabel 2.2: Krav til døre i brandmæssige adskillelser i traditionelt undervisningsbyggeri. Alle klassifikationer er minimumskrav.

Placering i brandsektionsadskillelse	Brandteknisk klasse
Generelt	Dør klasse EI ₂ 60-C [BD-dør 60]
Mellem rum og trapperum eller elevatorskakt ¹⁾	Dør klasse EI ₂ 30-C [BD-dør 30]
Mellem to flugtvejsgange	Dør klasse E 60-C [F-dør 60]
Mellem flugtvejsgang og trapperum eller elevatorskakt ²⁾	Dør klasse E 30-C [F-dør 30]
Dør fra fyrrum til anden brandmæssig enhed	Dør klasse EI ₂ 30-C [BD-dør 30]
Placering i brandcelleadskillelse	Brandteknisk klasse
Generelt	Dør klasse EI ₂ 30-C [BD-dør 30]
Mellem flugtvejsgang og de opholdsrum som flugtvejsgangen betjener	Dør klasse EI ₂ 30 [BD-dør 30-M]
Mellem flugtvejsgang og baderum, wc-rum og lignende rum med ubetydelig brandbelastning	Ingen krav
Mellem flugtvejsgang og rum med oplags- og depotfunktion (køkken, kopirum og lignende)	Dør klasse EI ₂ 30-C [BD-dør 30]
Dør fra elevatorskakt til forrum (der er udført som egen brandcelle) til sikkerhedstrappe	Dør klasse EI 60 ⁵ jf. DS/EN 81-58
Opdeling af flugtvejsgang ved etablering af uafhængige flugtveje	Dør klasse EI ₂ 60-C [BD-dør 60] + ABDL
Døre i EW 30 / EI 15glaspartier mod flugtvejsgang	Dør klasse EW 30
Øvrige	Brandteknisk klasse
Opdeling af flugtvejsgange	Dør klasse CS ₂₀₀ [selvlukkende røgtæt dør]
Dør mellem trapperum og elevatorskakt når elevator er placeret i samme brandsektion som trapperummet.	Ingen krav
Sikkerhedstrapper	Brandteknisk klasse
Dør fra sikkerhedstrappe til luftsluse	Dør klasse EI ₂ 30-C [BD-dør 30]
Dør fra brandmæssig enhed til luftsluse	Dør klasse EI ₂ 30-C [BD-dør 30] ³⁾
Dør fra sikkerhedstrappe til forrum udført i egen brandsektion	Dør klasse EI ₂ 30-C [BD-dør 30]
Dør fra sikkerhedstrapper til forrum udført som egen brandcelle	Dør klasse EI ₂ 60-C [BD-dør 60]

¹⁾ Dør fra elevatorskakt til rum i undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn, kan udføres mindst som elevatordør klasse EI 30 jf. DS/EN 81-58 *Sikkerhedsforskrifter for udførelse og installation af elevatorer – Undersøgelse og prøvninger – Del 58: Prøvning af skaktdøres brandmodstandsevne*, hvis elevatorskakten udføres med automatisk brandventilation.

²⁾ Dør fra elevatorskakt til flugtvejsgang i undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn, kan udføres mindst som elevatordør klasse E 30 jf. DS/EN 81-58 *Sikkerhedsforskrifter for udførelse og installation af elevatorer – Undersøgelse og prøvninger – Del 58: Prøvning af skaktdøres brandmodstandsevne*, hvis elevatorskakten udføres med automatisk brandventilation.

³⁾ Døren må ikke kunne aflåses. Hvis døren fra luftslusen ind i bygningen åbner op til rum uden brandbelastning kan døren udføres uden brandmodstandsevne.

2.2.7 Udformning af flugtvejstrapper

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 94, litra 5, at der i den tid, hvor flugtvejen skal anvendes, ikke må forekomme forhold, som hindrer evakueringen. Dette kan bl.a. opnås ved, at flugtvejene brandmæssigt adskilles fra resten af undervisningsbygningen.

De trapper mv., som er flugtveje, vil ofte være de samme, som redningsberedskabet skal anvende som indtrængningsveje. Af dette hensyn skal bygningsdelene omkring trapperummet ofte have en brandmodstandsevne, som er længere end betinget af evakueringstiden. Som nævnt i afsnit 2.2.5.1 skal flugtvejstrapper i trapperum, udgøre en selvstændig brandsektion. Et trapperum vil ligeledes gøre trappen og dermed flugtvejen anvendelig uanset vejrlig mv.

I undervisningsbygninger, hvor der er korte flugtveje og gode redningsmuligheder, kan der etableres udvendige trapper uden trapperum, som ikke er brandmæssigt adskilt fra undervisningsbygningen. Korte flugtveje og gode redningsmuligheder er til stede i undervisningsbygninger med op til to etager.

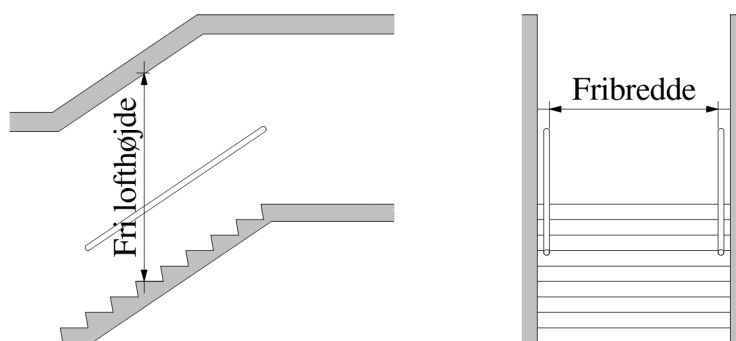
Personer, der opholder sig i trapperummet, skal kunne komme direkte ud til terræn i det fri. Trapperummet skal derfor indrettes, så der er adgang direkte til terræn i det fri. Udgang gennem et vindfang eller et gangareal, der er adskilt fra andre rum i undervisningsbygningen med mindst bygningsdel klasse EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60], er brandteknisk at sidestille med udgang direkte til det fri fra trapperum. Vindfang eller gangareal indrettes uden brandbelastning. Afstanden fra trappe til dør til terræn i det fri via vindfang eller gangareal må ikke overstige 6 meter.

Etager med kælderfunktion har ofte en øget risiko for brand samtidig med, at der ofte er en stor brandbelastning. Det skal derfor sikres at der ikke kan ske brand- og røgspredning til flugtvejstrappen, hvis denne betjener etager med kælderfunktion i den tid der er nødvendig for evakuering og redning. Der henvises til afsnit 4.2.6.6 for præ-accepterede løsninger der minimerer risikoen for brand- og røgspredning til en flugtvejstrappe, der betjener etager med kælderfunktion.

Trapper i flugtveje skal udføres efter bestemmelserne i Bygningsreglement 2018, kap. 2, § 57. Krav til udformning af flugtvejstrapper fremgår af Tabel 2.3 og Figur 2.17. Spindel- og vindeltrapper må ikke indgå i flugtvejen, da evakuering via denne type trapper vil være mere tidskrævende.

Tabel 2.3. Krav til udformning af flugtvejstrapper iht. BR18 kap. 2, § 57. Angivelse af fri bredde og lofthøjde, som måles i ganglinjen.

	Undervisningsbygninger i Risikoklasse 2 og 3
Fri bredde	Min. 1,0 m
Fri loftshøjde	Min. 2,1 m



Figur 2.17. Definition af en trappes geometri.

Afstanden mellem flugtvejstrapper afhænger af undervisningsbygningens indretning og afstanden til nærmeste flugtvejstrappe må ikke overstige de i afsnit 2.2.5.3 nævnte ganglængder. For undervisningsbygninger må afstanden mellem flugtvejstrapper ikke overstige 60 meter for at sikre overskueligheden af flugtvejssystemet.

I undervisningsbygninger, hvor alle redningsåbninger ikke kan nås af redningsberedskabets stiger, er trapperne den eneste redningsmulighed for de personer, der opholder sig i undervisningsbygningen. Trapperummet og trappen skal derfor udformes på en måde, der sikrer, at trappen i den tid, der kræves til evakuering og redningsmandskabets indsats, ikke påvirkes af branden. Dette kan opnås ved, at trappen udføres som en sikkerhedstrappe. Når en undervisningsbygning har en sikkerhedstrappe, opnås den bedst mulige sikkerhed ved, at alle etager i undervisningsbygningen uanset højde i forhold til terræn har adgang til sikkerhedstrappen.

2.2.8 Sikkerhedstrappe

Det fremgår af Bygningsreglement 2018 kap. 5 § 94 stk. 2 litra 4 og 5 at evakuering af personer skal ske på sikker vis til terræn i det fri eller til sikkert sted i bygningen. Endvidere må der ikke opstå kritiske temperaturer, røg koncentrationer, varmestråling eller tilsvarende kritiske forhold i den tid flugtvejen skal anvendes til evakuering. Det kan derfor være nødvendigt at udføre undervisningsbygninger med sikkerhedstrapper, så det sikres at evakuering og redning kan ske på sikker vis.

En sikkerhedstrappe er en trappe, hvor der er ringe sandsynlighed for svigt i tilfælde af brand. Et svigt i denne sammenhæng er hvis der (eksempelvis) kan ske brand- og eller røgspredning til trapperummet, hvorved trappen ikke kan anvendes som flugt- og indsatsvej. Sikkerhedstrappen kan udføres enten som en trappe med adgang via luftsluse eller ved at tryksætte trapperummet, så det sikres at den altid er røgfri. Der henvises til *Bygningsreglementets vejledning om brand* for en generel beskrivelse af sikkerhedstrapper.

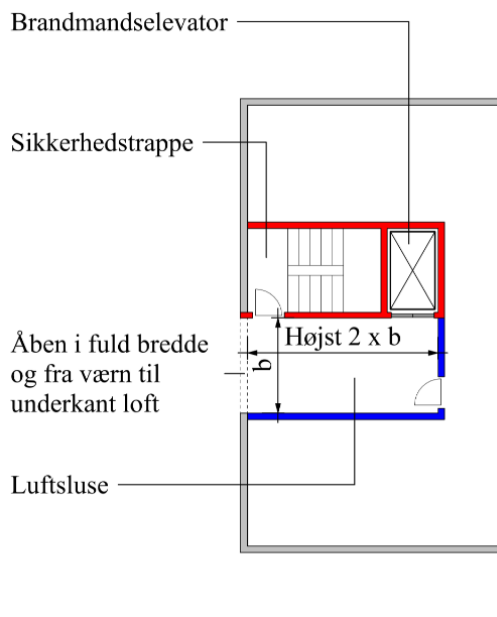
2.2.8.1 Luftsluse

For at sikre, at røgen ikke ophobes i en luftsluse, må luftslusen ikke være for dyb. En luftsluse, der er udført med en dybde fra facadelinjen, der ikke overstiger 2 gange slusens bredde i facaden, sikrer, at røgen bliver udluftet, se Figur 2.18. For at forhindre ophobning af røg i luftsluser placeret over terræn skal luftslusen være åben til det fri i den fulde bredde og åbningen gå fra vænet og op til undersiden af loftet.

En luftsluse til kælder skal på tilsvarende vis udføres, så den enten er åben til det fri eller gennem en lyskasse.

Den fri åbning skal af hensyn til muligheden for røgdudluftning have et areal på mindst 2,0 m² for hver adgang til luftslusen, og ingen side i åbningen må være mindre end 0,8 m. Åbningen kan afskærmes eller dækkes med en rist, balustre, gitre mv. Arealet af riste mv. skal være så lille, at det ikke hindrer røgdudluftningen. Dette opnås hvis risten maksimalt udgør 5 % af åbningsarealet.

En luftsluse må kun indeholde materiale af mindst materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale] bortset fra håndlister.



Figur 2.18. Princip for udførelse af luftsluse.

Luftsluser kan også udføres aflukket mod facaden med oplukkelige lemme eller lignende. Det er væsentligt, at lemmene åbnes tidligt i brandforløbet f.eks. ved automatisk detektering af røg i luftsluse og evt. forrum, og at lemmene er funktionsdygtige under en brand.

Udføres lemme som vægmonterede brandventilationsåbninger jf. DS/ EN 12101-2 *Brandventilation - Del 2: Specifikation for naturlige røg- og varmeudsugningsventilatorer*, og i øvrigt med egenskaber som er beskrevet i *Vejledning om brandtekniske installationer*, anses lemmene som værende funktionsdygtige under en brand.

Hvor undervisningsbygningen i øvrigt er udført med automatisk brandalarmanlæg, kan åbningen af lemmene tilsluttes anlægget. Projektering og udførelse af automatisk brandalarmanlæg skal ske i overensstemmelse med *Vejledning om brandtekniske installationer*.

For yderligere at sikre, at der ikke sker brandspredning gennem døren mellem trapperum og luftsluse, er det vigtigt, at døren udføres med en passende brandmodstandsevne iht. afsnit 2.2.6.

Selv om vindhastigheden kan være øget i højden, vil der normalt ikke være risiko for, at hastighedstrykket på en dør til en sluse i op til 22 meters højde vil overstige de maksimale 100 N, som er beskrevet i DS/EN 12101-6 *Brandventilation - Del 6: Specifikation for trykdifferentialsystemer - Komponenter*. Hvis hastighedstrykket på grund af slusens placering alligevel forventes at overstige 100 N, skal døren påmonteres særlige mekaniske døråbnere eller anden løsning som eksempelvis to-fløjede døre med smalle dørblade eller vindskærme mv., som muliggør åbning af døren med en kraft der ikke overstiger 100 N.

2.2.8.2 Tryksat trapperum

Konceptet for et tryksat trapperum er, at det ved en mekanisk løsning sikres, at selve trapperummet tryksættes med et overtryk således, at eventuelle røggasser holdes ude af trapperummet, selv om et antal døre mellem trapperummet og de enkelte etager åbnes.

Design, projektering og udførelse samt bestemmelse af tryksætningsklasse skal ske i overensstemmelse med *Vejledning om brandtekniske installationer* og som beskrevet i DS/EN 12101-6 *Brandventilation - Del 6: Specifikation for trykdifferentialsystemer - Komponenter*.

2.2.9 Redningsåbninger – Antal og placering

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 97 at brandmæssige enheder til personophold skal indrettes med redningsåbninger, med mindre et tilsvarende sikkerhedsniveau kan opnås på anden vis. Brandmæssige enheder til personophold, skal derfor indrettes med redningsåbninger til personredning svarende til det antal personer enheden er beregnet til jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 98. Der skal etableres minimum én redningsåbning til personredning pr. påbegyndt 10 personer. Eksempelvis indebærer en brandmæssig enhed beregnet til 22 personer, at rummet skal have 3 redningsåbninger. Foruden personredning har en redningsåbning følgende funktioner:

- Give personer, der opholder sig i bygningen, mulighed for at give sig til kende over for redningsberedskabet.
- Røgudluftning.

Disse funktioner skal tilgodeses selvom undervisningsbygningen ikke er forsynet med redningsåbninger til personredning. For yderligere generel beskrivelse af en redningsåbningsfunktioner henvises der til *Bygningsreglementets vejledning om brand*.

Kravet til etablering af redningsåbninger til personredning omfatter dog ikke:

- Brandmæssige enheder, hvorfra der er to af hinanden uafhængige flugtveje helt til terræn i det fri,
- Brandmæssige enheder, hvorfra der er dør direkte til terræn i det fri.

Brandmæssige enheder med flere etager skal have redningsåbninger til personredning på alle etager. Antal redningsåbninger på hver etage afhænger af antal personer, der opholder sig på den enkelte etage.

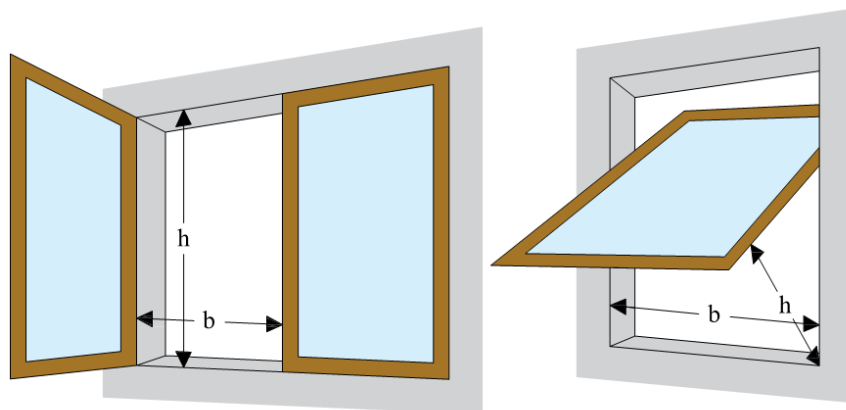
For at en redningsåbning kan opfylde sin funktion, skal den nemt kunne nås, hvilket f.eks. kan opnås ved, at redningsåbningerne fordeles jævnt i den brandmæssige enhed.

Såfremt der er en altan knyttet til brandcellen/rummet, kan denne benyttes i forbindelse med redningsåbningen.

2.2.10 Udformning af redningsåbninger til personredning

Ved udformningen af en redningsåbning skal der, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 98, tages hensyn til, at personer enten ved egen eller andres hjælp skal kunne reddes via redningsåbningen. Evakueringen kan ske gennem et vindue, en lem eller en dør i ydervæg eller tagflade, enten direkte til terræn i det fri eller via redningsberedskabets stiger.

Redning af personer gennem en redningsåbning kan lade sig gøre, hvis den har en fri højde og bredde på tilsammen 1,5 m, hvor højden er mindst 0,6 m og bredden mindst 0,5 m, jf. Figur 2.19.

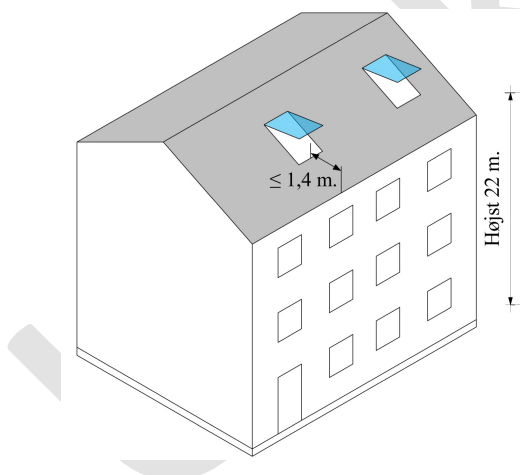


Figur 2.19. Udformning af redningsåbning til personredning.

Er redningsåbningen placeret tæt på terræn, f.eks. mindre end ca. 2,0 m over terræn, hvor risikoen for personskader i tilfælde af evakuering er minimal, vil det være forsvarligt at have en mindre højde på redningsåbningen. Disse redningsåbninger skal ikke have en bredde eller højde, som er mindre end 0,5 m, og summen af disse to skal minimum give 1,5 m.

I tagflader, hvor det kan være vanskeligt at nå redningsåbningen, skal redningsåbningen i åben stilling have en fri højde, der ikke er mindre end 0,8 m, når gulv i øverste etage er mere end 9,6 m over terræn, da redningsberedskabet i disse tilfælde skal anvende en kørbare stige.

Tilsvarende hensyn skal inddrages ved tagrum, hvor gulvet ligger mere end 5,1 m og højst 22 meter over terræn. For at redningsberedskabet kan nå redningsåbningerne i tagfladen med deres stiger, er det vigtigt, at den vandrette afstand mellem tagkanten og underkant af åbningen ikke er større end 1,4 m, se Figur 2.20.



Figur 2.20. Udformning af redningsåbning i tagflade

Det er ligeledes vigtigt, at redningsåbninger let og uhindret kan åbnes og fastholdes i en stilling, der såvel indefra som udefra giver fri passage. Solafskærmninger og lignende må derfor ikke forhindre brugen af redningsåbninger.

For at personer let kan anvende redningsåbningen, er det vigtigt, at der indefra er let adgang til redningsåbningen, og at den ikke kan låses eller på anden måde blokeres.

Endelig skal det sikres, at redningsåbningerne placeres i en afstand fra gulv, så personer kan nå dem og reddes ud gennem åbningerne. De fleste personer vil kunne komme ud af en redningsåbning, der er placeret i en afstand fra gulv til underkant af redningsåbninger på op

til 1,2 m. Alternativt kan der f.eks. etableres et fast trin eller andet, så redningsåbningen kan nå indefra.

Redningsåbninger skal let og uhindret kunne åbnes indefra uden brug af nøgle eller særligt værktøj, når der sker almindelig anvendelse/benyttelse af undervisningsbygningen.

I undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste etage er mellem 9,6 og 22 meter over terræn, og hvor redningsåbningen kun kan nås via redningsberedskabets kørbare stiger, skal der etableres brandredningsareal, der er udformet, så de kørbare stiger får tilstrækkelige gode manøvre muligheder. Der henvises til kapitel 5 (under udarbejdelse) for nærmere beskrivelse af hvorledes brandredningsarealer udformes.

I undervisningsbygninger, hvor der er redningsåbninger placeret over håndstigeredningshøjde, dvs. i undervisningsbygninger med gulv i øverste etage mere end 9,6 m over terræn, skal redningsåbningerne være udført på en sådan måde, at evakuering kan ske hurtigst muligt fra alle etager i undervisningsbygningen. Dette kan opnås ved, at alle redningsåbninger, bortset fra redningsåbninger i tagfladen, udføres enten som dør eller som drejevindue, sidehængt vindue, sidehængt lem eller skydevindue.

2.2.11 Brandtekniske installationer

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 92, at undervisningsbygninger skal udformes, så personer kan blive opmærksomme på en brands opståen, og så der hurtigt kan påbegyndes en sikker evakuering.

Der stilles jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 93 krav til, at bygningsafsnit med tilhørende flugtveje som er beregnet til mere end 150 personer skal udføres med varsling. Varslingen kan dog undlades såfremt alle opholdsrum har dør direkte til terræn i det fri. Tillige kan mindre rum som f.eks. mindre kontorer på skoler udføres uden varslingsanlæg, selvom der ikke er direkte adgang til terræn i det fri.

Såfremt flere bygningsafsnit i samme anvendelseskategori har fælles flugtveje skal disse betragtes som ét afsnit jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 93 stk. 2. Det betyder eksempelvis, at hvis to bygningsafsnit (indrettet med flere undervisningslokaler) udført som selvstændige brandsektioner, begge er indrettet til 100 personer, men har fælles flugtvej, så skal begge bygningsafsnit (brandsektioner) inklusive fælles flugtveje forsynes med varslingsanlæg, da personbelastningen i de to bygningsafsnit til sammen er større end 150 personer. Dog kan varslingen i det nævnte eksempel udelades, såfremt undervisningslokaler i begge bygningsafsnit har dør direkte til det fri.

Der stilles ligeledes jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 96 krav til at bygningsafsnit med tilhørende flugtveje beregnet til mere end 150 personer skal udføres med flugtvejs- og panikbelysning. Flugtvejs- og panikbelysning kan dog undlades såfremt alle opholdsrum har dør direkte til terræn i det fri. Flugtvejsbelysning er belyste, gennemlyste eller fluorescerende (selvlysende) flugtvejsskilte, der placeres over eller umiddelbart ved udgangsgøre og flugtvejsdøre, suppleret med henvisningsskilte i fornødent omfang. Panikbelysning skal give mindst 1,0 lux på gulvarealer i flugtveje og på flugtvejsarealer i det fri. Der henvises til *Vejledning om brandtekniske installationer* for design, projektering og udførelse.

Tabel 2.4. Krav om brandtekniske installationer, der har til formål at understøtte evakuering og redning af personer iht. Bygningsreglement 2018 kap. 5.

	Varsling af personer og alarmering af redningsberedskabet (BR18 § 93)				Sikring af flugtveje (BR18 § 95)	Sikring af brug af flugtveje (BR18 § 96)	
	Automatisk brandalarmanlæg	Automatisk varslingsanlæg	Varslingsanlæg	Røgalarmanlæg	Automatisk sprinkleranlæg	Panikbelysning	Flugtvejs- og panikbelysning
Bygningsafsnit med op til 150 personer			(x)*				(x)*
Bygningsafsnit med flere end 150 personer			X**				X**

* Flere bygningsafsnit af samme anvendelseskategori med fælles flugtveje skal anses som ét bygningsafsnit, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 93 stk. 2 og § 96 stk. 2

** Kan undlades hvis alle opholdsrum har dør direkte til terræn i det fri.

De brandtekniske installationer, der er angivet i Tabel 2.4 ovenfor, er et udtryk for krav hertil stillet i Bygningsreglementet 2018, kap 5. Der kan dog være valgt præ-accepterede løsninger, hvortil der stilles krav om yderligere brandtekniske installationer i en undervisningsbygning for at sikre et tilstrækkeligt sikkerhedsniveau. Eksempelvis kan en luftsluse etableres med lemme udført som brandventilationsåbninger, se evt. afsnit 2.2.8.2

Forruden krav til brandtekniske installationer, der understøtter evakuering og redning af personer i en undervisningsbygning, stilles der også krav til brandtekniske installation for at begrænse brand- og røgspredning, se afsnit 4.2.12. Der kan være sammenfald mellem de brandtekniske installationer til understøttelse af de to forskellige formål.

3 Konstruktive forhold

3.1 Generelt

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 99, at bygninger og bygningsdele skal have en tilstrækkelig brandmodstandsevne. Projektering og udførelse af bygningers konstruktioner skal ske under hensyn til at:

- 1) evakuering af de personer, der opholder sig i bygningen, kan ske på sikker vis, og at der ikke sker væsentlige skader på bygningen.
- 2) der ikke sker skade på personer og bygninger på anden grund.
- 3) redningsberedskabet har forsvarlig mulighed for afsøgning og redning af personer og mulighed for at gennemføre det slukningsarbejde, som er nødvendig for afsøgning og redning samt begrænsning af brandspredning.
- 4) der ikke sker væsentlige skader på andre bygninger på egen grund, som kan medføre fare for personer eller redningsberedskabets indsatsmulighed.

For en mere uddybende beskrivelse af de generelle forhold vedrørende konstruktive forhold henvises der til *Bygningsreglementets vejledning om Brand*, kapitel 3.

3.2 Præ-accepterede løsninger for bærende konstruktioners brandmodstandsevne.

I de efterfølgende afsnit beskrives de *præ-accepterede løsninger* for opfyldelse af kravene i Bygningsreglementet 2018, kap. 5, § 99 og § 103 for traditionelt undervisningsbyggeri risikoklasse 2 og 3.

3.2.1 Kombination af brandmodstandsevne og brandbeskyttelsesevne med reaktion på brand

For at kunne vurdere de brandtekniske egenskaber for byggevarer og bygningsdele klassificeres de, som beskrevet i Bygningsreglementets vejledning om brand i henhold til et klassifikationssystem.

Dette klassifikationssystem er baseret på de europæiske brandklasser. I de præ-accepterede løsninger for bærende konstruktioners brandmodstandsevne anvendes der en kombination af bygningsdelens brandmodstandsevne og dennes reaktion på brand. Der findes i det europæiske system ikke en sammensat klassifikation for både brandmodstandsevne og reaktion på brand. Derfor anvendes benævnelsen REI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60] (eksempel), der angiver at bygningsdelen har en brandmodstandsevne svarende til REI60 [BD-bygningsdel 60] testet efter en standard for brandmodstandsevne svarende til anvendelsen af bygningsdelen. Samtidig skal samme bygningsdel klassificeres for reaktion på brand svarende til eksempelvis materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale] testet efter en materiale-standard. Samme terminologi finder anvendelse ved beklædninger og brandbeskyttelsessystemer, som f.eks. K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]. Ved reaktion på brand skal klassifikationen læses som krav til de indgående materialers brandmæssige egenskaber og der er dermed ikke tale om en samlet produkt klassifikation.

Når der i de præ-accepterede løsninger er angivet en sammensat klassifikation skal dette læses som at den pågældende bygningsdel skal opfylde begge kriterier.

Der kan anvendes tætningslister/fugemasser i samlinger, false og anslag, selv om de ikke opfylder reaktion på brand kravene for produkterne i den bygningsdel, hvori de indgår, under forudsætning af, at de pågældende tætningslister/fugemasser ved prøvningen for brandmodstandsevne var monteret som forudsat og ikke medførte svigt af integritet inden for bygningsdelens klassifikationstid. Det er altså altid vigtigt at sikre at leverandørens monteringsanvisninger følges.

For en nærmere beskrivelse af det europæiske klassifikationssystem samt opdeling i byggevarers og bygningsdeles reaktion på brand og brandmodstandsevne henvises til *Bygningsreglementets vejledning om brand*.

Alle brandtekniske klassifikationer i denne vejledning skal endvidere læses som minimumskrav.

3.2.2 Bærende bygningsdeles brandmodstandsevne

I følge bygningsreglement 2018 § 99 skal bygninger og bygningsdele have en tilstrækkelig brandmodstandsevne.

For at undgå pludselig svigt i konstruktionerne i en undervisningsbygning, skal konstruktionerne udføres på en sådan måde, at de ikke understøttes eller stabiliseres af andre konstruktioner, der har en utilstrækkelig brandteknisk klassifikation/brandmodstandsevne. En lavere del af en undervisningsbygning kan udføres med en mindre brandmodstandsevne end resten af undervisningsbygningen, hvis den højere del af undervisningsbygningens bæreevne og stabilitet er uafhængig af den lavere del.

Bærende konstruktioner i traditionelt undervisningsbyggeri skal udføres med en brandmodstandsevne som beskrevet her i de præ-accepterede løsninger. Mht. dimensionering af bærende konstruktioners bæreevne under brand henvises til Bygningsreglementets kapitel 15.

Bærende bygningsdele omfatter bl.a. vægge, søjler, bjælker, etageadskillelser, altangange og altaner samt trapper.

Det er vigtigt, at det ved dimensionering af de bærende konstruktioner dokumenteres, at eventuelle brandmæssige enheder i undervisningsbygningen forbliver intakte i den nødvendige periode. Der kan altså være tilfælde, hvor det er stabiliteten af de brandmæssige adskillelser og ikke bæreevnen, som er dimensionsgivende. For brandceller og brandsektioner er dette normalt 60 minutter.

Der stilles generelt ikke krav til brandmodstandsevnen for tagkonstruktionen, men alene til de bygningsdele, som bærer tagkonstruktionen – typisk spærerne. Tagkonstruktionen skal kun bære sig selv og naturlasten og defineres som, de i tagkonstruktionen indgående dele som eksempelvis tagbeklædning, lægter, klemmelister, undertag, isolering, loftsbeklædning m.v.

Der stilles ikke krav til brandmodstandsevnen for spærerne i et uudnytteligt tagrum. Et uudnytteligt tagrum må ikke anvendes til nogen form for aktivitet eller oplag. Forudsat at den brandadskillende bygningsdel mod uudnyttet loft udføres mindst som bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30] for bygninger hvor højde fra terræn til gulv i øverste etage er højst 12 m, og mindst bygningsdel klasse EI 60 [BD-bygningsdel 60] for bygninger, hvor højde fra terræn til gulv i øverste etage er højst 22 m.

Der stilles dog krav til tagkonstruktionens brandmodstandsevne, hvis der er risiko for progressivt kollaps, eller hvis tagkonstruktionen har indflydelse på andre bærende eller adskillende bygningsdeles stabilitet.

Progressivt kollaps kan opstå hvor et svigt i en bærende bygningsdel medfører svigt i en større del af konstruktionen. Et progressivt kollaps kan ses som en kædereaktion, hvor bortfald af en mindre del af den bærende konstruktion medfører svigt af det bærende system over, under eller ved siden af der hvor svigtet først er opstået. Eksempelvis må svigt i ét spær ikke medføre svigt af de øvrige spær eller svigt i et spær må ikke medføre svigt i underliggende etageadskillelser.

De i

Tabel 3.1 angivne præ-accepterede løsninger på brandmodstandsevne for de bærende bygningsdele i en undervisningsbygningens øverste etage omfatter derfor de bygningsdele (vægge, bjælker og søjler samt spær), som bærer de ovenover undervisningsbygningens øverste etage beliggende dele af tagkonstruktionen, som kun skal bære sig selv og naturlasten.

Tabel 3.1 giver ligeledes en række præ-accepterede løsninger på, hvordan bærende bygningsdele – adskillende og ikke-adskillende – i undervisningsbygninger med højde til gulv i øverste etage op til 22 m over terræn kan udføres:

UDKAST

Tabel 3.1. Præ-accepterede løsninger på udførelse af bærende bygningsdele i undervisningsbygninger. Alle klassifikationer er minimumskrav.

Bygningsdel	Ingen krav	Bygningsdel klasse R 30 [BD-bygningsdel 30]	Bygningsdel klasse R 60 [BD-bygningsdel 60]	Bygningsdel klasse R 60 / D-s2,d2 [BD-bygningsdel 60] ¹	Bygningsdel klasse R 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60]	Bygningsdel klasse R 120 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 120] ²
Øverste Etage						
Bygningsdele i øverste etage, hvor højde til gulv i øverste etage er op til 12 meter over terræn		X ⁵				
Bygningsdele i øverste etage, hvor højde til gulv i øverste etage er mere end 12 meter over terræn			X			
Etageadskillelse over kælder						
Etageadskillelse over kælder og de bygningsdele der bærer denne					X	
Etageadskillelse over kælder og de bygningsdele der bærer denne, når højde til gulv i øverste etage er mere end 12 meter over terræn						X
Bærende bygningsdel						
Bygninger i 1 etage i risikoklasse 2 op til 1000 m ²	(X) ³	X				
Bygninger i 1 etage i risikoklasse 2 over 1000 m ²		(X) ⁴	X			
Bygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er op til 5,1 meter over terræn			X			
Bygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er mellem 5,1 og 9,6 meter over terræn				(X)	(X)	
Bygning er i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er mellem 9,6 og 12 meter over terræn					X	
Bygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er mere end 12 meter over terræn						X

¹ Når undervisningsbygningen er udført enten med automatisk sprinkleranlæg, eller bygningsdelene er udført med mindst beklædning klasse K₂ 60 / A2-s1,d0 [60 minutters brandbeskyttelsessystem].

² De bærende konstruktioner i en undervisningsbygning anses at have en tilstrækkelig brandmodstandsevne, hvis det dokumenteres, at undervisningsbygningen bevarer sin stabilitet ved standardbrandpåvirkning i 120 minutter. Det betyder bl.a., at nøgleelementer og deres fastholdelser i knudepunktsfiguren har en brandmodstandsevne på mindst 120 minutter. Der kan være bygningsdele, der har en brandmodstandsevne på mindre end 120 minutter, hvis det dokumenteres f.eks. ved brug af Eurocodes mv., at undervisningsbygningen bevarer sin stabilitet uanset, at der måtte ske kollaps og evt. nedfald af delelementer af konstruktionen.

³ Hvis undervisningsbygningen udføres med automatisk brandventilation iht. *Vejledning om brandtekniske installationer*.

⁴ Hvis undervisningsbygningen har jævnt fordelt brandventilation i tagfladen og taget bærer mere end 200 m² og mindre end 600 m² tag.

⁵ Det samlede etageareal på øverste etage må ikke overstige 1000 m².

Hvor der i

Tabel 3.1 er angivet en parentes omkring krav til brandmodstandsevne skal dette tolkes som at der er valgfrihed mellem de to løsninger, men at den ene skal vælges. Løsningen angivet i parentes er en alternativ løsning til den generelle løsning.

Anvendes der i en én-etagers bygning brandventilation til sikring af de bærende bygningsdele skal brandventilationsåbningerne udformes som angivet i *Vejledning om brandtekniske*

installationer. Hvis brandventilationsåbningerne har et frit aerodynamisk areal på 2 % vil det være tilstrækkeligt for bygninger med et etageareal på højst 500 m². For bygninger med et etageareal større end 500 m² skal der tilvejebringes minimum 10 m² frit aerodynamisk areal. Brandventilationsåbningerne skal være jævnt fordelt i rummet. Ved naturlig (termisk) brandventilation må der ikke være mere end 12 meter til nærmeste brandventilationsåbning. Ved taghældninger over 7° skal brandventilationsåbningerne placeres så højt som muligt i rummet. For at sikre en effektiv brandventilation og reducere røgskader skal store rum med brandventilation forsynes med røgskærme, der opdeler den øverste del af rummet (ca. 1/3 af højden) i røgzoner på højst 2.000 m². Røgskærme skal udføres efter *Vejledning om brandtekniske installationer.*

For at opnå den tilsigtede virkning af brandventilationen skal der tilføres erstatningsluft samtidig med aktivering af brandventilationen. Åbninger for brandventilation skal placeres lavt, så erstatningsluften ikke fører til opblanding af frisk luft i røgen. Åbninger i ydervægge skal placeres så kun halvdelen af det nødvendige areal udsættes for sug ved vindpåvirkning. For yderligere detaljer omkring brandventilation henvises der til *Vejledning om brandtekniske installationer.*

Nøgleelementer er alle elementer, hvis funktion er afgørende for undervisningsbygningens overordnede stabilitet. Det er ikke tilstrækkeligt, at disse elementer i sig selv eksempelvis kan modstå en 120 minutters standardbrandpåvirkning, det kræves også, at de bevarer deres bærende funktion selv om sekundære konstruktioner svigter på et tidligere tidspunkt.

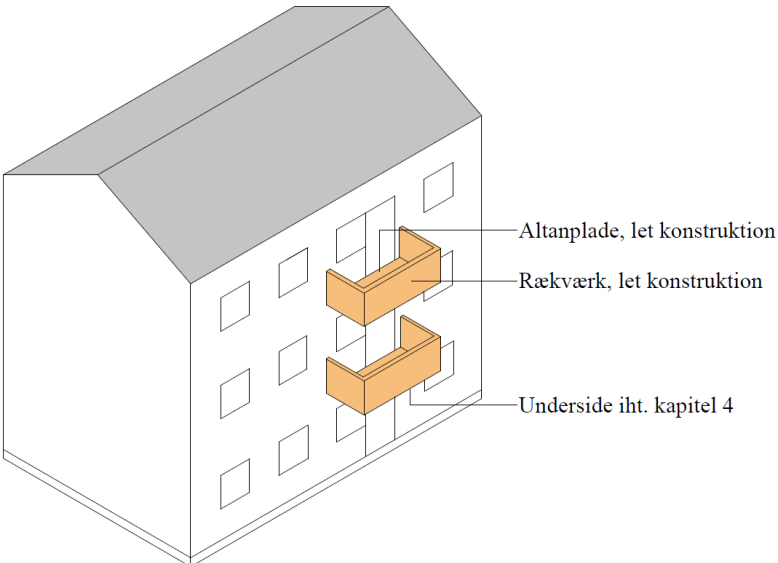
Som eksempel herpå kan nævnes, at en indvendig lodret bærende væg, der skal modstå en standard brandpåvirkning i 120 minutter normalt vil kunne bevare sin bærende funktion, selv om et dæk på én side af væggen svigter. For lodret bærende ydervægge og søjler vil det derimod normalt kræve særlige forholdsregler at opretholde den bærende funktion hvis en dækskive svigter, eksempelvis ved at indlægge særlige brandsikrede elementer i dækskiverne eller ved at udforme søjler og vægge, så de kan fungere som to etager høje bærende elementer mellem de tilbageværende intakte dækskiver.

Det må normalt forventes, at naboområder til det sted i undervisningsbygningen, hvor branden er opstået, prioriteres først under evakueringen. Dette er baggrunden for at kunne acceptere, at de brandmæssige adskillelser lokalt svigter efter 60 minutter, så længe dette ikke medfører mere omfattende skader på undervisningsbygningens hovedkonstruktion.

Som alternativ til håndtering af nøgleelementer kan i denne sammenhæng nævnes muligheden for generelt at sikre tilstrækkelig sammenhæng i undervisningsbygningen til, at stabiliteten kan opretholdes gennem en omfordeling af kraftforløbene i den overordnede bærende konstruktion, selv om én eller flere bærende bygningsdele i den brandpåvirkede del af undervisningsbygningen svigter tidligere end 120 minutter efter brandens opståen.

Altaner, altangange og trapper er bygningsdele der understøtter hensynet om at evakuering og redning skal kunne ske på sikker vis. For at sikre at disse bygningsdele kan anvendes under brand stilles der krav til deres modstandsevne. I Tabel 3.2 og Tabel 3.3 er angivet præ-accepterede løsninger for brandmodstandsevnen for altaner, altangange og trapper.

Tabel 3.2. Præ-accepterede løsninger på udførelse af altaner og altangange. Alle klassifikationer er minimumskrav.

ALTANER OG ALTANGANGE
Generelt – altaner eller altangange der betjener flere brandceller og altangange som er flugtvej
Samme brandmodstandsevne som for etageadskillelser i samme niveau, dog højst bygningsdel klasse R 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60]
Altaner, der kun betjener én brandcelle
Bygningsdel klasse R 60 Eller Uden krav til brandmodstandsevne hvis følgende punkter alle er opfyldt: <ul style="list-style-type: none">a) Altanen fastgøres til bygningsdele, som er bygningsdel klasse R 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60] med materialer, som er materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale], og som har et smeltepunkt, der er højere end 850 °Cb) Bærende altankonstruktioner udføres af materialer, som er materiale klasse A2-s1,d0, og stabiliteten af den enkelte altan bevares, hvis der ved brand sker svigt i konstruktionen i en vilkårlig af de øvrige altanerc) Rækværk og altanplade* udføres som let konstruktion.


* Der henvises til afsnit 4.2.6.2 for sikring mod brandspredning via altan.

Tabel 3.3. Præ-accepterede løsninger på udførelse af trappers bærende konstruktioner. Alle klassifikationer er minimumskrav.

Bygningsdel	Materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]**	Bygningsdel klasse R 30 [BD-bygningsdel 30]	Bygningsdel klasse R 30 / D-s2,d2 [BD-bygningsdel 30]†	Bygningsdel klasse R 30 / A2-s2,d0 [BS-bygningsdel 30]
Trapper*				
Trapper i undervisningsbygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er højst 5,1 meter over terræn	X			
Trapper i undervisningsbygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er mellem 5,1 og 9,6 meter over terræn			(X)	X
Trapper i undervisningsbygninger i risikoklasse 3, hvor gulv i øverste etage er mere end 9,6 meter over terræn				X

*) Trappens bærende konstruktion omfatter vanger, trin og reposer.

***) Trappe udført af materiale mindst klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] uden krav til trappens brandmodstandsevne.

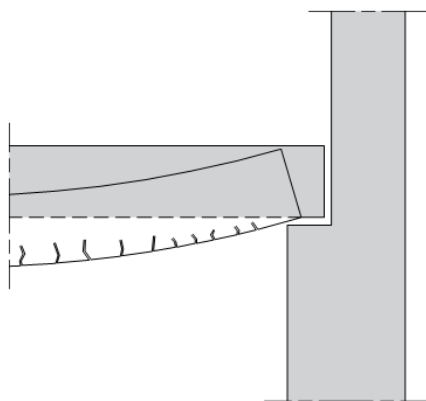
† Dette er under forudsætning af at trappen enten er udført med automatisk sprinkleranlæg og på undersiden har en beklædning som mindst klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning], eller trappen på undersiden og langs siderne er udført med beklædning som mindst klasse K₂ 30 / A2-s1,d0 [30 minutters brandbeskyttelsessystem].

Glasydervægge, ikke-bærende vægelementer, keramiske ydervægsbeklædninger og lignende, der i tilfælde af brand kan udgøre en fare, hvis fastholdelsessystemet svigter, skal fastholdes brandmæssigt forsvarligt.

Beslag for fastgørelse af glasydervægge, ikke-bærende vægelementer, keramiske ydervægsbeklædninger og lignende udføres mindst som materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale] med et smeltepunkt højere end 850°.

3.2.3 Sammenbygning af bygningsdele

Som det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 103, skal bygningsdele sammenbygges, så den samlede konstruktion i brandmæssig henseende ikke er ringere, end hvad der kræves for de enkelte bygningsdele i konstruktionen, se Figur 3.1.



Figur 3.1. Samlinger skal have samme brandmodstandsevne som bygningsdelene.

4 Antændelse og brand- og røgspredning

4.1 Generelt

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 104, at bygninger skal projekteres og udføres, så det sikres, at der i tilfælde af brand ikke sker væsentlig brand- og røgspredning.

Dette skal ske under hensyn til, at:

- 1) risikoen for, at en brand opstår, begrænses.
- 2) brand- og røgspredning begrænses i den brandmæssige enhed, hvor branden er opstået.
- 3) brand- og røgspredning til andre brandmæssige enheder forhindres i den tid, som er nødvendig for evakuering og redningsberedskabets indsats.
- 4) brandspredning til andre bygninger på samme grund begrænses.
- 5) der ikke sker brandspredning til bygninger på anden grund.

For en mere uddybende beskrivelse af de generelle forhold vedrørende antændelse og brand- og røgspredning i bygninger henvises der til *Bygningsreglementets vejledning om brand*, kapitel 4.

4.2 Præ-accepterede løsninger for antændelse og brand- og røgspredning

I de efterfølgende afsnit beskrives de *præ-accepterede løsninger* for opfyldelse af kravene i Bygningsreglementet 2018, kap. 5, §§ 104 - 118, 121, 123 og 125 for traditionelt undervisningsbyggeri i risikoklasse 2 og 3.

4.2.1 Afstand til naboskel, vej- og stimidte

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 125, at undervisningsbygninger skal placeres i en sådan afstand til skel mod nabo, vej- og stimidte eller udføres på en sådan måde, at det sikres, at der ikke er risiko for brandspredning til bygninger på anden grund.

Brandspredning til bygninger på anden grund kan f.eks. forhindres ved, at undervisningsbygningen holdes i en passende afstand fra skel i afhængighed af undervisningsbygningens udvendige vægoverflader og tagdækning. Det kan også forhindres ved, at der mod skel, vej- og stimidte udføres en brandadskillende bygningsdel.

Undervisningsbygninger skal placeres i afstande fra naboskel samt vej- og stimidte, som angivet i Tabel 4.1, for at minimere risikoen for brandspredning.

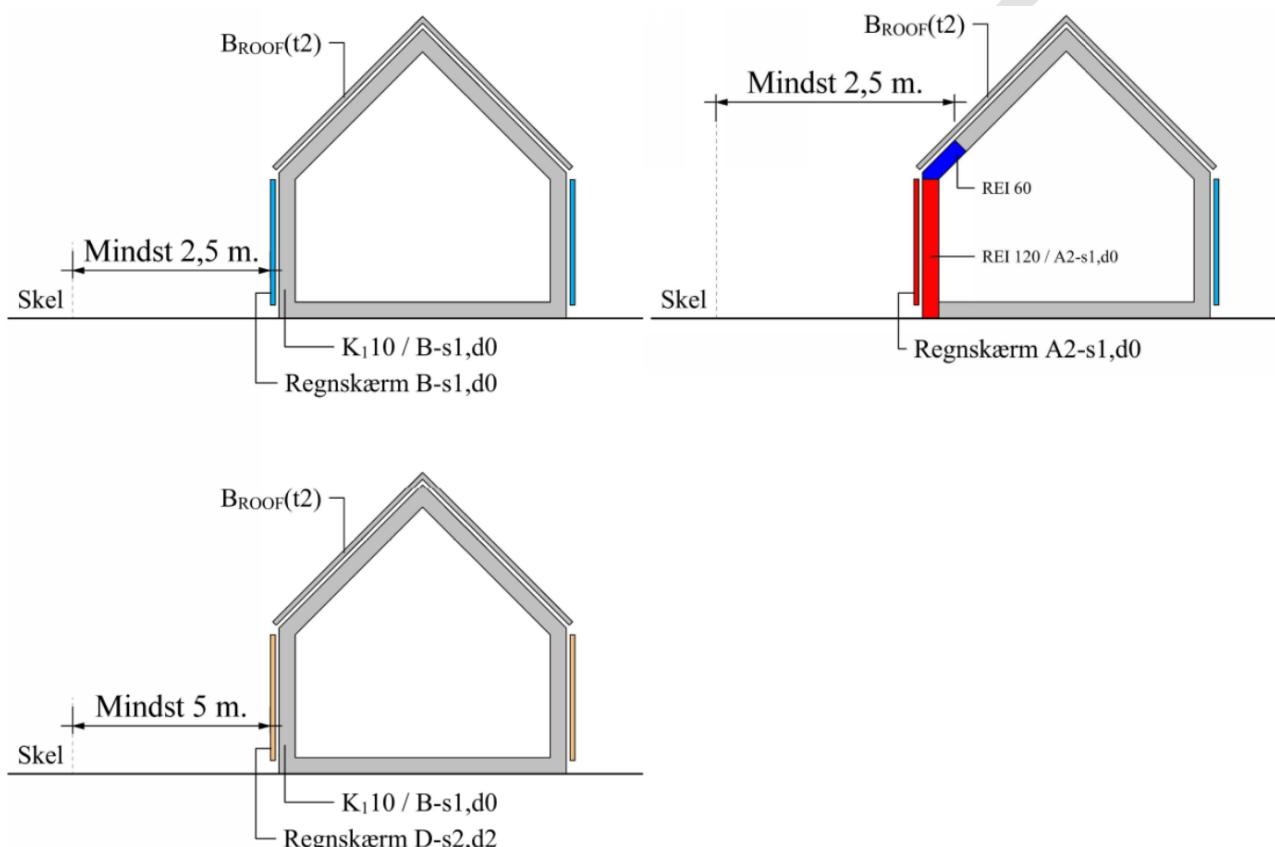
Tabel 4.1 Præ-accepterede løsninger på udførelse af udvendige overflader for sikring mod brandspredning til bygninger på anden grund. Alle klassifikationer skal betragtes som et minimumskrav.

Bygningsdel	Udvendige vægoverflader*	Regnskærm	Afstand fra undervisningsbygning til skel, vej- og stimidte i relation til udvendige overflader
Ydervægge	Beklædning klasse K ₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	-	2,5 m** eller mere
	Beklædning klasse K ₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale]	2,5 m** eller mere
	Beklædning klasse K ₁ 0 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]	5,0 m eller mere
Tagdækning	Tagdækning klasse B _{ROOF} (t2) [klase T tagdækning]	-	Ingen krav
Brandvæg*	Bygningsdel klasse REI 120 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 120]	Materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale]	Ingen krav

* Udvendige vægoverflader på undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste er højst 22 meter over terræn, kan udføres med tillægsklasse for røgproduktion som s2. Her gælder, at udvendige vægoverflader enten udføres som mindst beklædning klasse K₁ 10 / B-s2,d0 [klasse 1 beklædning] uden montering af regnskærm eller vægoverflade udføres med regnskærm som mindst materiale klasse B-s2,d0 med bagvedliggende beklædning som mindst beklædning klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]. Det er således kun den yderste del af vægoverfladen som kan udføres med tillægsklasse s2.

**Bygning, som placeres tættere på naboskel end 2,5 m, skal udføres med brandvæg mindst som bygningsdel klasse REI 120 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 120], jf. afsnit 4.2.6.5.

En brandmæssig afstand måles vandret uden hensyn til terrænforskelle. Afstanden er den mindste frie afstand mellem en undervisningsbygning og f.eks. et naboskel, jf. Figur 4.1. De i Tabel 4.1 angivne afstande angår kun undervisningsbygningens ydervæg mod f.eks. et naboskel. For tagudhæng, vindskeder, lætage over døre, gesimser og lignende mindre bygningsele, kan afstanden nedsættes med 0,5 meter i forhold til afstandene i Tabel 4.1.



Figur 4.1 Afstande til skel fra undervisningsbygningen ift. udvendig vægoverflade og tagdækning. Alle klassifikationer er minimumskrav.

4.2.2 Afstande til andre bygninger på samme grund

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 118, at bygninger på samme grund skal placeres i en sådan afstand til hinanden eller udføres på en sådan måde, at brandspredning mellem bygningerne begrænses i den tid, som er nødvendig for evakuering og redningsberedskabets indsats.

Bygninger på samme grund betragtes som én bygning med hensyn til opdeling i brandmæssige enheder, så som brandceller og brandsektioner, når afstanden mellem bygningerne er mindre end summen af de afstande, de enkelte bygninger skulle have til naboskel. I Tabel 4.2 er kravene til udvendige vægoverflader med en eventuel regnskærm givet, samt bygningernes indbyrdes afstande, for at disse betragtes som to selvstændige bygningsafsnit. Figur 4.2 illustrerer afstanden mellem bygninger på samme grund, afhængig

af de udvendige overflader. Der henvises i øvrigt til afsnit 4.2.4 for klassifikationer af udvendige vægoverflader.

UDKAST

Table 4.2 Pre-accepted solutions on execution of external surfaces for protection against fire spread between buildings on the same plot, so that they can be regarded as two independent building sections. Applicable for buildings where the floor in the top floor is at most 22 meters above ground level. All classifications are minimum requirements.

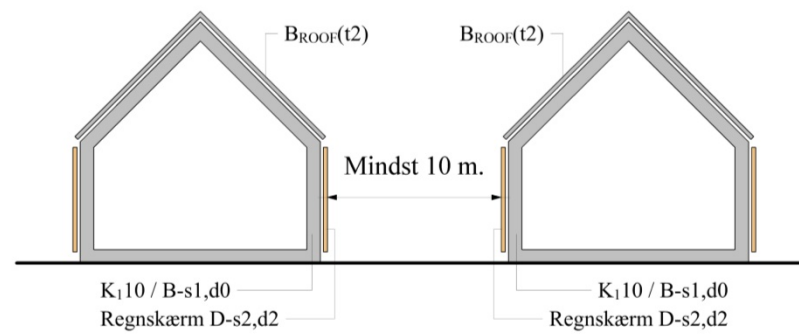
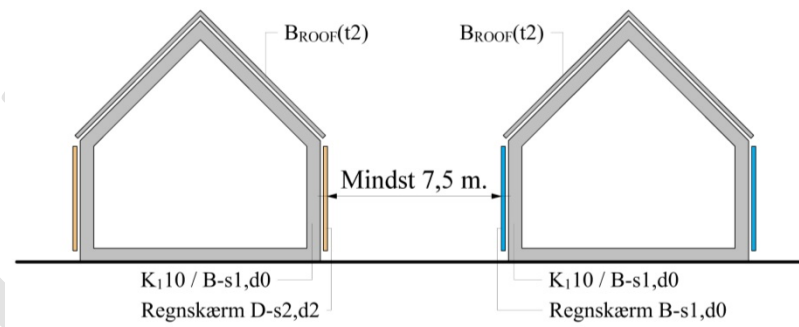
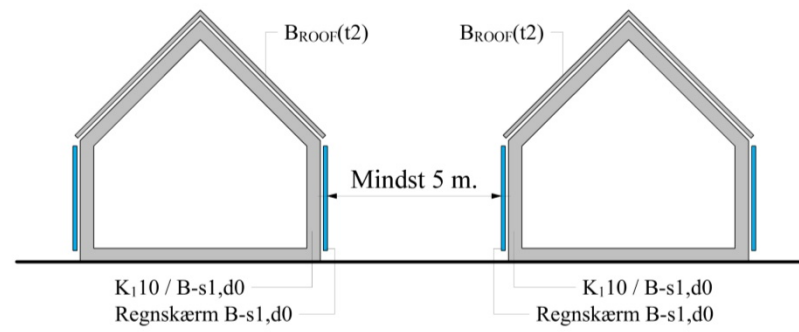
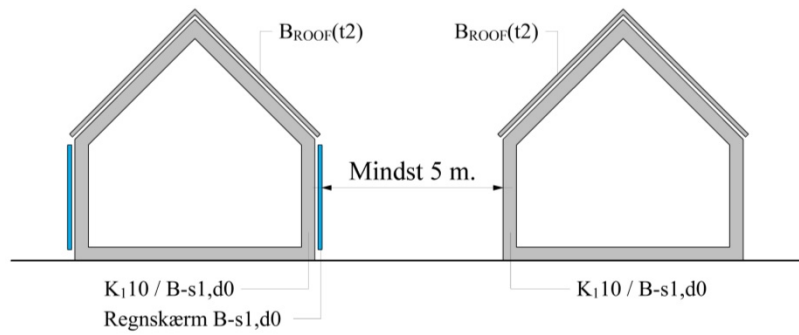
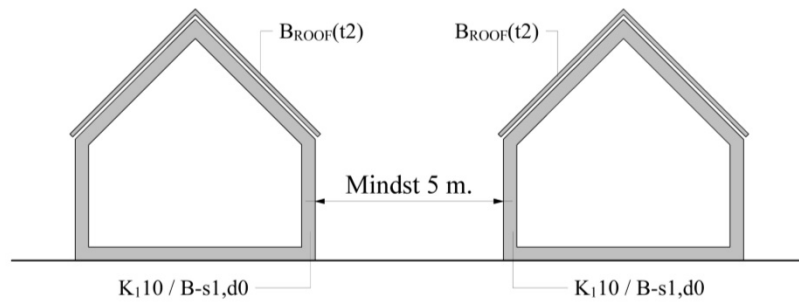
Udvendige vægoverflader*	Regnskærm på undervisningsbygning	Regnskærm på andre bygninger på samme grund	Minimumsafstand fra undervisningsbygning til bygninger på samme grund
Beklædning klasse K ₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	-	-	5,0 m
	Materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale]	Materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale]	5,0 m
	Materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale]	Materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]	7,5 m
	Materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]	Materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]	10 m
Brandsektion**	-	-	Ingen afstandskrav
Brandvæg***	-	-	Ingen afstandskrav

* Udvendige vægoverflader på undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste er højst 22 meter over terræn, kan udføres med tillægsklasse for røgproduktion som s2. Her gælder, at udvendige vægoverflader enten udføres som mindst beklædning klasse K₁ 10 / B-s2,d0 uden montering af regnskærm eller vægoverflade udføres med regnskærm som mindst materiale klasse B-s2,d0 med bagvedliggende beklædning som mindst beklædning klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklægning]. Det er således kun den yderste del af vægoverfladen som kan udføres med tillægsklasse s2.

** Brandsektioner udføres i overensstemmelse med afsnit 4.2.6.1. Kan udføres med regnskærm som materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale].

*** Brandvæg udføres i overensstemmelse med afsnit 4.2.6.5. Kan udføres med regnskærm som materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale].

Undervisningsbygninger med glasfacader skal for at hindre brandspredning mellem bygninger på egen grund udføres med indbyrdes afstand på mindst 10 meter. Hvis begge bygninger er sprinklet kan afstanden reduceres til mindst 5 meter. For bygninger med glasfacader kan der udføres en nærmere vurdering af risikoen for brandspredning, hvis der ønskes en mindre afstand end henholdsvis 5 eller 10 meter mellem bygningerne for at fastsætte den nødvendige afstand. En sådan vurdering er ikke omfattet af de præ-accepterede løsninger i brandklasse 2.



4.2.3 Isoleringsmaterialer

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 99 at i tilfælde af brand skal bygninger og bygningsdele have en tilstrækkelig brandmodstandsevne. Isoleringsmaterialer skal anvendes med de begrænsninger, som materiale klassen for isoleringsmaterialerne giver.

Ved et isoleringsmateriale forstås i denne sammenhæng ethvert materiale, der har en densitet, som er mindre end 300 kg/m^3 . Dette afsnit omfatter ikke andre plastbaserede byggevarer end de egentlige isoleringsmaterialer, f.eks. ikke eldåser og -rør, faldstammer, ventilationsdele, kabelisolering, montageskum og lignende.

Når der anvendes isoleringsmaterialer, er det vigtigt, at de anvendes på en sådan måde, at det ikke medfører en øget brandrisiko.

Der stilles ikke krav til isoleringsmaterialer som anvendes i terrændæk og krybekælderdek, uanset bygningshøjden.

4.2.3.1 Isolering materiale mindst klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale]

Isoleringsmaterialer, der mindst opfylder kravene til materiale klasse A2- s1,d0 [ubrændbart materiale] kan anvendes uden begrænsninger, i undervisningsbygninger hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn.

4.2.3.2 Isolering materiale mindst klasse B-s1,d0 [klasse A materiale]

Isoleringsmaterialer, der mindst opfylder kravene til materiale klasse B-s1, d0 [klasse A materiale] anvendes uden begrænsninger, i undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn.

4.2.3.3 Isolering materiale mindst klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]

Isoleringsmaterialer, der mindst opfylder kravene til materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] anvendes med de begrænsninger, der i den konkrete sammenhæng gælder for alle andre materialer, under hensyn til bygningens højde, bærende konstruktioner, brandmæssige adskillelser og anvendelse af bygningsdele.

For undervisningsbygninger hvor gulv i øverste etage er mere end 5,1 meter over terræn, med isoleringsmateriale ringere end materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale], skal de bærende konstruktioner udføres som mindst materiale klasse A2-s1,d0 [klasse A materiale], jf. afsnit 3.2.2 for bærende konstruktioner.

4.2.3.4 Isolering ringere end materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]

Isoleringsmaterialer, der ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] må anvendes i undervisningsbygninger hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn under de forhold, der er beskrevet i Tabel 4.3, under hensyn til bygningens højde, bærende konstruktioner, brandmæssige adskillelser og anvendelse af bygningsdele.

For bygninger, hvor gulv i øverste etage er mere end 5,1 meter over terræn, med isoleringsmateriale ringere end materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale], skal de bærende konstruktioner udføres som mindst materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale], jf. afsnit 3.2.2 for bærende konstruktioner.

Tagkonstruktioner med isoleringsmateriale som ikke mindst er materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale] skal udføres med mindst tagdæknings klasse $B_{\text{ROOF}}(t_2)$ [klasse T

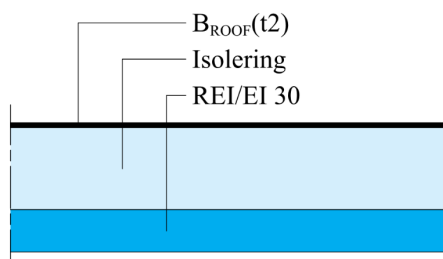
tagdækning], gældende for alle undervisningsbygninger hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn.

UDKAST

Tabel 4.3 Præ-accepterede løsninger på anvendelse af isoleringsmaterialer som ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], i undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn. Alle klassifikationer er minimumskrav.

Anvendelse af isoleringsmaterialer som ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]	
Etageadskillelse	
<p>Isoleringsmateriale som ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] anvendes ovenpå etageadskillelser, som er mindst bygningsdel klasse REI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60]</p>	
Vægge	
<p>Isoleringsmateriale som ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] anvendes i vægge, hvis isoleringsmaterialet på begge sider af en lodret bygningsdel er afdækket med mindst bygningsdel klasse REI/EI 30 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 30]</p>	
Vægge i bygninger hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 meter over terræn	
<p>Isoleringsmateriale som ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] i bygninger hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 meter over terræn er afdækket med mindst beklædning klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning] langs begge sider af en lodret bygningsdel og langs undersiden af en vandret eller skråtstillet bygningsdel, såfremt der ikke er hulrum mellem isoleringsmaterialet og beklædningen.</p>	
<p>Isoleringsmateriale som ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] i bygninger hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 meter over terræn er afdækket med mindst bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30] langs begge sider af en lodret bygningsdel og langs undersiden af en vandret eller skråtstillet bygningsdel.</p>	
Tagkonstruktion	

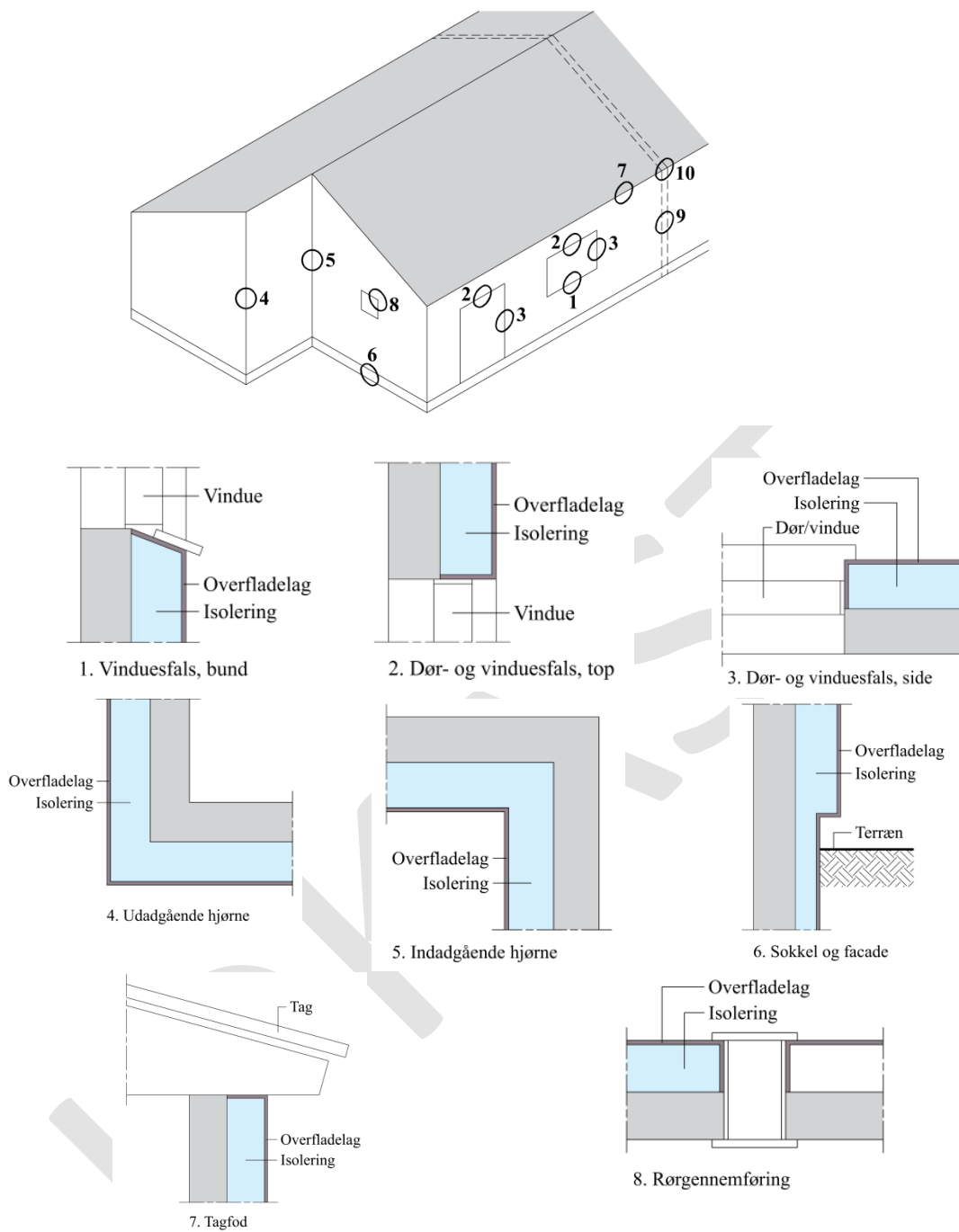
Isoleringsmateriale som ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] anvendes i tagkonstruktioner, såfremt den underliggende del af tagkonstruktionen er mindst bygningsdel klasse REI/EI 30 [BD-bygningsdel 30] og afsluttet med tagdækning klasse $B_{ROOF}(t2)$ [klasse T tagdækning]



4.2.3.5 Inddækning af isoleringsmaterialer

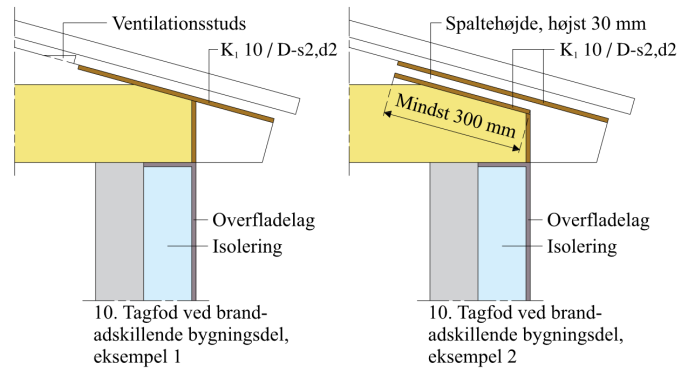
Ved brug af isoleringsmaterialer, der ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], er det generelt vigtigt at være opmærksom på, at isoleringsmaterialet inddækkes langs alle bygningsdelenes flader både lodret og vandret, så isoleringsmaterialet ingen steder er blotlagt. Det er særligt vigtigt langs bygningsdelenes kanter og langs åbninger i bygningsdelene, for eksempel langs sokkel og langs åbninger til vinduer og døre, men også ved udtag til ventilation mv.. Figur 4.3 viser eksempler på områder, hvor det bl.a. er vigtigt, at der ved monteringen sker en forsvarlig inddækning.

Facadesystemer skal monteres, som beskrevet i monteringsanvisningen fra leverandøren.



Figur 4.3 Præ-accepterede løsninger, hvor det er vigtigt at sikre, at inddækningen af isoleringsmaterialet, som ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], er korrekt udført.

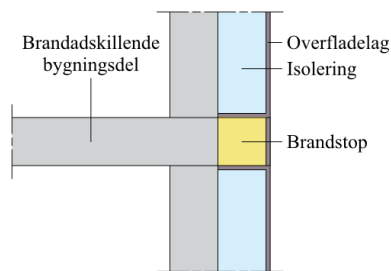
Ved ventilerede tagrum skal der tillige sikres en forsvarlig inddækning, jf. Figur 4.4.



Figur 4.4 Ventilerede tagrum – præ-accepterede løsninger på inddækning af isoleringsmateriale, som ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], ved tagudhæng. Alle klassifikationer er minimumskrav.

4.2.3.6 Udvendig isolering

For undervisningsbygninger gælder det, at udvendig isolering med isoleringsmateriale, som ikke mindst er materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale] skal afbrydes med brandstop for hver brandcelle-/ brandsektionsafgrænsende væg eller etageadskillelse. Brandstoppet kan udføres med fastholdt isoleringsmateriale, som mindst er klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale]. Brandstoppet udføres, så det sikres, at der ikke sker brandspredning fra en brandmæssig enhed til en anden inden for den tid den brandmæssige adskillelse imellem de to brandmæssige enheder er udført som – f.eks. 60 minutter. Brandstoppet skal udføres i en bredde svarende til den adskillende vægs bredde, se Figur 4.5.



Figur 4.5 Brandstop ved brandcelle-/brandsektionsafgrænsende væg eller etageadskillelse, når udvendigt isoleringsmateriale ikke mindst er materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale]. Alle klassifikationer er minimumskrav.

Til udvendig isolering af fritliggende undervisningsbygninger i risikoklasse 2 er det tillige muligt at anvende isoleringsmateriale, der ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], afsluttet med et pudssystem eller tilsvarende udvendige overfladelag, som for eksempel natursten, keramik, mursten, beton og letbeton. Leverandøren skal kunne dokumentere at overfladelag og isolering er prøvet som et samlet facadesystem og at systemet kan overholde følgende kriterier ved prøvning efter den svenske brandprøvningsmetode SP FIRE 105:

- Brandspredning på overfladen samt i væggen skal begrænses til underkant vinduet 2 etager over brandrummet.
- Der må ikke falde store dele ned, f.eks. store pudsstykker, plader eller lignende, som kan udgøre en fare for personer under evakuering eller for redningsmandskabet.
- Der må ikke opstå flammer udvendigt, som kan give anledning til antændelse af tagudhæng beliggende over vinduet 2 etager over brandrummet. Røggastemperaturen umiddelbart under tagudhængen må ikke overstige 500 °C i en

sammenhængende periode i mere end 2 minutter eller 450 °C i mere end 10 minutter.

Det skal sikres, at overfladerne på systemer med isoleringsmaterialer, der ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] er robuste overfor de oftest forekommende belastninger, så sandsynligheden for at der opstår skader, som forringer brandsikkerheden minimeres. Systemernes robusthed skal eftervises af leverandøren, ved anvendelse af ISO 7892: 1988, Vertical building elements – Impact resistance tests – Impact bodies and general test procedures, som beskrevet i ETAG 004: 2000 Guideline for European technical approval of external thermal insulation composite systems with rendering.

Ved montage af isoleringsmateriale, der ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] skal risikoen for antændelse af isoleringsmaterialet minimeres. Isoleringsmaterialet skal derfor løbende afdækkes under byggeprocessen og eventuelle antændelseskilder holdes under kontrol.

4.2.4 Udvendige overflader på vægge og tag

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 117, at ydervægge og tage skal projekteres og udføres, så det sikres:

- 1) At brandspredning i og på ydervægge og tage begrænses.
- 2) At der i bygninger med flere end en brandmæssig enhed ikke sker brandspredning mellem de forskellige brandmæssige enheder via ydervægge og tage i den tid, som er nødvendig for evakuering og redningsberedskabets indsats.
- 3) At ydervægge ikke udvikler uacceptable mængder af brændende dråber og partikler.
- 4) At der ikke sker nedfald af dele af ydervæggen, som kan medføre risiko for skade på personer.

De brandmæssige krav til udvendige overflader afhænger ud over af bygningens afstand til skel mod nabo, vej eller sti og af indbyrdes fri afstand mellem bygninger, også af bygningens højde. Alle udvendige vægoverflader på en bygning skal mindst udføres med en beklædning klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]. Uden på beklædningen kan der monteres en regnskærm.

Udvendige overflader skal derfor udføres iht. Tabel 4.4, herunder udvendige vægoverflader og regnskærme samt tagdækning.

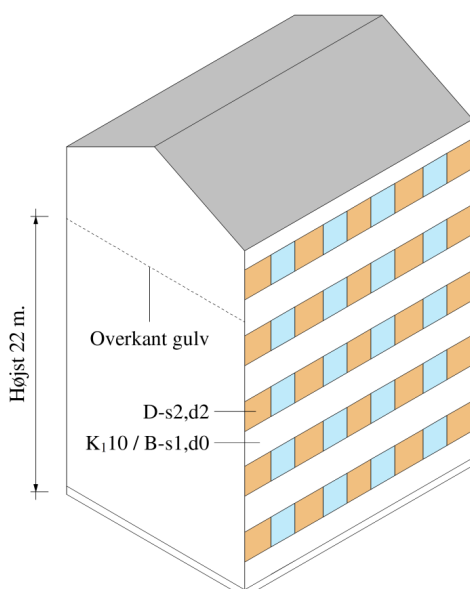
Tabel 4.4 Præ-accepterede løsninger på udførelse af udvendige vægoverflader og tagdækning iht. undervisningsbygningens højde. Alle klassifikationer er minimumskrav.

Bygningsdel	Brandteknisk klassifikation	Generelle krav til udvendige overflader på bygninger
Ydervægge	Beklædning klasse K ₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]*	Alle bygninger
Regnskærm	Materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]	Bygninger med 1 etage (RK2) Bygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 5,1 m over terræn, hvis undervisningsbygningen er sprinklet
	Materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale]*	Bygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 22 m over terræn Mindre partier med et samlet areal på højst 20 % af ydervæggens areal må udføres med regnskærm som mindst materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]. Partierne

Bygningsdel	Brandteknisk klassifikation	Generelle krav til udvendige overflader på bygninger
		placeres, så risikoen for brandspredning fra en brandmæssig enhed til en anden enhed minimeres, se Figur 4.6.
Tagdækning	Tagdækning klasse B _{ROOF} (t2) [klasse T tagdækning]	Alle bygninger

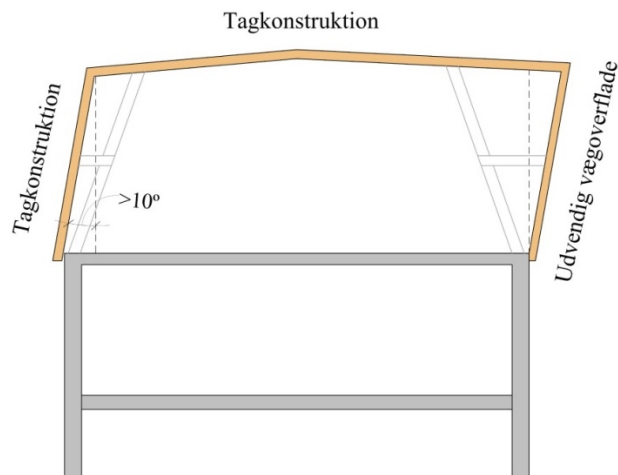
* Udvendige vægoverflader på undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste er højst 22 meter over terræn, kan udføres med tillægsklasse for røgproduktion som s2. Her gælder, at udvendige vægoverflader enten udføres som mindst beklædning klasse K₁ 10 / B-s2,d0 uden montering af regnskærm eller vægoverflade udføres med regnskærm som mindst materiale klasse B-s2,d0 med bagvedliggende beklædning som mindst beklædning klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]. Det er således kun den yderste del af vægoverfladen som kan udføres med tillægsklasse s2.

Der stilles normalt ikke krav til reaktion på brand egenskaberne for døre, vinduesrammer og karme. En undtagelse herfra er, hvor det er foreskrevet, at dør, vinduesramme og karm skal bestå af produkter, der mindst er materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale].



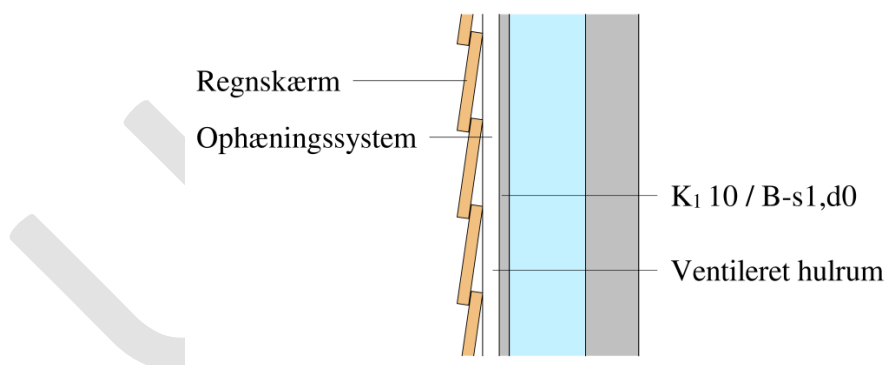
Figur 4.6 Præ-accepteret løsning på mindre dele af ydervæggens areal udført med regnskærm, mindst som materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]. Det samlede areal må højst udgøre 20 % af ydervæggens areal. Alle klassifikationer er minimumskrav.

En skrånende facade på øverste etage defineres brandmæssigt som vægoverflade eller tagkonstruktion afhængigt af hældningen. En udad skrånende facade betragtes altid som en udvendig vægoverflade, mens en indad skrånende facade betragtes som et tag såfremt facaden hælder med mere end 10 grader, jf. Figur 4.7.

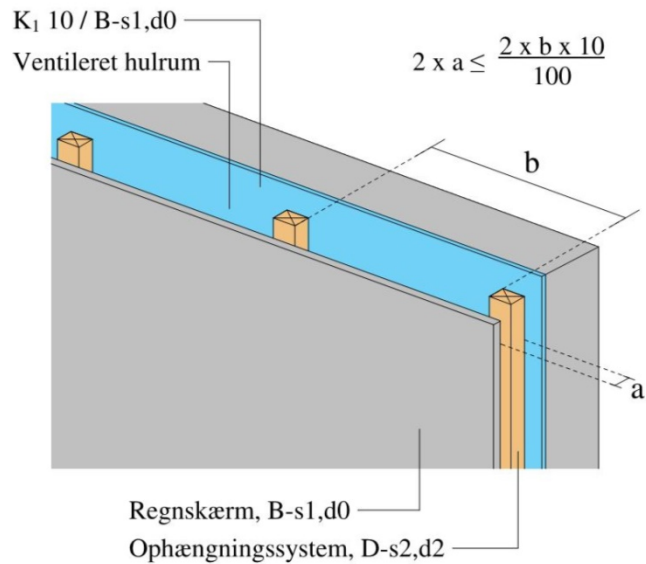


Figur 4.7 Definition af skrående facade som hhv. udvendig vægoverflade og tagkonstruktion, gældende for øverste etage.

Der er ofte et ønske om at anbringe en regnskærm uden på en udvendig vægoverflade med mindst beklædning klasse $K_1 10 / B-s1, d0$ [klasse 1 beklædning]. En regnskærm har et bagved liggende ventileret hulrum, se Figur 4.8. Ophængningssystemet for en regnskærm betragtes som en del af regnskærmen. En regnskærm kan, alt efter udførelsen, medføre en øget risiko for brandspredning. Risikoen for brandspredning skal reduceres ved, at regnskærmen (inklusive ophængningssystemet) udføres af materiale klasse som anført i Tabel 4.4. For undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn, må ophængningssystemet dog udføres af materiale mindst som materiale klasse D-s2, d2 [klasse B materiale], hvis ophængningssystemets frie overflade udgør højst 10 % af den samlede overflade i det ventilerede hulrum. Den frie overflade for ophængningssystemet skal beregnes som angivet på Figur 4.9.



Figur 4.8 Regnskærm uden på ydervæg, med ventileret hulrum. Alle klassifikationer er minimumskrav.



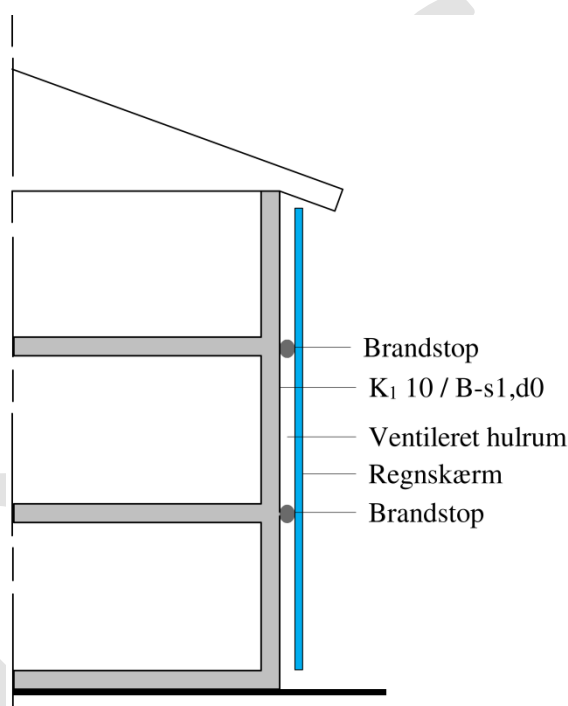
Figur 4.9. Beregningsmetode til den frie overflade for en regnskærms ophængningssystem. Alle klassifikationer er minimumskrav.

Når en regnskærm anvendes uden på en ydervæg med beklædning mindst som klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning], i overensstemmelse med Tabel 4.4, skal det ventilerede hulrum bag regnskærmen iagttages mod brandspredning mellem undervisningsbygningens brandcelle- og brandsektionsafgrænsende bygningsdele. Ved anvendelse af en tæt/åben regnskærm, udført efter Tabel 4.5, skal hulrum ved brandadskillelserne afbrydes med brandstop, som vist på Figur 4.10. For meget åbne regnskærme, udført efter Tabel 4.5 kan brandstop undlades.

Et brandstop er en konstruktiv detalje der hindrer at brand kan sprede sig via hulrum ud for en anden brandcelle. Brandstoppet må udføres af et fastholdt isoleringsmateriale, der opfylder kravene til materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale] eller træ eller træbaserede plader med densitet på mindst 400 kg/m³, som hindrer brandspredning mellem hulrum.

Tabel 4.5. Præ-accepterede løsninger på regnskærme som hhv. tæt/åbne og meget åbne

Regnskærm	
Tæt/Åben	Meget åben
Metal- og pladebeklædninger Træbeklædning som: <ul style="list-style-type: none"> • 1 på 2 profileret • Bræddebeklædning • Klinkbeklædning Skærmtegl med stødsamlinger Naturskiffer med stødsamlinger	Trækmetalbeklædninger Pladebeklædninger med åbne samlinger både lodret og vandret Træ- og metallameller, Perforerede plader Risteværk Espalier



Figur 4.10 Brandstop på udvendig vægoverflade med regnskærm, med ventilationsåbning svarende til tæt/åben jf. Tabel 4.5. Alle klassifikationer er minimumskrav.

4.2.5 Risiko for antændelse

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 107, at større fyringsanlæg skal placeres i selvstændige brandmæssige enheder med adgang direkte til det fri for at mindske risikoen for brandspredning.

Større fyringsanlæg (piller, halm mv.) er defineret som en nominal ydelse større end 120 kW, dog 400 kW for olie- og gasfyrede anlæg. jf. Bygningsreglement 2018, kap. 8, § 307/308. Den brandmæssige enhed skal udføres med vægge og etageadskillelser mindst som bygningsdel klasse EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60] og med branddøre som angivet i afsnit 2.2.6. Der skal desuden være adgang direkte til det fri.

Ventilationsanlæg skal udføres, så det sikres at rørgennemføringer, kanaler og lignende foranstaltninger til bortledning af varm røg ikke bidrager til antændelse af bygningsdele, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 106.

4.2.6 Inddeling i brandmæssige enheder samt brandadskillende bygningsdele

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 111 at bygninger skal opdeles i en eller flere brandmæssige enheder. Opdelingen i brandmæssige enheder skal sikre at flugtvejene kan anvendes i den tid som er nødvendig for evakuering og redning af personer, og så der ikke sker væsentlig brandspredning. En bygning skal derfor inddeles i selvstændige brandsektioner og brandceller. Endvidere skal det sikres at en brand ikke kan sprede sig fra én brandmæssig enhed til en anden jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 115.

Hvis der i en undervisningsbygning er bygningsafsnit henført til forskellige anvendelseskategorier skal disse udgøre selvstændige brandmæssige enheder svarende til selvstændige brandsektioner jf. Bygningsreglement 2018, kap 5, § 112 og 113. Undervisningsbygninger med flere anvendelseskategorier er ikke yderligere beskrevet i denne vejledning og der henvises til *Bygningsreglementets vejledning om brand* samt *Bygningsreglementets vejledning om indplacering i brandklasse, risikoklasser og anvendelseskategorier* samt afsnit 1.2.

4.2.6.1 Brandsektioner

De bygningsdele som afgrænser en brandsektion skal udføres med en brandmodstandsevne, som mindst bygningsdel klasse EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60] eller alternativt mindst som bygningsdel klasse EI 60 / D-s2,d2 [BD-bygningsdel 60] udført med mindst beklædning klasse K₂ 60 / A2-s1,d0 [60 minutters brandbeskyttelsessystem] afhængigt af undervisningsbygningens højde til gulv i øverste etage.

Præ-accepterede løsninger på bygningsafsnit, som skal udføres som selvstændige brandsektioner, er:

- Et eller flere undervisningsrum med tilhørende gange, depotrum og andre lokaler med direkte tilknytning til de pågældende undervisningsafsnit
- Kælderetager
- Større fyringsanlæg¹
- Flugtvejstrapper
- Sprinklercentraler

¹Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 107, at større fyringsanlæg skal placeres i selvstændige brandmæssige enheder med adgang direkte til det fri for at mindske risikoen for brandspredning, jf. afsnit 4.2.5.

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 126, litra 3, at undervisningsbygninger indrettes, så der er mulighed for at gennemføre en forsvarlig rednings- og slukningsindsats. For at en brand kan begrænses til den brandmæssige enhed, hvor branden er opstået, skal bygninger og bygningsafsnit opdeles i brandsektioner. I Tabel 4.6 er givet en række præ-accepterede løsninger for, hvordan en undervisningsbygning kan sektioneres, under hensyntagen til anvendelse og størrelse.

Tabel 4.6 Præ-accepterede løsninger for udførelse af brandsektionsadskillelser og brandsektionsstørrelser for undervisningsbyggeri. Alle klassifikationer er minimumskrav.

BRANDMODSTANDSEVNE OG STØRRELSE FOR BRANDSEKTIONSADSKILLELSER		
	Maksimalt areal (m ²) af usprinklet brandsektion	Maksimalt areal (m ²) af sprinklet brandsektion
Risikoklasse 2 - Bygninger med 1 etage		
Bygningsdel klasse EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60] Eller Bygningsdel klasse EI 60 / D-s2,d2 [BD-bygningsdel 60] udført med beklædning klasse K ₂ 60 / A2-s1,d0 [60 minutters brandbeskyttelsessystem]	2.000	10.000
Risikoklasse 3 - Bygninger med mere end 1 etage, hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 meter over terræn		
Bygningsdel klasse EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60] Eller Bygningsdel klasse EI 60 / D-s2,d2 [BD-bygningsdel 60] udført med beklædning klasse K ₂ 60 / A2-s1,d0 [60 minutters brandbeskyttelsessystem]	1.000	10.000
Risikoklasse 3 – Bygninger, hvor gulv i øverste etage er mere end 9,6 meter over terræn		
Bygningsdel klasse EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60]	1.000	10.000

4.2.6.1.1 Stabilitet af brandmæssige enheders vægge under brand

En brandmæssig enhed vil i tilfælde af brand blive påvirket på den ene eller den anden side alt efter, hvor branden er opstået. For at en brandcelle eller en brandsektion under brand skal kunne medvirke til at hindre brandspredning, er det vigtigt, at den udføres, så den bevarer sin stabilitet, uanset fra hvilken side adskillelsen brandpåvirkes.

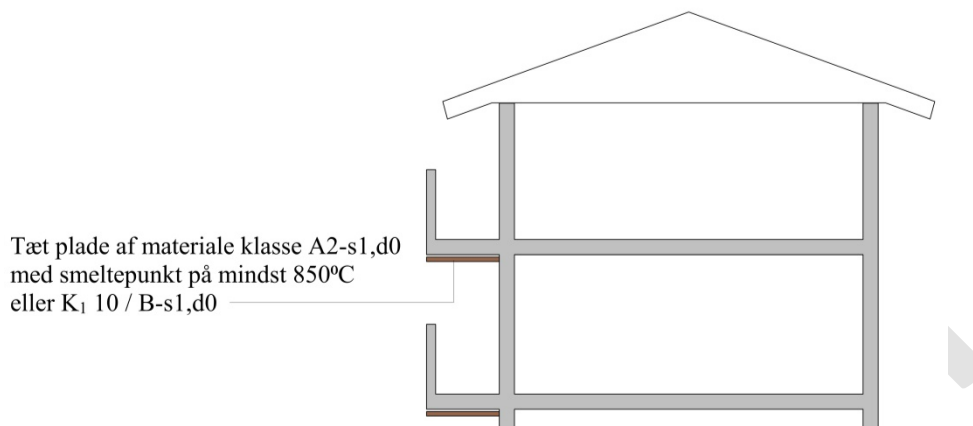
Sammenbygningen skal derfor udformes, så der er mulighed for udvidelse, så temperaturdeformationerne kan optages, uden at væggen bliver belastet, og uden at sammenbygningens integritet forringes. For en etageadskillelse/tagkonstruktion af beton og/eller stål sættes temperaturdeformationen (nedbøjningen) til 1/50 af etageadskillelsens/tagkonstruktionens spændvidde. For tilsvarende bygningsdele af træ sættes nedbøjningen til 1/100 af bygningsdelens spændvidde. Ved sammensatte konstruktioner må spændvidden bestemmes for den samlede konstruktion.

4.2.6.2 Lodret brandspredning

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 117, at ydervægge skal projekteres og udføres, så det sikres at der ikke sker brandspredning mellem de forskellige brandmæssige

enheder via ydervægge, i den tid, som er nødvendig for evakuering. Risikoen for vertikal brandspredning fra en underliggende brandmæssig enhed skal reduceres.

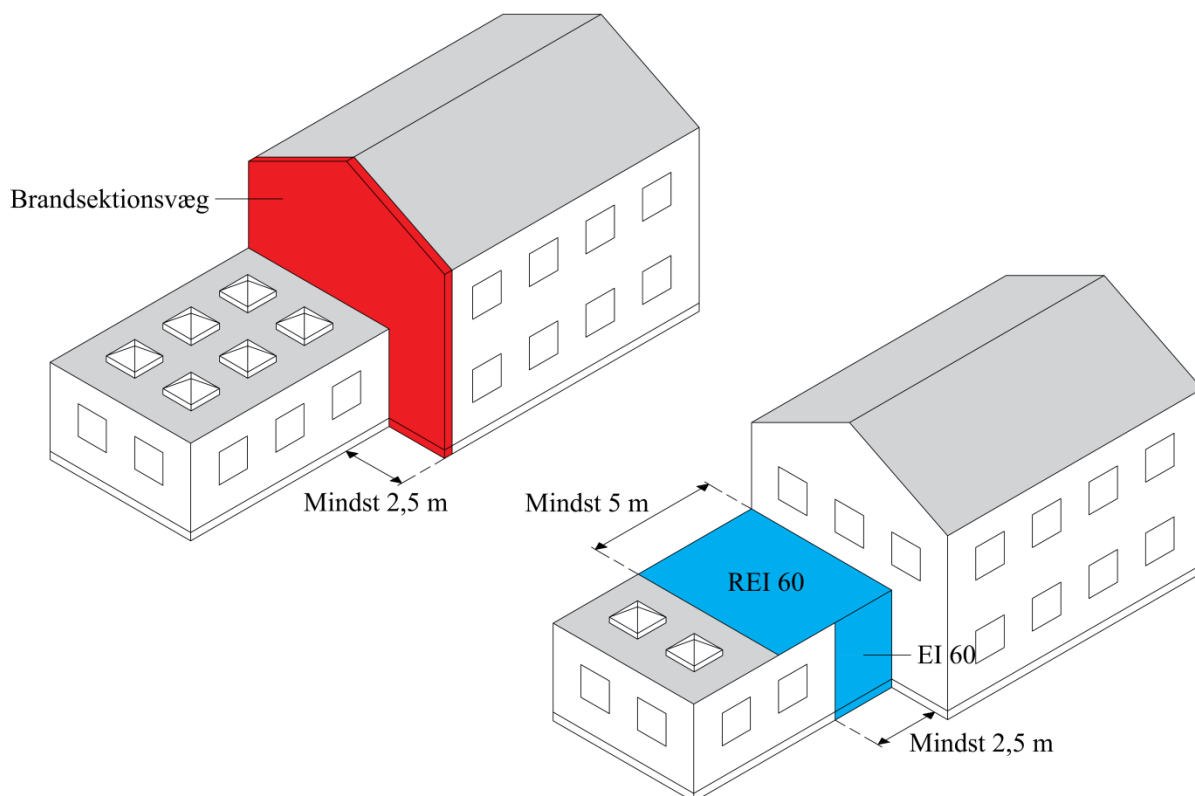
Ved altaner skal brandspredning fra underliggende etager hindres, se Figur 4.11. Dette sikres enten ved, at undersiden af altaner udføres med en tæt plade af materiale mindst materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale] med et smeltepunkt på mindst 850 grader, eller udføres mindst som beklædning klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning].



Figur 4.11 Altan som ikke mindst er materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale] skal sikres mod brandspredning fra underliggende etage. Alle klassifikationer er minimumskrav.

I undervisningsbygninger, hvor der ved brandsektionsadskillelsen er forskellig bygningshøjde, skal der sikres mod høj/lav brandsmitte, se Figur 4.12. Dette kan gøres ved at:

1. Brandsektionsvæggen føres op over tag på den højere undervisningsbygning og udføres uden åbninger i hele væggenes højde til tagniveau for den højere undervisningsbygning
2. Taget og tagets bærende konstruktion over den lavere undervisningsbygning udføres mindst som bygningsdel klasse REI 60 [BD-bygningsdel 60] uden åbninger inden for en afstand af mindst 5,0 m fra den højere undervisningsbygning.



Figur 4.12 Bygninger, hvor der ved brandsektionsvæggen er forskellig bygningshøjde (høj/lav brandsikring). Alle klassifikationer er minimumskrav.

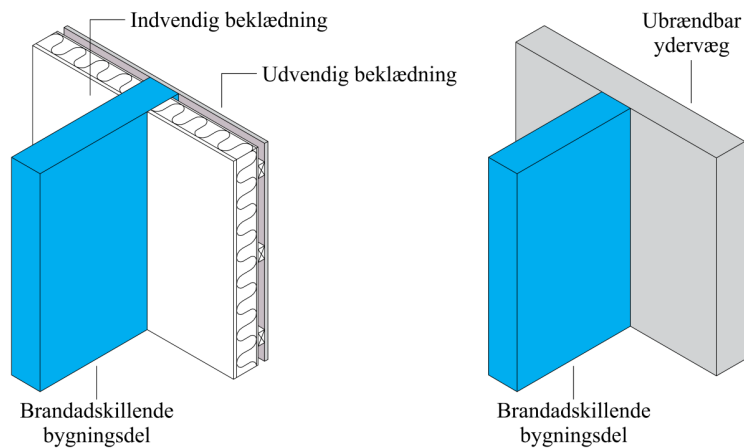
Ovenlys kan også medføre en risiko for brandspredning. Anvendes der ovenlys af materialer, som ikke mindst er materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale], skal placeringen og omfanget af ovenlysene vurderes i forhold hertil. Der må hverken placeres uklassificerede eller oplukkelige ovenlys i brandkammerstatninger eller hvor der er risiko for høj/lav brandsmitte, jf. Figur 4.12.

4.2.6.3 Vandret brandspredning/vinkelsmitte ved brandadskillelser

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 117 at der ikke må kunne ske brandspredning mellem forskellige brandmæssige enheder via ydervægge i den tid, som er nødvendig for evakuering og redning. Endvidere fremgår det af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 125 at der ikke må være risiko for brandspredning til bygninger på anden grund. Det skal derfor sikres, at en brand ikke kan sprede sig vandret rundt om de brandadskillende vægge, herunder brandsektioner og brandvægge.

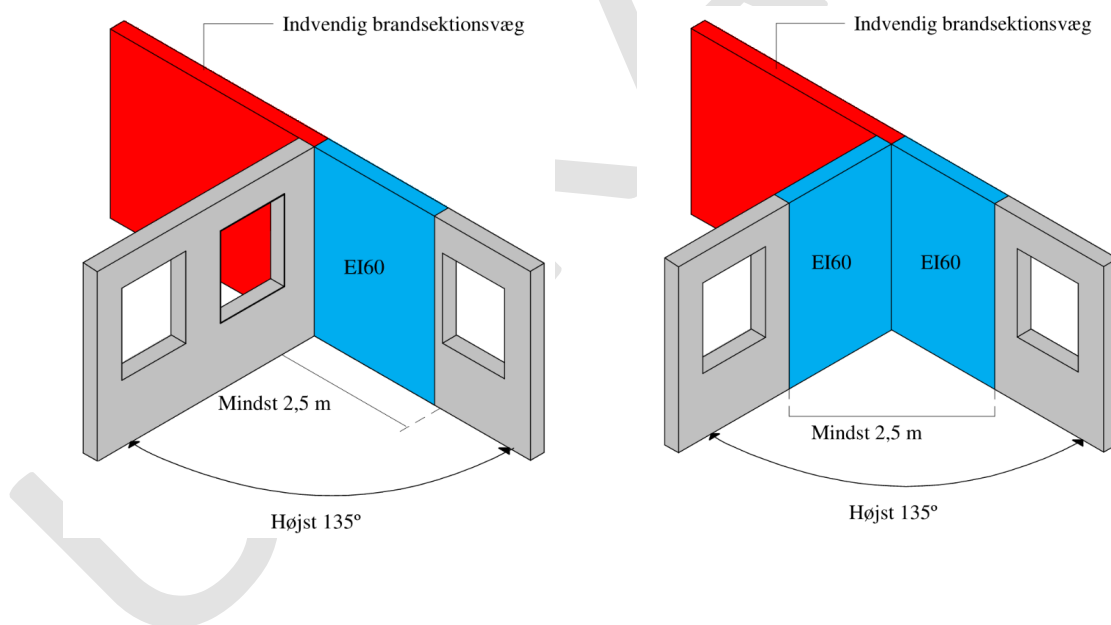
Vandret brandspredning rundt om de brandadskillende vægge, skal sikres ved ydervægsbeklædning, tagudhæng og lignende. Brandadskillende vægge skal derfor føres ud til indersiden af den udvendige beklædning. Ligeledes skal tagudhæng, altangangsoverdækninger mv., som passerer en brandadskillende væg, afbrydes eller på anden måde sikres ud for væggen.

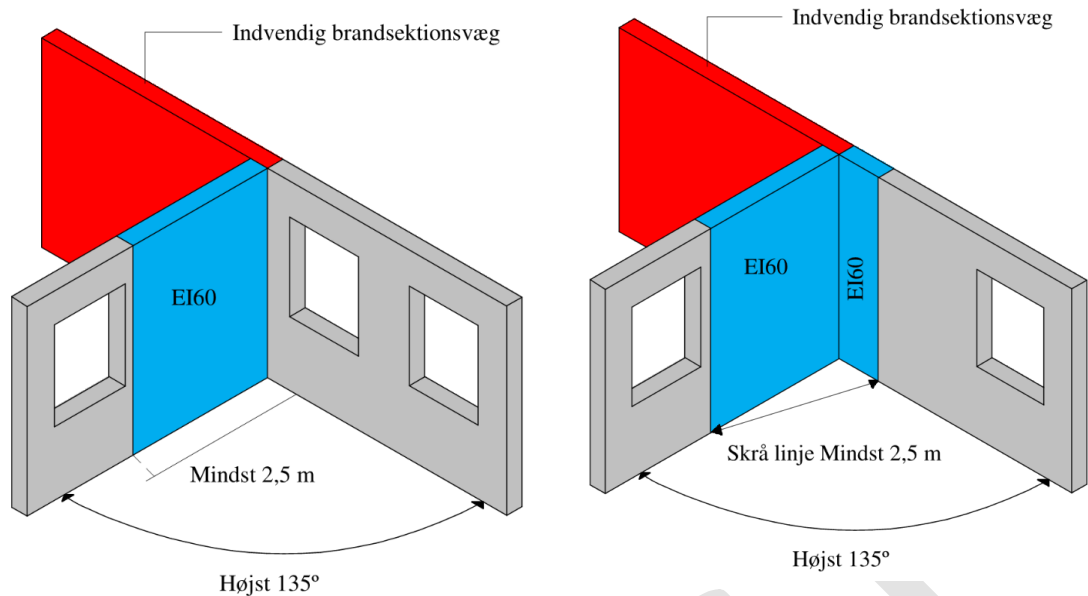
Brandspredning via ydervæggen begrænses ved brandadskillelserne på den måde, at brandadskillelserne ved en ydervæg af materiale af mindst klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale] sammenbygges med denne, se højre figur i Figur 4.13. Ved ydervægge af materialer, som ikke er materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale], skal adskillelsen føres frem til indersiden af den udvendige beklædning, se venstre figur i Figur 4.13.



Figur 4.13 Sammenbygning af facade og brandadskillende bygningsdel, hvor den brandadskillende væg føres frem til indersiden af den udvendige beklædning.

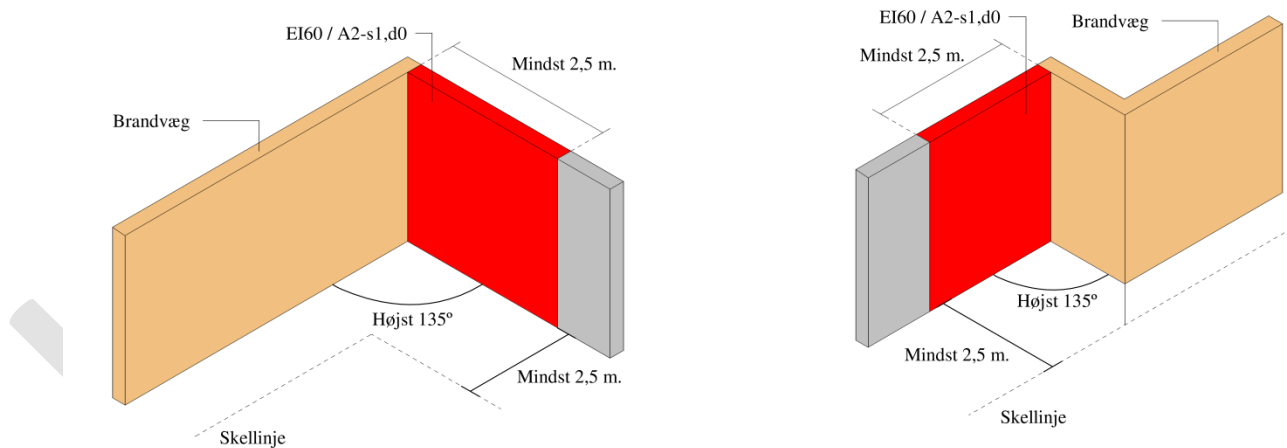
Hvis der ved brandsektionsafgrænsende vægge er mulighed for vinkelsmitte, udføres ydervæggene mindst som bygningsdel klasse EI 60 [BD-bygningsdel 60] uden åbninger, så vinkelsmitte ikke kan finde sted inden for en afstand af mindst 2,5 m fra sektionsafgrænsningen. Mulighed for vinkelsmitte kan være til stede, hvor vinklen mellem ydervæggene er mindre end 135°. De angivne 2,5 m skal måles enten langs en af facadelinjerne eller på skrå over hjørnet, svarende til Figur 4.14. Hvis der placeres et glasparti indenfor sikring mod vinkelsmitte må dette ikke kunne åbnes og det skal have samme brandmæssige egenskaber, som den væg hvori det monteres.





Figur 4.14 Sikring af vandret brandspredning/vinkelsmitte ved brandsektionsafgrænsende vægge. Alle klassifikationer er minimumskrav.

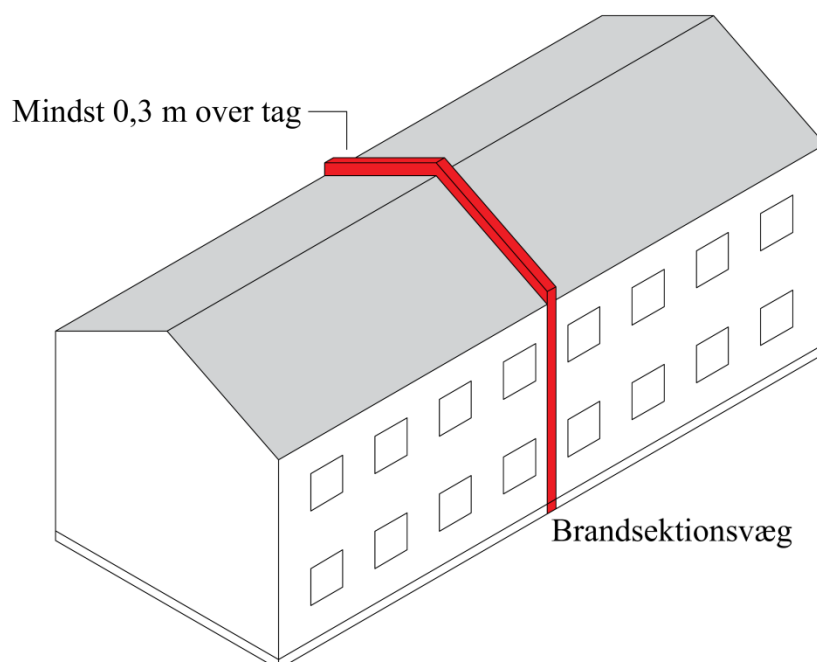
Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 125 angiver at der ikke må kunne ske brandspredning til bygninger på anden grund. Risiko for vandret brandspredning ved en brandvæg skal derfor sikres ved, at ydervæggene udføres mindst som bygningsdel klasse EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60] uden åbninger, så vinkelsmitte ikke finder sted inden for en afstand af 2,5 m fra brandvæggen. Vinkelsmitte kan være til stede, hvor vinklen mellem ydervæggene er mindre end 135°. De angivne 2,5 m skal måles enten langs en af facadelinjerne eller på skrå over hjørnet, se Figur 4.15.



Figur 4.15. Sikring af vandret brandspredning/vinkelsmitte ved brandvæg. Alle klassifikationer er minimumskrav.

4.2.6.4 Brandkam og brandkamserstatning

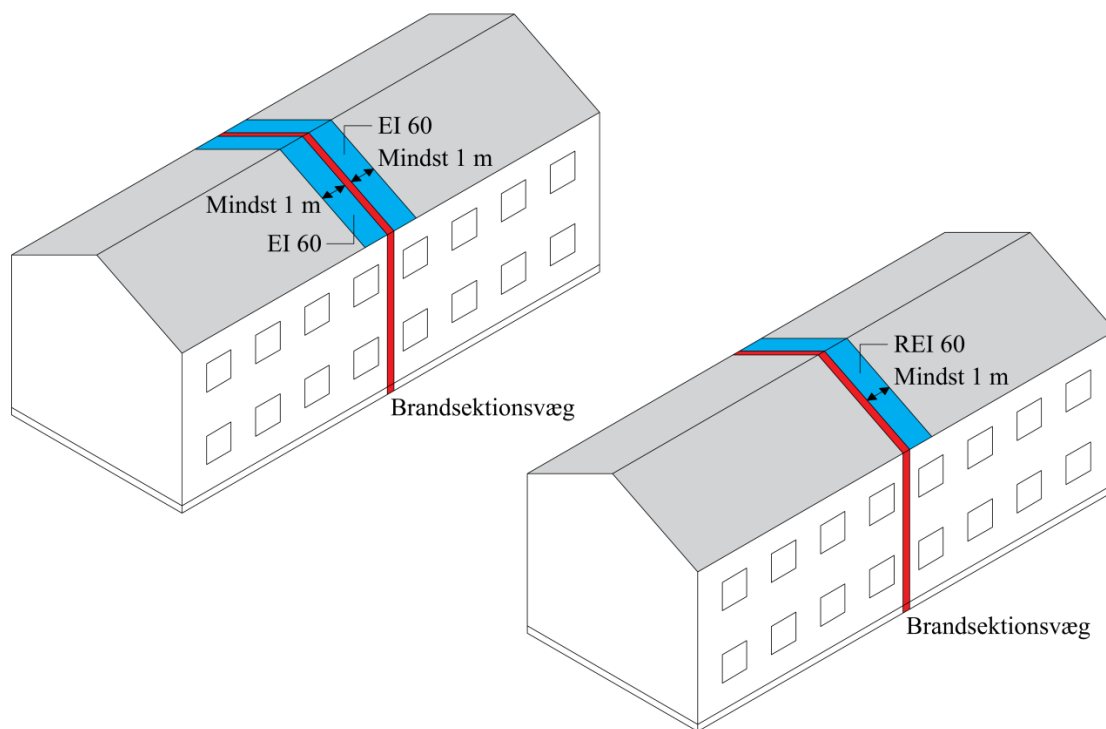
For at reducere risikoen for horisontal brandspredning over tag fra én brandsektion til en anden jf. Bygningsreglement 2018 kap. 5 § 117 litra 2, føres brandsektionsvægge op over taget med en forsvarligt afdækket brandkam udført som mindst bygningsdel klasse EI 60 / A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60], se Figur 4.16. Brandkammen skal have en højde på 0,3 m målt vinkelret på tagfladen, for at branden ikke kan springe over den.



Figur 4.16 Brandkam ved brandsektionsvæg for hindring af brandspredning over tag

Som alternativ til en brandkam kan undervisningsbygningen udføres med en brandkamserstatning, som er en sikring af tagkonstruktionen langs brandsektionsvæggen. Sikringen skal udføres mindst som en bygningsdel klasse EI 60 [BS-bygningsdel 60], der understøttes forsvarligt og fastgøres til væggen eller nærmeste spær.

Sikringen udføres enten langs begge sider af væggen i en afstand af mindst 1,0 m (dobbeltsidet brandkamserstatning) eller langs den ene side af væggen i en afstand af mindst 1,0 m (ensidet brandkamserstatning), som vist på Figur 4.17. De bygningsdele, som bærer en dobbeltsidet brandkamserstatning, udføres uden hensyn til deres brandmodstandsevne. Hvis der udføres ensidig brandkamserstatning, skal det sikres, at brandkamserstatningen ikke falder for tidligt ned i tilfælde af en brand inde i undervisningsbygningen. Derfor skal den ensidige brandkamserstatning udføres mindst som bygningsdel klasse REI 60 [BD-bygningsdel 60], og den del af tagkonstruktionen, der bærer den ensidige brandkamserstatning, skal udføres mindst som bygningsdel klasse R 60 [BD-bygningsdel 60].

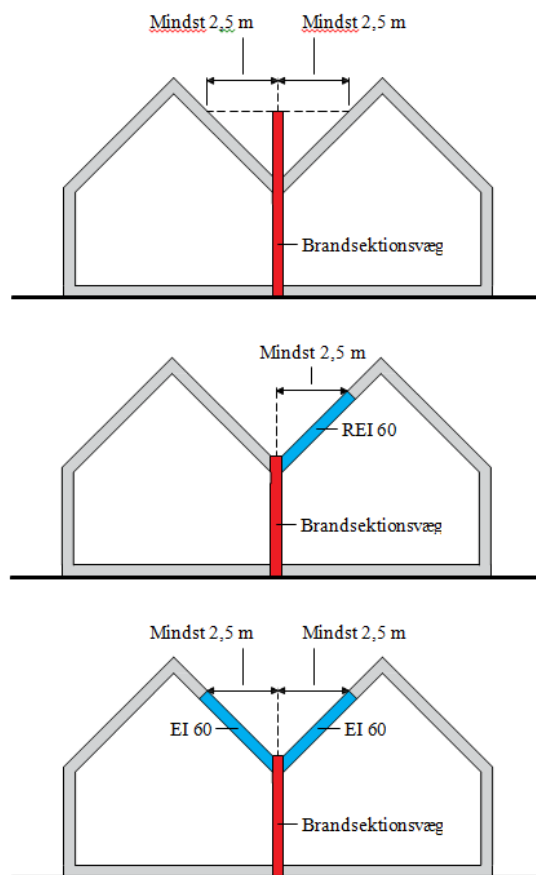


Figur 4.17 Brandkam og brandkamserstatning ved brandsektionsadskillelse for hindring af brandspredning over tag. Alle klassifikationer er minimumskrav.

I Figur 4.17 og Tabel 4.7 er der givet en række præ-accepterede løsninger for, hvordan brandkam eller brandkamserstatning i særlige tilfælde kan udføres ved forskellige bygningsudformninger.

Tabel 4.7 Præ-accepterede løsninger for udførelse af brandkamme og brandkamserstatninger

Undervisningsbygningens udformning	Brandkam	Brandkamserstatning
Undervisningsbygninger i 1 etage, hvor tagkonstruktionen ikke indeholder materialer, som er ringere end materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale], bortset fra tagdækninger samt lægter og spær	Brandkam kan udelades. Væggen føres op i tæt forbindelse med undersiden af den yderste tagdækning	Brandkamserstatning kan udelades. Væggen føres op i tæt forbindelse med undersiden af den yderste tagdækning
Undervisningsbygninger med tag med hældning højst 1:8 mod brandsektionsvæg	Brandkam med højde mindst 0,3 m over tagfladen	Kan udføres i mindst 1,0 m bredde langs begge sider af væggen (dobbeltsidet brandkamserstatning)
Undervisningsbygninger med tag med hældning større end 1:8 mod brandsektionsvæg (se Figur 4.18)	Brandkam så høj, at der opnås en vandret afstand på mindst 2,5 m mellem toppen af brandkammen og tagfladen	Så bred, at der opnås en vandret afstand på mindst 2,5 m fra brandkamserstatningen øverste punkt til brandsektionsvæggen på begge sider af væggen



Figur 4.18 Præ-accepterede løsninger for brandkam og brandkamserstatning for undervisningsbygninger med taghældning større end 1:8 mod brandsektionsvæg. Alle klassifikationer er minimumskrav.

Da risikoen for en større brand i et trapperum eller en elevatorskakte er begrænset, kan disse brandsektionsvægge udføres uden en brandkam eller brandkamserstatning. Væggene skal dog føres helt op og i tæt forbindelse med undersiden af tagdækningen (den yderste tagdækning). Trapperum, skakte mv., som ikke føres op i tæt forbindelse med den yderste tagdækning, skal afsluttes foroven med en vandret brandsektionsadskillelse.

Brandsektionsvægge som ikke afsluttes med brandkam, skal føres helt op i tæt forbindelse med undersiden af tagdækningen (den yderste tagdækning). Da brandspredning skal undgås, må undertaget ikke føres over eller igennem brandsektionsadskillende vægge, da undertaget medvirker til at sprede branden. For at hindre brandspredning via undertag, skal brandsektionsvæggen føres ubrudt gennem undertaget og videre op i tæt forbindelse med undersiden af tagdækningen (den yderste tagdækning), så undertaget bliver afbrudt.

4.2.6.5 Brandvæg

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 125 at der ikke må være risiko for brandspredning til bygninger på anden grund. Undervisningsbygninger der opføres nærmere naboskel, vej- eller stredte end 2,5 m, skal derfor udføres med brandvæg mod naboskel, vej eller sti for derved at sikre, at der ikke sker brandspredning til anden grund.

En brandvæg skal udføres mindst som bygningsdel klasse REI 120 / A2- s1,d0 [BS-bygningsdel 120]. Ligesom for brandsektionsvægge er det vigtigt, at en brandvæg under brand bevarer sin stabilitet, uanset fra hvilken side væggen brandpåvirkes.

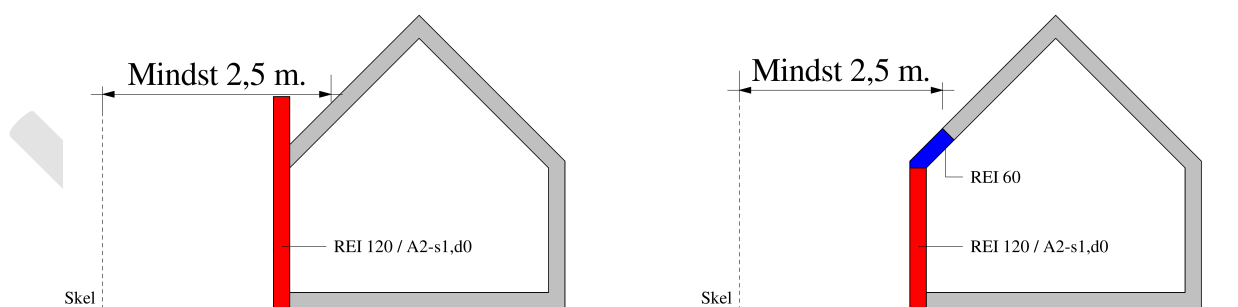
Bygningsdele og installationer må ikke indbygges i eller gennembryde en brandvæg uden at der tages højde for at væggenes brandmodstandsevne og stabilitet ikke forringes. Taglægter må dog føres ubrudt igennem brandvægge uden brandkam, når mellemrummet mellem

lægterne udfyldes med materiale mindst som materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale].

En brand må ikke kunne sprede sig over en brandvæg, da brandvæggen derved ikke opfylder sin funktion. Dette hindres ved, at væggen udføres med enten brandkam eller brandkamserstatning. På Figur 4.19 og i Tabel 4.8 er givet præ-accepterede løsninger for, hvordan brandkam og brandkamserstatning skal udføres for en brandvæg.

Tabel 4.8 Præ-accepterede løsninger for udførelse af brandkam og brandkamserstatning ved skel for en brandvæg. Alle klassifikationer er minimumskrav.

UNDERVISNINGSBYGNINGENS PLACERING	Brandkam	Brandkamserstatning
Undervisningsbygninger med tag med hældning højst 1:8 mod brandsektionsvæg	Brandkam med højde mindst 0,3 m over tagfladen	Kan udføres i mindst 1,0 meters bredde langs begge sider af væggen (dobbeltsidet brandkamserstatning)
Taget på en undervisningsbygning, som er nærmere naboskel, vej- eller stimidte end 2,5 m og med hældning større end 1:8 mod skel, vej eller sti, se Figur 4.19	Så høj, at der opnås en afstand på mindst 2,5 m fra skellet til tagfladen, når der måles vandret over toppen af brandkammen	Så bred, at der opnås en afstand på mindst 2,5 m fra skellet til tagfladen, når der måles vandret fra brandkamserstatningen øverste punkt. Brandkamserstatningen skal udføres mindst som bygningsdel klasse REI 60 [BD-bygningsdel 60], hvilket også omfatter den del af tagkonstruktionen, der bærer brandkamserstatningen



Figur 4.19 Brandvæg ved skel. Venstre side viser brandkam og højre side viser brandkamserstatning. Alle klassifikationer er minimumskrav.

En brandvæg må opføres i skel som en fælles brandvæg. Når en brandvæg opføres i skel, skal det sikres, at den ikke helt eller delvist fjernes af nogen af ejerne, og at der ikke foretages bygningsmæssig ændring ved den, uden at ejerne er enige herom. Dette sikres ved, at betingelserne for den fælles brandvæg tinglyses på de pågældende ejendomme.

4.2.6.6 Mindre brandsektioner – brandmæssig adskillelse af trapperum, elevatorskakte og porte mv. samt rum til installationer

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 116, at installations-skakte, trapperum, elevatorskakte og lignende, der forbinder flere brandmæssige enheder, skal brandmæssigt adskilles fra andre dele af undervisningsbygningen. Den brandmæssige adskillelse skal ske ved, at de udføres som selvstændige brandmæssige enheder. Følgende rum og skakte der forbinder flere brandmæssige enheder skal derfor udføres som selvstændige brandsektioner:

- Installations-skakte,
- Trapperum, elevatorskakte og lignende
- Rum for drivmaskineri og hydraulikpumper for elevatorer
- Porte, gennemgange og tilsvarende passager, der er flugtvej eller adgangsvej for redningsberedskabet

Trapperum, skakte mv., skal føres op i tæt forbindelse med den yderste tagdækning eller afsluttes foroven med en vandret brandsektionsadskillelse.

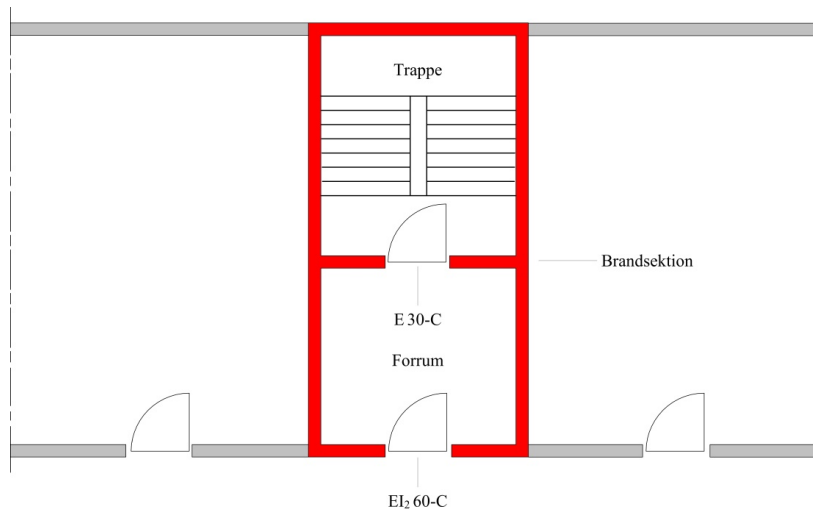
En elevatorskakt, som placeres i samme brandsektion som et trapperum, udføres mindst af materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale].

Etager med kælderfunktion har ofte en øget risiko for brand samtidig med, at der ofte er en stor brandbelastning grundet oplag. I undervisningsbygninger, hvor redningsberedskabet ikke kan nå alle redningsåbninger med håndstiger, dvs. når gulv i øverste etage er mere end 9,6 m over terræn, og hvor evakueringen derfor kan blive længerevarende, skal risikoen for brandspredning fra kælderetagen til trapperummet derfor minimeres. Dette kan ske ved, at adgang fra trapperum til kælder enten sker via det fri eller via luftsluse.

Trapperum, hvor gulv i øverste etage er mellem 9,6 og 22 meter over terræn, kan desuden føres i kælder, hvis adgangen fra kælder til trapperum sker gennem et forrum, uden brandbelastning, der er udført som en selvstændig brandsektion, se Figur 4.20. Dør mellem kælder og forrum udføres mindst som dør klasse EI₂ 60-C [BD-dør 60]. Døre mod trapperum udføres som anført i afsnit 2.2.6, hvor forrummet skal betragtes som en flugtvejsgang.

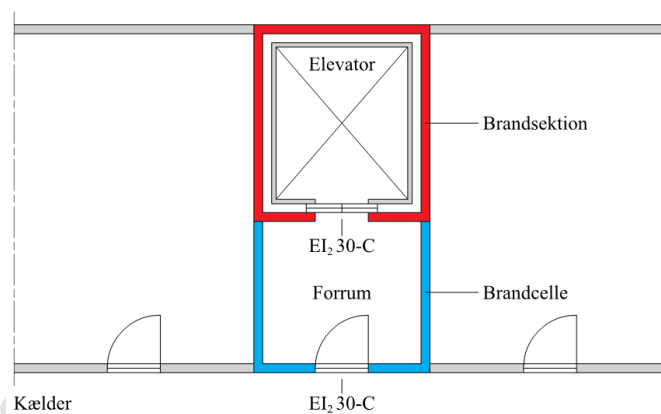
I undervisningsbygninger med sikkerhedstrappe, kan trappen føres i kælder under følgende forudsætninger for henholdsvis tryksat trapperum og sikkerhedstrappe med luftsluse:

- Når sikkerhedstrappen er udført med tryksætning af trapperummet skal der etableres forrum mellem det tryksatte trapperum og kælderen. Forrummet skal udføres som selvstændig brandsektion uden brandbelastning.
- I bygninger, hvor sikkerhedstrappen er udført med luftsluse på alle etager, kan der i kælder undlades forrum, da adgang til trapperum sker via luftslusen.



Figur 4.20. Præ-accepteret løsning på en trappe som er ført til kælder i en undervisningsbygning, hvor gulv i øverste etage er højst 22 meter over terræn. Alle klassifikationer er minimumskrav.

For at forhindre brandspredning mellem kælder og elevatorskakt skal adgang til elevator fra kælder ske gennem et forrum, uden brandbelastning, udført som en brandcelle med mindst døre klasse EI₂ 30-C [BD-dør 30] jf. Figur 4.21.



Figur 4.21. Adgang til kælder via forrum fra elevator.

4.2.6.7 Brandceller

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 111, at undervisningsbygninger skal opdeles i en eller flere brandmæssige enheder. Opdelingen i brandmæssige enheder skal sikre, at flugtvejene kan anvendes i den tid, der er nødvendig for evakuering og redning af personer i undervisningsbygningen, og så der ikke sker væsentlig brandspredning.

Der skal tages hensyn til såvel antændelsesmuligheder som til brandbelastning. Derfor skal hvert rum (eksklusiv toiletter og lignende) i et bygningsafsnit som minimum udgøre en selvstændig brandcelle. Den enkelte brandcelle skal indrettes på en sådan måde, at det er let at orientere sig om udgangene til flugtvejene.

For at begrænse en eventuel brandspredning lodret igennem undervisningsbygningen, må en brandcelle ikke strække sig over mere end 2 etager.

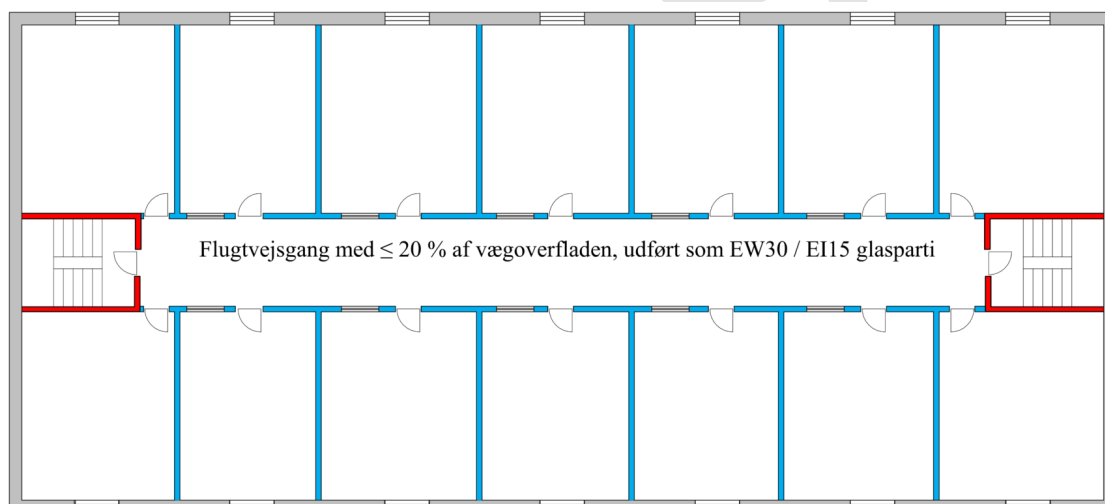
De bygningsdele, som afgrænser en brandcelle, vil yde den fornødne brandmodstandsevne, hvis de udføres mindst som bygningsdel klasse EI 60 [BD-bygningsdel 60].

Præ-accepterede løsninger på enheder, som skal udføres som selvstændige brandceller, er:

- Gang, der er flugtvej
- Undervisningsrum
- Værksted
- Faglokaler
- Depot/kopirum
- Personalerum/læreværelse
- Kantine (kun stedkendte personer)
- Skolekøkken
- Garage, maks. 150 m²
- Teknikrum, ventilationsrum og eltavlerum
- Tagrum, der ikke er udnyttet men som kan udnyttes.

Mod uudnyttelige tagrum og skunkrum, som ikke kan eller må udnyttes, og som har en begrænset brandbelastning, opnås den fornødne brandmodstandsevne ved, at de adskillende væg- og loftkonstruktioner udføres mindst som bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30].

Det kan tillades, at op til 20 % af vægadskillelsen mellem flugtvejsgang og det enkelte tilstødende opholdsrum udført som egen brandcelle, udføres mindst som glasparti klasse EW 30 / EI 15, jf. Figur 4.22.



Figur 4.22. Præ-accepterede løsninger på vægadskillelse i flugtvejsgang, hvor op til 20 % af vægoverfladen mellem flugtvejsgang og tilstødende opholdsrum er udført mindst som glasparti klasse EW 30 / EI 15. Alle klassifikationer er minimumskrav.

4.2.7 Gennembrydninger i brandadskillende bygningsdele

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 114, at gennemføringer i brandadskillende bygningsdele skal udføres, så bygningsdelenes brandtekniske egenskaber ikke forringes.

Åbninger i brandsektionsadskillende bygningsdele skal som udgangspunkt lukkes med samme brandmodstandsevne – tidsmæssigt – som den brandadskillende bygningsdels brandmodstandsevne. For døre placeret i brandsektionsadskillelser henvises der til afsnit 2.2.6.

Mindre åbninger som for eksempel vinduer, døre, porte og lemme i brandcelleadskillende bygningsdele kan ofte udføres med en brandmodstandsevne, som svarer til halvdelen – tidsmæssigt – af den brandadskillende bygningsdels brandmodstandsevne. For døre placeret i brandcelleadskillelser henvises der til afsnit 2.2.6.

Ved indbygning af bygningsdele, skorstene, ventilationskanaler, slangeskabe, rør, kabler og lignende i en brandsektionsadskillelse og brandvægge er det vigtigt, at der ved indbygningen tages hensyn til, at adskillelsens brandmodstandsevne eller stabilitet ikke forringes.

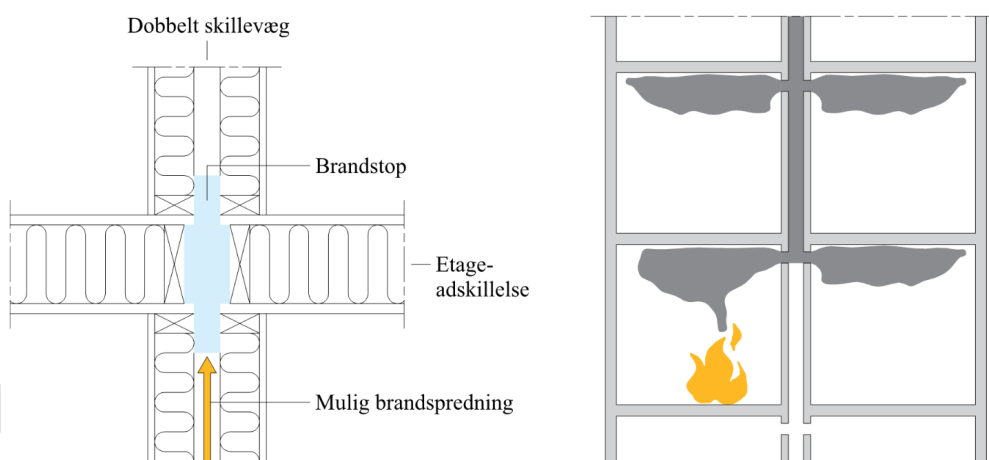
Taglægter, som er massivt træ i små dimensioner og derfor kun i ringe grad bidrager til brandspredningen, kan føres ubrudt igennem brandsektionsvægge uden brandkam, når mellemrummet mellem lægterne udfyldes med materiale mindst klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale].

4.2.8 Brand- og røgspredning via indvendige hulrum

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 115, at bygningsdele skal udføres på en sådan måde, at en brand ikke kan sprede sig fra en brandmæssig enhed til et hulrum, som passerer én eller flere brandadskillende bygningsdele.

For at nedsætte risikoen for brandspredning i en undervisningsbygning, skal bygningsdelene udføres, så en brand ikke kan sprede sig fra en brandcelle eller brandsektion til et hulrum, som passerer flere brandadskillende bygningsdele. Dette omfatter også brandadskillende bygningsdele, som sammenbygges med ydervægge.

Hulrum skal derfor afbrydes med brandstop. Brandstop er en konstruktiv detalje, der hindrer, at en brand kan sprede sig via hulrum til en anden brandmæssig enhed eller til et hulrum ud for en anden brandmæssig enhed. Et brandstop skal udføres enten af isoleringsmateriale, der mindst opfylder kravene til materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale] eller af træ eller træbaserede plader med densitet på mindst 400 kg/m^3 . Brandstop placeres i hulrum ved samtlige afgrænsninger mellem brandmæssige enheder, jf. Figur 4.23. Der skal tages højde for, at brandstoppene ikke svækkes i undervisningsbygningens levetid.



Figur 4.23 Brandstop mellem brandmæssige enheder

4.2.9 Indvendige overflader på væg, loft og gulv

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 108, at indvendige overflader i rum ikke må bidrage væsentligt til brand- og røgspredning i den tid, som personer, der opholder sig i rummet, skal bruge til at bringe sig i sikkerhed. For flugtveje gælder tilsvarende krav, jf. Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 110.

I nedenstående Tabel 4.9 er der givet en række præ-accepterede løsninger for, hvordan indvendige overflader skal udføres afhængig af undervisningsbygningens højde og brandmæssige opdeling.

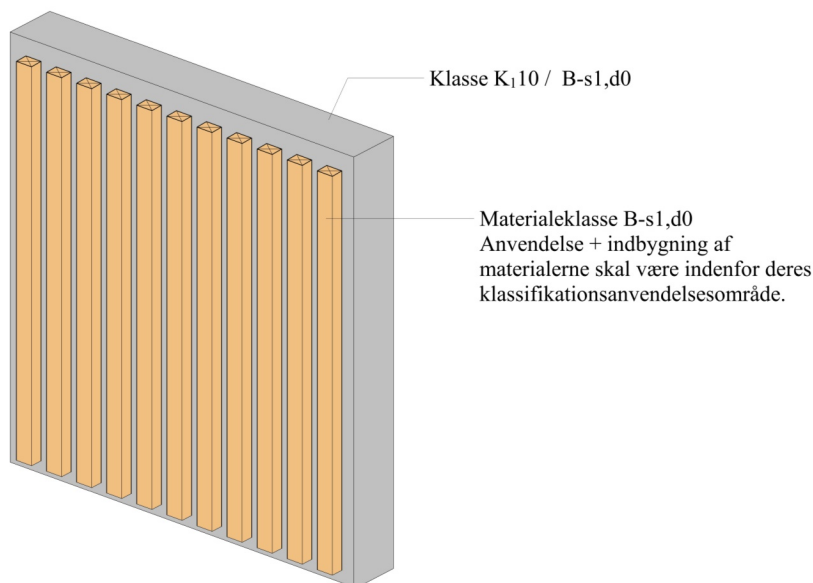
Tabel 4.9 Præ-accepterede løsninger for udførelse af indvendige beklædninger for undervisningsbygninger. Alle klassifikationer er minimumskrav.

	Vægbeklædning	Loftbeklædning	Gulvbelægning
Generelt	Beklædning klasse K ₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Beklædning klasse K ₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Ingen krav til gulvbelægning
Undervisningsbygninger i 1 etage med brandceller på indtil 150 m ²	Beklædning klasse K ₁ 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]	beklædning klasse K ₁ 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]	
Brandceller på indtil 150 m ² undervisningsbygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 22 m over terræn	Beklædning klasse K ₁ 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]	Beklædning klasse K ₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	
Overflader i flugtvejsgang og flugtvejstrapper			
Generelt	Beklædning klasse K ₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Beklædning klasse K ₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]	Gulvbelægning klasse D _{fl} -s1 [klasse G gulvbelægning]

I Tabel 4.9 anføres det, at nogle overflader på væg eller loft skal udføres mindst som beklædning klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]. For disse overflader accepteres det, at op til 20 % af væg- og loftoverfladerne i et rum udføres mindst som beklædning klasse K₁ 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]. Vægoverfladerne henholdsvis loftoverfladerne, som opfylder de ovenfor angivne reducerede krav, skal være jævnt fordelt i rummet. Overfladearealerne er de ved en fuldt udviklet brand eksponerede overflader. Ovenstående lempelser gælder ikke i flugtvejsgange eller flugtvejstrapper.

Gulvbelægning klasse D_{fl}-s1 [klasse G gulvbelægning] i flugtveje omfatter gulvbelægning i såvel gange som på ramper og trapper.

Indvendig komplettering som eksempelvis fast monteret listeværk, akustikregulering, forsatsvægge og tilsvarende, samt grønne vægge, må monteres uden på de indvendige overflader, hvis kompletteringen er udført af materialer med samme brandtekniske egenskaber som den bagvedliggende beklædning. Uden på beklædning mindst som klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning] må opsættes komplettering af mindst materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale] og udenpå en beklædning mindst som klasse K₁ 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning] kan opsættes komplettering af mindst materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], se Figur 4.24. Opsætning af komplettering er under forudsætning af, at den aktuelle anvendelse og indbygning er i overensstemmelse med det anvendte materiales klassifikations- og anvendelsesområde.



Figur 4.24. Præ-accepterede løsninger på indvendig komplettering i form af listeværk på indvendig beklædning mindst klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]. Alle klassifikationer er minimumskrav.

For grønne vægge stilles kravet til værksmediet og ophængningssystemet, og dermed ikke selve planten. Det er dog en forudsætning, at leverandørens anvisninger for vedligehold og vanding af væggen efterleves.

4.2.10 Nedhængte lofter

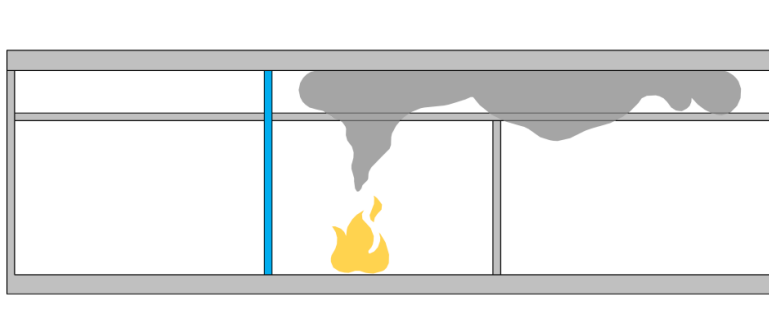
Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 109, at indvendige overflader skal designes og udføres, så de ikke bidrager væsentligt til brand- og røgspredning.

Der er ofte et ønske om at anbringe et nedhængt loft under en etageadskillelse eller under en tagkonstruktion. Et nedhængt loft er et loft, som ikke opfylder kravene til mindst beklædning klasse K₁ 10 / B-s1,d0 [klasse 1 beklædning] eller til beklædning mindst klasse K₁ 10 / D-s2,d2 [klasse 2 beklædning].

Nedhængte lofter inkl. ophængningssystemet må ikke bidrage til brand- og røgspredningen i den tid, som personer, der opholder sig i rummet, skal bruge til at forlade rummet. For at opnå dette skal nedhængte lofter udføres af materialer, som er mindst materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale].

Væg- og loftoverflader over et nedhængt loft kan sidestilles med de øvrige væg- og loftoverflader i det pågældende rum.

For at reducere risikoen for brand- og røgspredning via loft og over vægge, skal alle brandklassificerede vægge være tætte og føres op igennem det nedhængte loft og op i tæt forbindelse med undersiden af den overliggende etageadskillelse eller tagkonstruktion, jf. Figur 4.25.



4.2.11 Rør- og kabelinstallationer

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 108, at indvendige overflader i rum ikke må bidrage væsentligt til brand- og røgspredning i den tid, som personer, der opholder sig i rummet, skal bruge til at bringe sig i sikkerhed. Ovennævnte krav suppleres i Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 109, med at indvendige overflader skal designes og udføres, så de ikke bidrager væsentligt til brand- og røgspredning som følge af overfladernes:

- 1) Antændelighed.
- 2) Brandspredning.
- 3) Produktion af varme og røg.
- 4) Produktion af brændende dråber og partikler.

Rør- og kabelinstallationer er også omfattet af disse krav.

Dette krav er også gældende for rørinstallationer – både for uisolerede rør og for rør, som er forsynet med et isoleringssystem (isoleringmateriale og afdækning mv.).

Rør (inklusive isoleringsmaterialer) udføres med en overflade, som mindst har en overflade klasse E-d2 iht. DS/EN 13501-1 *Brandklassifikation af byggevarer og bygningsdele - Del 1: Klassifikation ud fra resultater opnået ved prøvning af brandreaktion*. Elkabler samt signalkabler for tele- og datatrafik udføres mindst som klasse Eca iht. DS/EN 13501-6 *Brandklassifikation af byggevarer og bygningsdele - Del 6: Klassifikation ved hjælp af data fra prøvning af elektriske kablers reaktion på brand*.

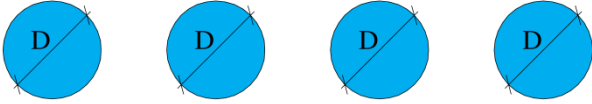
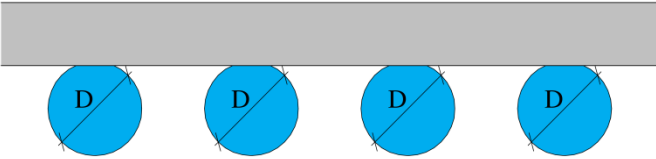
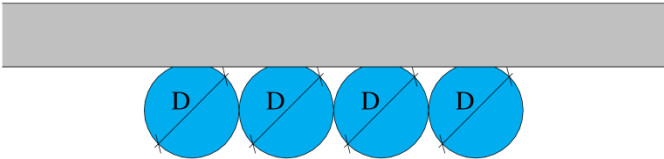
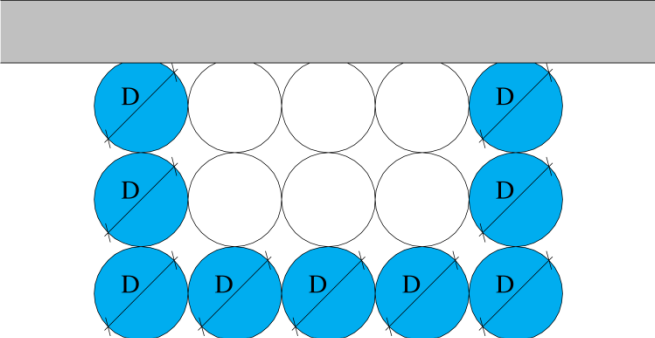
Hvis et eller flere rør, i et rum, har en indvendig diameter der er større end 106 mm og/eller det samlede overfladeareal (inklusive isoleringssystem) for alle rør udgør mere end 5 % af summen af arealerne af rummets væg- og loftoverflader, jf. beregningen i Tabel 4.10, skal røret udføres med en overflade mindst som klasse D-d2 iht. DS/EN 13501-1 *Brandklassifikation af byggevarer og bygningsdele - Del 1: Klassifikation ud fra resultater opnået ved prøvning af brandreaktion*.

Ligeledes gælder, at hvis kabler i et rum (undtaget teknikrum og skakte) har et samlet overfladeareal på mere end 5 % af summen af arealerne af rummets væg- og loftoverflader, jf. beregningen i Tabel 4.10, skal kabler udføres mindst som klasse D_{ca} iht. DS/EN 13501-6 *Brandklassifikation af byggevarer og bygningsdele - Del 6: Klassifikation ved hjælp af data fra prøvning af elektriske kablers reaktion på brand*.

Beregning af eksponerede overflader af rør- og kabelinstallationer er vist i Tabel 4.10, hvor følgende fire eksempler er opstillet:

- A. Fritliggende rør- eller kabelinstallationer som er eksponeret fra alle sider. Herunder også rør- og kabelinstallationer i kabelbakker.
- B. Rør- eller kabelinstallationer monteret mod en væg- eller loftoverflade, med indbyrdes afstand.
- C. Rør- eller kabelinstallationer monteret samlet mod en væg- eller loftoverflade.
- D. Flere lag af tætpakket rør- eller kabelinstallationer monteret mod en væg- eller loftoverflade.

Tabel 4.10 Beregning af eksponerede overflader for rør- og kabelinstallationer.

Eksempel A – Fritliggende rør- eller kabelinstallationer som er eksponeret fra alle sider	
<p>Beregning af eksponeret overfladeareal (A_{eksp})</p> $A_{eksp} = D \times 3 \times L \times \text{antal rør/kabler}$ <p>D = diameter på rør/kabler L = længde af rør/kabler</p> <p>Rør- og kabelinstallationer i kabelbakker, anses som fritliggende</p>	
Eksempel B – Rør- eller kabelinstallationer monteret mod en væg- eller loftoverflade, med indbyrdes afstand	
<p>Beregning af eksponeret overfladeareal (A_{eksp})</p> $A_{eksp} = D \times 1,5 \times L \times \text{antal rør/kabler}$ <p>D = diameter på rør/kabler L = længde af rør/kabler</p>	
Eksempel C – Rør- eller kabelinstallationer monteret samlet mod en væg- eller loftoverflade	
<p>Beregning af eksponeret overfladeareal (A_{eksp})</p> $A_{eksp} = D \times 1,5 \times L \times \text{antal rør/kabler}$ <p>D = diameter på rør/kabler L = længde af rør/kabler</p> <p>For at simplificere bygningen, benyttes samme beregningsmetode, som eksempel B, uanset om der er afstand, eller der ikke er afstand mellem rørene/kablerne</p>	
Eksempel D – Flere lag tæt pakket rør- eller kabelinstallationer monteret mod en væg- eller loftoverflade	
<p>Beregning af eksponeret overfladeareal (A_{eksp})</p> $A_{eksp} = D \times 1,5 \times L \times \text{antal eksp. rør/kabler}$ <p>D = diameter på rør/kabler L = længde af rør/kabler</p>	

4.2.12 Brandtekniske installationer til begrænsning af brand- og røgspredning

Der fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 121 og § 123 at der i undervisningsbygninger skal installeres brandtekniske installationer til begrænsning af brand- og røgspredning.

I undervisningsbygninger stilles der krav om installation af slangevindere jf. Bygningsreglement 2018 kap. 5, § 121, når et bygningsafsnit er indrettet til mere end 150 personer.

Bygningsafsnit i undervisningsbygninger i risikoklasse 2 skal forsynes med automatisk sprinkleranlæg hvis etagearealet overstiger 2.000 m² jf. Bygningsreglement 2018 kap. 5, § 123 litra 3. Bygningsafsnit i undervisningsbygninger i risikoklasse 3 skal forsynes med automatisk sprinkleranlæg hvis etagearealet er større end 1.000 m². Bygningsafsnit i undervisningsbygninger med mere end 1 etage skal forsynes med automatisk sprinkleranlæg ved et mindre etageareal idet, risikoen anses for at være større.

Tabel 4.11 Krav om brandtekniske installationer der har til formål at begrænse brand- og røgspredning iht. Bygningsreglement 2018 kap. 5.

	Sikring af en indledende indsats (BR18 § 121)	Sikring mod brandspredning (BR18 § 123)
	Slangevinder	Automatisk sprinkleranlæg
Risikoklasse 2 med bygningsafsnit større end 2.000 m ²	X ¹	X
Risikoklasse 3 med bygningsafsnit større end 1.000 m ²	X ¹	X

¹ Hvis bygningsafsnittet er indrettet til højst 150 personer kan slangevinder undlades.

De brandtekniske installationer der er angivet i Tabel 4.11 ovenfor er et udtryk for krav hertil stillet i Bygningsreglementet 2018, kap 5. Der kan dog være valgt præ-accepterede løsninger, hvortil der stilles krav om yderligere brandtekniske installationer i en undervisningsbygning for at sikre et tilstrækkeligt sikkerhedsniveau. Eksempelvis kan afstand til andre bygninger reduceres eller udvendig regnskærm kan udføres med lavere materiale klassifikation, hvis der er installeret automatisk sprinkleranlæg. Her henvises til afsnit 4.2.2 og 4.2.4.

Foruden krav til brandtekniske installationer for at begrænse brand- og røgspredning, stilles der også krav om brandtekniske installationer til understøtning af evakuering og redning af personer i en undervisningsbygning, se afsnit 2.2.11. Der kan være sammenfald mellem de brandtekniske installationer til understøttelse af de to forskellige formål.

5 Redningsberedskabets indsats

5.1 Generelt

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 126, stk.1 at bygningers placering på grunden samt deres udformning skal sikre, at der i tilfælde af brand er forsvarlig mulighed for, at redningsberedskabet kan foretage afsøgning og redning og kan bistå evakuering af personer og dyr. Det skal ligeledes sikres, at der kan gennemføres det slukningsarbejde, der er nødvendig hertil samt til at begrænse væsentlig brandspredning mellem brandmæssige enheder.

Endvidere fremgår det af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 126, stk. 2., at design, projektering og udførelse af adgangs- og tilkørselsforhold skal ske under hensyn til:

- Der er adgangs- og tilkørselsforhold på grunden, så redningsberedskabet har mulighed for uhindret at komme frem til bygningen.
- Det i og uden for bygningen er muligt at fremføre det nødvendige udstyr til afsøgning og redning af personer samt til slukningsarbejde i forbindelse hermed.
- Bygninger indrettes, så der er mulighed for at kunne gennemføre en forsvarlig rednings- og slukningsindsats.

For en mere uddybende beskrivelse af de generelle forhold vedrørende redningsberedskabets indsatsmuligheder henvises der til *Bygningsreglementets vejledning om Brand*, kapitel 5.

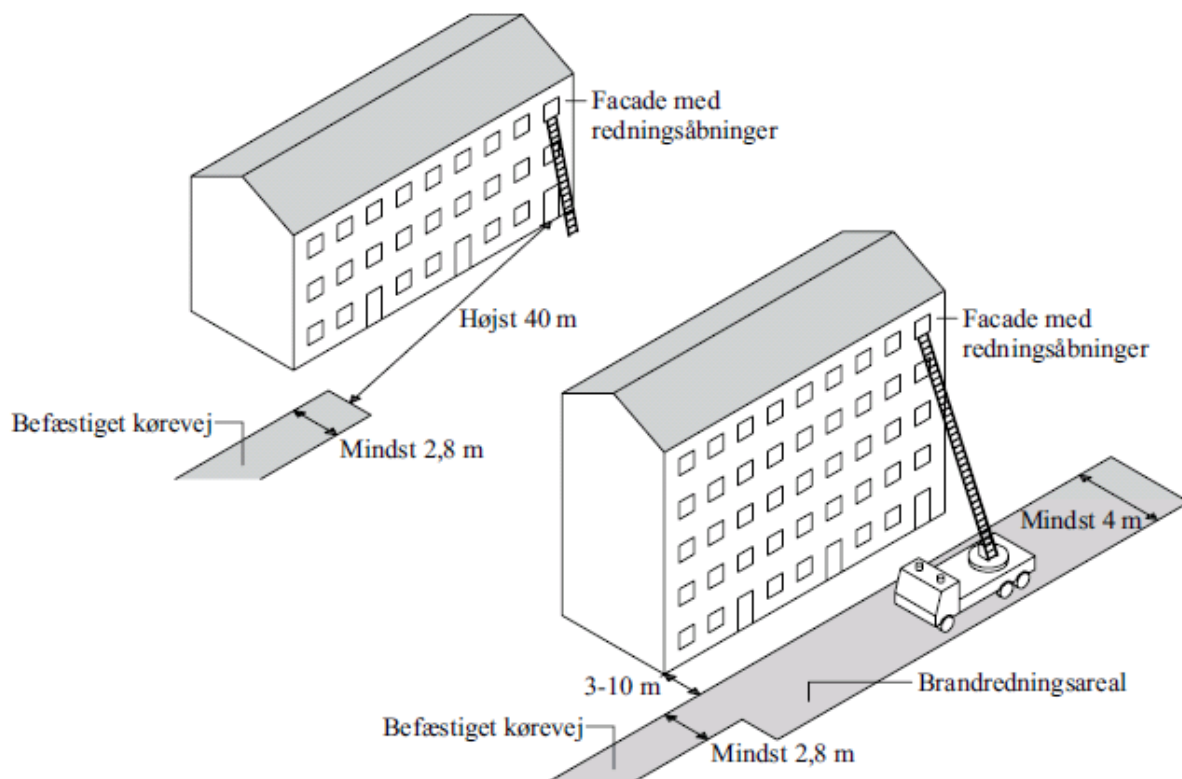
5.2 Præ-accepterede løsninger for redningsberedskabets indsatsmuligheder

I de efterfølgende afsnit beskrives de *præ-accepterede løsninger* for opfyldelse af kravene i Bygningsreglement 2018, kap. 5, §§ 126-133 for traditionelt undervisningsbyggeri i risikoklasse 2 og 3.

Præ-accepterede løsninger for redningsberedskabets indsatsmuligheder er under udarbejdelse, hvorfor nuværende kapitel udelukkende gengiver nuværende tekst fra Eksempelsamling om brandsikring af byggeri, 2. udgave, 2016.

5.2.1 Adgangs- og tilkørselsforhold

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 126, stk. 2, litra 1, at redningsberedskabet skal have mulighed for uhindret at komme frem til bygningen. På grund af motorkøretøjernes størrelse og slangernes længde skal der være under 40 m målt i ganglinjen fra dørene i bygningen til en tilstrækkelig bred befæstet kørevej. En kørevej skal være mindst 2,8 m bred og befæstet til tung trafik svarende til brandredningskøretøjer.

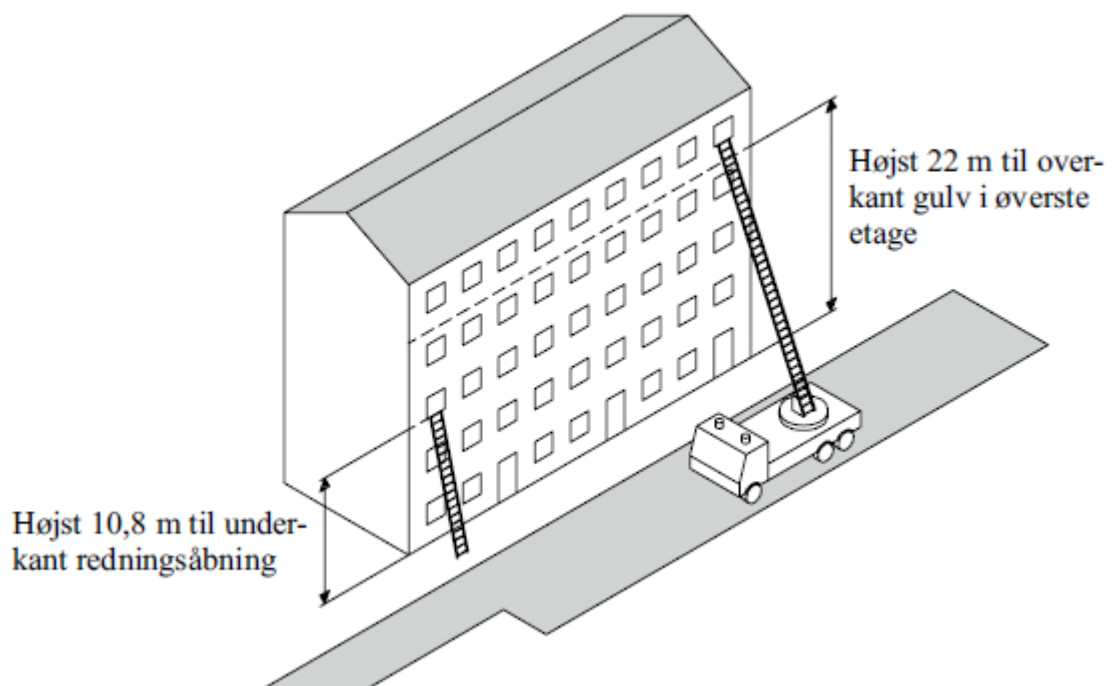


Figur 5.1. Præ-accepteret løsning på brandredningsareal for redningsberedskabet.

Såfremt bygningen er forsynet med stigrør, skal der etableres adgangsvej (brandvej) frem til højst 10 m fra stigrørstilslutninger, så redningsberedskabet kan forsyne stigrøret med slukningsvand fra køretøjerne.

Det fremgår endvidere af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 128, at i byggeri med redningsåbninger, hvor redningsåbningerne kun kan nås af redningsberedskabets kørbare stiger, skal der være udlagt brandredningsarealer, så redningsberedskabet har adgang til at foretage en redningsindsats ved hjælp af redningsåbningerne.

Hvor redningsberedskabet skal have adgang til redningsåbninger i f.eks. en indeliggende gård, skal redningsberedskabets adgang hertil f.eks. ske gennem port, passage eller lignende, der er udført som en selvstændig brandsektion.



Figur 5.2 præ-accepteret løsning på stigerajsning

Redningsberedskabets kørbare stiger skal kunne anvendes, når underkant af redningsåbninger er mere end 10,8 m over terræn, og der ikke er sikkerhedstrapper i bygningen. De kørbare stiger er meget brede og tunge. For at redningsberedskabets køretøjer kan komme frem uden at køre fast, er det vigtigt, at adgangsvejen (brandredningsarealet) er tilstrækkelig bred og befæstet. Ved udformning af et brandredningsareal er det vigtigt, at der bl.a. tages stilling til arealets befæstelse, plads til støtteben, hældning samt placering i forhold til bygningen med henblik på at sikre de bedst mulige arbejdsbetingelser for redningsberedskabets stiger. Der skal være udlagt et 4,0 m bredt befæstet areal til brandredningskøretøjer. Ved udformning og placering af brandredningsarealet skal der tages hensyn til hældning af stigen, altaner, karnapper, tagudhæng m.m. Et brandredningsareal, der fremtræder tydeligt som kørevej, vil medvirke til at sikre en hurtig redningsindsats.

Hvis en bygning opføres, så overkant af gulv i øverste etage er mere end 9,6 m over terræn, og adgang til trappe foregår ad altangang, skal der for at sikre en forsvarlig redningsindsats som minimum være mulighed for rejsning af redningsberedskabets stiger til enderne af altangangen.

Hvis redningsberedskabet skal have mulighed for uhindret at komme frem til bygningen, må spærrebomme, porte eller lignende anbragt i adgangsarealerne kun forsynes med lås efter nærmere aftale med kommunalbestyrelsen.

5.2.2 Røgudluftning

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 131, at i redningsberedskabets primære indsatsveje skal der være mulighed for røgudluftning.

Ovennævnte krav suppleres i Bygningsreglement 2018, kap.5, § 132, hvoraf det fremgår, at der i bygningsafsnit, hvor røgudluftning ikke kan ske ved naturlig ventilation via vinduer i ydervæg, døre, porte eller lemme i tag, skal der på anden måde etableres mulighed for røgudluftning.

5.2.2.1 Trapperum

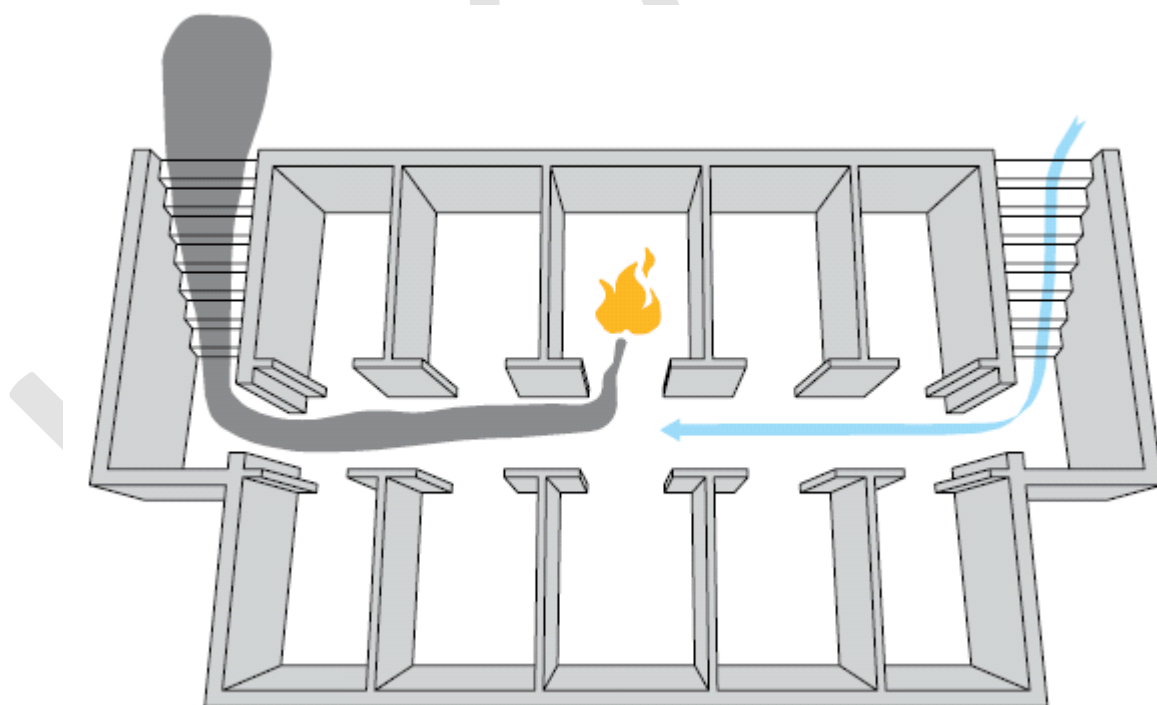
Mulighederne for røgudluftning i trapperum kan f.eks. sikres ved, at der for hver etage er et let tilgængeligt og oplukkeligt vindue eller ved, at der foroven i trapperummet placeres en røglem.

Vinduernes størrelse har betydning for deres evne til at ventilere rummet, og vinduerne skal minimum have en højde og en bredde på 0,5 m.

På tilsvarende vis vil røglemmens størrelse have indflydelse på, hvor hurtigt røgen kan udluftes. En røglem, som er udført som en manuelt oplukkelig lem, og hvor åbningsmekanismen til enhver tid let kan betjenes fra trapperummets indgangsetage ved et greb anbragt på et iøjnefaldende sted og afmærket med tydelig påskrift "Røglem", sikres en acceptabel røgudluftning, såfremt det sikres, at både røglem og aktiveringsmekanisme er funktionsdygtige efter en brand i bygningen. Det vil være tilstrækkeligt, hvis røglemmen har et geometrisk frit åbningsareal på mindst 1,0 m².

5.2.2.2 Kældre, tagrum og øvrige rum

For at sikre tilfredsstillende mulighed for røgudluftning af kældre og tagrum skal der i disse etager udføres vinduer eller andre åbninger mod det fri. Dette kan også være relevant i forbindelse med tagrum, med tagkonstruktioner, hvor det kan være vanskeligt for redningsberedskabet at etablere røgudluftning. Lysningsarealet af vinduerne skal minimum svare til 0,5 pct. af rummets etageareal. Indeliggende rum, der ikke har vinduer, kan om muligt udluftes via taglemme eller lignende med et tilsvarende åbningsareal. Det vil sædvanligvis være tilstrækkeligt, at der røgudluftes gennem naborum. Røgudluftningen må dog ikke foregå via eventuelle flugtveje i det tidsrum, hvor flugtvejene skal være passable. Røgudluftningen kan også være mekanisk med et luftskifte på mindst 6 gange i timen.



Figur 5.3. Præ-accepteret løsning på røgudluftning af kælder.

Små rum med lav brandbelastning, f.eks. toiletter og ventilationsrum, kan udføres uden mulighed for røgudluftning.

Da røgudluftningen etableres af hensyn til redningsberedskabets indsatsmulighed, er der ikke tale om et egentligt brandventilationsanlæg, og det er derfor ikke nødvendigt, at lemme,

installationer m.v. udføres i overensstemmelse med DS/EN 12101 *Brandventilation*. Det skal dog sikres, at røgudluftningen er funktionsdygtig også efter brandpåvirkning.

Anvendes mekanisk røgudluftning skal det derfor sikres, at strømforsyningen til udluftningsanlægget ikke berøres af en brand i det/de rum, som anlægget betjener. Spjæld og andre komponenter, der er nødvendige for funktionen af anlægget, skal være funktionsdygtige ved/efter brand i det/de rum, som anlægget betjener.

Forhold der skal tilgodeses ved udførelsen af mekanisk røgudluftningsanlæg:

- Der skal efter nærmere aftale med kommunalbestyrelsen opsættes betjeningspanel til aktivering af anlægget.
- Anvendes komfortventilationsanlæg som røgudluftningsanlæg, skal det sikres, at anlægget kan overstyres, såfremt anlægget ellers standses ved varmedetektering.
- Der skal anvendes brandsikre kabler i rum, som anlægget betjener.
- Styringsbokse m.m. til spjæld skal som hovedregel brandbeskyttes, så der opnås en sikkerhed svarende til anvendelse af brandsikre kabler.
- Kortslutning på øvrige el-installationer må ikke hindre funktionen af røgudluftningsanlægget.

Ventilationsanlæg, der er placeret i egen brandsektion uden oplag, og som automatisk lukker i tilfælde af brand, kan anvendes, uden at funktionen under brand dokumenteres.

5.2.3 Slukningsmulighed

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap.5, § 129, at bygninger skal udformes, så redningsberedskabets rednings- og slukningsmateriel kan føres frem til ethvert sted i bygningen, hvor dette er nødvendigt for afsøgning og redning af personer, samt gennemføre slukningsarbejde i forbindelse med afsøgning og redning af personer.

Ovennævnte krav suppleres i Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 133, at i bygningsafsnit med gulv i øverste etage mere end 22 m over terræn, skal der installeres mindst en brandmandselevator af hensyn til redningsberedskabets indsatsmuligheder.

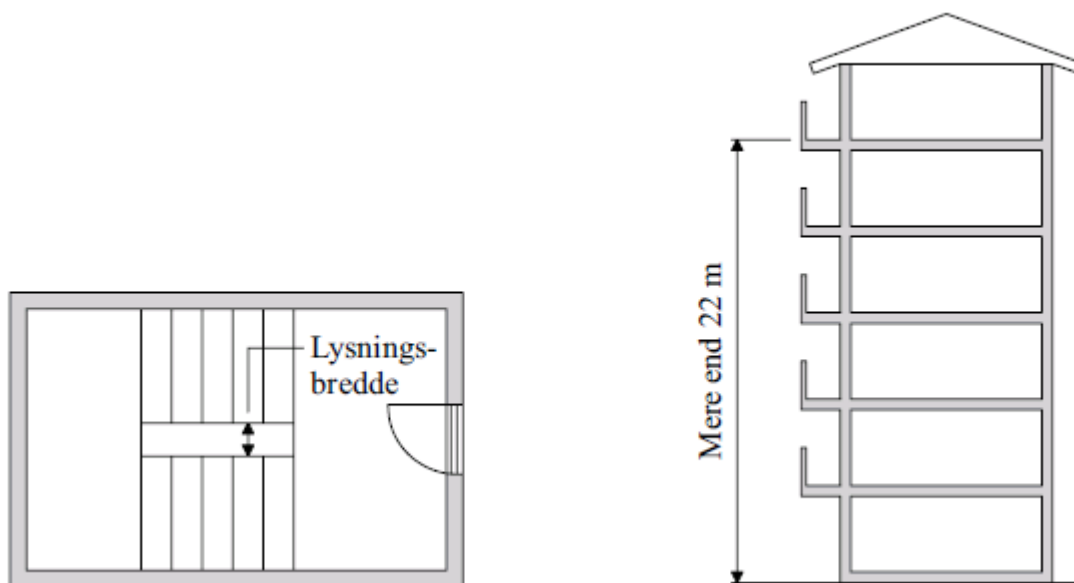
Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5, § 127, at brandtekniske installationer, herunder brandmandspaneler, stigrør, sprinklercentraler og lignende, der har betydning for redningsberedskabets rednings- og slukningsmuligheder, skal være tydeligt markerede.

5.2.3.1 Stigrør

Det fremgår af Bygningsreglement 2018, kap. 5. § 130, hvoraf det fremgår, at der i bygninger, hvor redningsberedskabets brandslanger ikke kan føres frem af de primære indsatsveje som trapper mv., skal der installeres stigrør.

Normalt vil det ikke være muligt at fremføre vand i bygninger, hvor gulvet i øverste etage er mere end 22 m over terræn samt i bygninger, hvor trapperummet udføres med en lysningsbredde, som er mindre end 0,2 m. Hvor trapperum til flugtvejstrapper er udført med let tilgængelige sidelysvinduer for hver trapperepos, og gulv i øverste etage er højst 22 m over terræn, kan lysning på trappe dog udelades, såfremt redningsberedskabet har mulighed for at foretage udvendig ophaling af slanger.

Bygningsafsnit i bygninger med gulv i øverste etage på mere end 22 m over terræn og under 45 m skal udføres med stigrør. Der kan i nogle tilfælde være behov for en trykforøgerpumpe afhængigt af redningsberedskabets udstyr.



Figur 5.4. Lysningsbredde.

Ved installation af stigrør i en bygning er det vigtigt at sikre, at redningsberedskabets udstyr kan anvendes i forbindelse med stigrøret. Dette vil være tilfældet, hvis stigrøret udføres af 80 mm stålrør med storzkoblinger, B-kobling ved tilslutning ved terræn i det fri og C-kobling ved tilslutning på etagerne. Stigrør forsynes for hver etage med afgreninger med afspærringsventiler. For at redningsberedskabet kan foretage en tilslutning til stigrøret i sikre omgivelser, skal tilslutningen på etagerne være placeret på trapperepos, i forrum eller lignende rum. For at redningsberedskabet let kan finde stigrøret, skal der ved B-koblingerne anbringes et tydeligt skilt med påskriften "Stigrør". Indløbet til stigrøret skal placeres ved redningsberedskabets indsatsveje.

Storzkoblingerne skal udføres som angivet i DS 752 A-, B- og C-fastkoblinger med metallisk pakflade, og dækslerne skal udføres som angivet i DS 757 A-, B- og C-slutdæksler med gummipakning. Alle dæksler udføres med et 2 mm aflastningshul af hensyn til muligheden for at kunne trykudligne systemet.

Stigrør, herunder afgreninger på etagerne, skal udføres, så de kan tømmes for vand ved aftapning gennem B-koblingen eller en bundaftapningsventil. Fra bundaftapningsventilen skal der føres en fast rørledning til gulvafløb eller lignende.

5.2.3.2 Markering af brandvægge og brandsektionsadskillelser

For at sikre en hurtig og effektiv indsats fra redningsberedskabet er det vigtigt, at der kan ske en hurtig identificering af, hvor brandvægge og brandsektionsadskillelser er placeret. Såfremt bygningen er udført med brandkamserstatning eller uden brandkam, kan det være vanskeligt ud fra bygningens ydre at fastslå, hvor væggene er placeret. Hvis væggenes placering ikke fremgår af bygningens ydre, skal væggene i stedet markeres med sikkerhedsskilte eller lignende i et sådant omfang, at redningsberedskabet hurtigt kan identificere væggenes placering. Tilsvarende er aktuelt for vandrette brandsektionsadskillelser, som er udformet eller placeret atypisk.

6 Drift, kontrol og vedligehold

Det fremgår af Bygningsreglementet 2018, kap. 5, § 137, at drift, kontrol og vedligehold af brandsikkerheden i og ved bygninger skal ske, så det sikres, at sikkerheden i tilfælde af brand er opretholdt i hele bygningens levetid, jf. § 82.

Bygningen skal således i hele dens levetid overholde det overordnede personsikkerhedsniveau, som skal opnås i byggeri i brandsikkerhedsmæssig henseende.

Det fremgår af Bygningsreglementet 2018, kap. 5, § 147, at der for undervisningsafsnit til flere end 150 personer skal foretages drift, kontrol og vedligehold, som skal tilgodese opfyldelse af § 137-142 og § 148.

Bygningsreglementets § 148 stiller krav om udarbejdelse af en drifts- kontrol- og vedligeholdelsesplan, der for undervisningsafsnit til flere end 150 personer skal indeholde følgende punkter:

- Der udarbejdes en beskrivelse af driftsorganisationen, herunder oplysninger om den/de til enhver tid værende driftsansvarlige person(er) med kontaktoplysninger. Det skal meddeles kommunalbestyrelsen, hvem der er den/de driftsansvarlige person(er).
- Der udarbejdes ordensregler for bygninger
- Der udarbejdes en brand- og evakueringsinstruks.
- Personalet er uddannet og instrueret i både de udarbejdede ordensregler og reglerne for evakuering samt, at personalet er instrueret i placering og brug af brandslukningsmateriel og brandtekniske installationer.
- Der udarbejdes en attest fra en autoriseret elinstallatør hvert 3. år vedrørende flugtvejs- og panikbelysning, varslingsanlæg og ABDL-anlæg. Attesten fra den autoriserede elinstallatør indsendes til kommunalbestyrelsen.
- Det sikres, at der i tilstrækkeligt omfang er opstillet brandslukningsmateriel.

Ved indretning af forsamlingslokaler til flere end 150 personer i undervisningsbyggeri stiles supplerende krav om elsikkerhedsattest, pladsfordelingsplan og driftsjournal for disse lokaler, jf. § 148.

Der henvises til *Bygningsreglementets vejledning om Drift iht. brand* (under udarbejdelse) for yderligere beskrivelse.