

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet redegjør for hvordan mekanisk røykventilasjon skal dimensjoneres og hvilke krav som bør stilles til slike anlegg. Mekanisk røykventilasjon kan brukes i de tilfellene der installasjon av termisk røykventilasjon er vanskelig pga. konstruksjonsmessige forhold. Dette er ofte tilfelle der etasjeskillerne hindrer røyken i å stige opp til taket. Bladet behandler også mekanisk røykventilasjon av spesielle lokaler som lager, garasje og trapperom.

02 Hensikt

Hensikten med et anlegg for røykventilasjon er å ha den første fasen av brannforløpet under kontroll. Med et riktig utført anlegg vil man kunne:

- sikre at rømning i lokalet skjer på en tilfredsstillende måte
- sikre rømningsveger mot å bli røykfyllt
- lette atkomsten og arbeidet for slukkemannskapene
- redusere tempoet i brannutviklingen
- redusere skadevirkningene på bygninger og innhold

03 Kontroll og vedlikehold

Umiddelbart etter installeringen bør leverandørfirmaet kontrollere funksjonsdyktigheten til alle komponentene i anlegget. Leverandøren bør levere en skriftlig bekreftelse på prøvingen og en anvisning på vedlikehold av anlegget. Anleggets funksjon bør kontrolleres regelmessig, minst hver sjette måned. Kontrollen bør foretas av bedriften i samarbeid med de lokale brannmyndighetene og forsikringsselskapet.

04 Forskrifter

Byggeforskriften krever at det etableres brannventilasjon (røykventilasjon) i en rekke tilfeller:

- rømningsveg i trapperom
- forsamlingslokale med bruttoareal større enn 1 800 m²
- fast scene over 75 m²
- industri/lager, avhengig av størrelse på bruttoareal og spesifikk brannbelastning
- garasje med bruttoareal mellom 1 800 og 3 600 m²
- salgslokale, avhengig av størrelse på bruttoareal

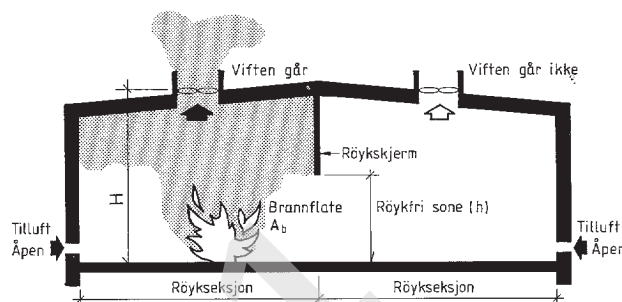


Fig 1
Prinsippskisse for mekanisk røykventilasjon

05 Henvisninger

Byggeforskrift 1987 m/veiledning
 Melding H0-5/1989 fra Statens bygningstekniske etat.
 Veiledning for dimensjonering av termisk og mekanisk røykventilasjon

1 Røyksekksjonering

Et lokale skal deles i mindre røyksekksjoner ved hjelp av røykskjerm. Røykskjerm er vertikale konstruksjoner som skal utføres av ubrennbart materiale, og de skal ha god mekanisk styrke. Røykskjermene må være tette mot taket. Hensikten med skjermene er dels å hindre at røyk skal spre seg til andre seksjoner, dels å sørge for at nødvendig mengde branngasser blir samlet opp slik at utløsningsmekanismen for røykgassviftene blir aktivisert. Skjermene må derfor ha en høyde som tilsvarer tykkelsen på det røyksjiktet som vil bli tillatt. Bjelker kan utnyttes som røykskjerm. Hver seksjon må ventileres for seg. Største areal for røyksekksjonering bør være et rektangel der lengste sidekant er mindre enn 8 ganger takhøyden ($H = \text{senter vifte}$). Se fig. 1. For et lokale med f.eks. takhøyde 6 m, vil største sidekant være 48 m, og største areal uten røyksekksjonering vil være 48 m x 48 m = 2 304 m². For lokaler med liten takhøyde, f.eks. garasjer med takhøyde på 3 m, bør disse deles inn i røyksekksjoner med areal 576 m². Største røyksekksjon må ikke i noe tilfelle være større enn 2 700 m².

2 Dimensjonering

Utgangspunktet for dimensjoneringen er først å bestemme en karakteristisk brannflate (A_b) for lokalet, som angir størrelsen på det horisontale arealet av en tenkt brann. Denne brannflaten bestemmes ut fra hva slags inventar/møblering lokalet har, hvor mye og hvordan det er plassert/lagret, samt hvor lenge det er ønskelig å opprettholde en røykfri sone. Når brannflaten er fastlagt, kan man finne ventilasjonsviftenes kapasitet direkte fra tabeller som en funksjon av ønskelig høyde på den røykfrie sonen (h). Den røykfrie sonen bør være minst 3 m. For lokaler med over 6 m takhøyde, bør den røykfrie sonen være høyere ut fra en vurdering av temperaturen i røyksjiktet (se tabell 23) og rømningsforholdene. For rom med lav takhøyde (3 - 4 m) kan imidlertid 2 m aksepteres.

21 Bestemmelse av brannflaten

Inngangsparametrene er:

- hvor lenge det er ønskelig å opprettholde høyden på den røykfrie sonen ut fra en vurdering av forholdene ved rømning/brannslukking
- hvilken brannbelastning har lokalet uttrykt i MJ/m² omlyngsflate

Tiden for å opprettholde den røykfrie sonen fastlegges ut fra brannvesenets innsatstid eller den tiden det tar å rømme en bygning, og er forenklet delt etter tre grupper: 5 min., 10 min. eller 15 min. Der brannvesenet har lang innsatstid, eller der mange mennesker skal rømme ut fra det lokalet som skal røykventileres, bør man bruke 15 min. Dersom forholdene er motsatt, kan 5 min. brukes. Med innsatstid forstås den tiden det tar fra brannvesenet har mottatt brannmeldingen til de er i angrep på brannstedet. Brannbelastningen beregnes etter NS 3478.

Fastleggelse av innsatstid og brannbelastning gir etter tabell 21 grunnlag for å bestemme en karakteristisk brannflate A_b .

Tabell 21

Fastsettelse av karakteristisk brannflate A_b (m²) i forhold til brannbelastning og innsatstid

Brannbelastning MJ/m ²	Innsatstid			Eksempel på lokaler
	5 min.	10 min.	15 min.	
< 50	5	8	15	Kirke, idettshall, kantine
50 – 200	5	15	25	Mek.verk., teater
200 – 400	8	25	60	Restaurant, klesbutikk
> 400	10	40	90	Trevarefabrikk

22 Bestemmelse av nødvendige luftmengder

Tabell 22

Tabellen angir nødvendige luftmengder for avtrekk innenfor en røykseksjon uttrykt i operative m³/s som en funksjon av brannflate A_b og ønskelig høyde på røykfri sone.

Høyde røykfri sone h (m)	Nødvendig luftmengde avtrekk						
	Brannflate A_b						
	5	10	15	25	40	60	90
2	9	18	24				
3	12	21	28				
4	16	26	34	51	74		
5	20	31	41	60	85	117	
6	24	37	49	70	98	132	181
7	29	44	57	80	111	149	201
8	34	52	66	92	126	167	223
9	40	59	76	104	141	186	246
10	45	67	86	117	158	206	271
11	51	85	96	131	175	227	297
12	58	85	107	145	193	249	324
13	64	94	119	160	212	272	352
14	71	104	131	175	231	296	381
15	78	114	143	191	252	321	411
16	86	125	156	208	272	346	443
17	94	136	169	225	294	373	475
18	101	147	183	242	316	400	509

23 Bestemmelse av røykgasstemperatur

For et lager e.l. vil det være behov for å vurdere om det er mulig å lagre brennbart materiale i røyksjiktet. Tabell 23 angir temperatur (°C) på røykgassen.

Tabell 23

Tabellen angir temperaturen (°C) på røykgassen innenfor en røykseksjon som en funksjon av karakteristisk brannflate A_b og ønskelig høyde på røykfri sone.

Høyde røykfri sone h (m)	Røykgasstemperatur °C						
	Brannflate A_b						
	5	10	15	25	40	60	90
3	275	385	465				
4	185	255	310	395	490		
5	140	190	225	285	360	430	
6	110	150	175	225	275	335	405
7	90	120	145	180	225	270	325
8	80	100	120	150	190	225	270
9	70	90	100	130	160	190	230
10	60	80	95	115	140	165	200
11	55	70	85	100	125	150	175
12	50	65	75	90	110	130	155
13	50	60	70	85	100	120	140
14	45	55	65	75	90	110	130
15	45	50	60	70	85	100	120
16	40	50	55	65	80	90	110
17	40	45	55	65	75	85	100
18	35	45	50	60	70	80	95

24 Lufttilførsel

Den samlede åpningen for luftinntaket bør være tilpasset kapasiteten på røykgassviftene. Ved bergninger bør største dimensjonerende røykseksjon legges til grunn. Luftinntaket kan være vinduer, dører eller luker. Halvparten av arealene bør åpnes automatisk ved deteksjon av brann i lokalet. Åpningene for lufttilførsel må ligge under røyksjiktet og så lavt som mulig. Luftinntaket bør helst være jevnt fordelt i forhold til røykseksjonens begrensninger.

3 Krav til mekanisk utstyr

Mekanisk røykventilasjon består av følgende komponenter: røykavsugåpninger, kanaler, røykspjeld, avtrekksvifter, røykskjermer samt et anlegg for deteksjon og aktivisering av anlegget.

Et overordnet krav til anlegget er at det må være like brannikkert og pålitelig som et termisk anlegg. Dette kan uttrykkes ved at anlegget må dimensjoneres for temperaturer opp til 350 °C, og at det må være operasjonsdyktig i minst 30 minutter. I prinsippet må det tilstribes et undertrykk i brannrommet i forhold til tilstøtende rom. Røykavsugåpningene bør plasseres jevnt fordelt i takflaten innenfor hver røykseksjon. Avsugnet må gi samme effekt som et termisk system.

Dersom separate røykventilasjonskanaler plasseres sammen med de vanlige ventilasjonskanalene, bør de skilles fra hverandre med minst brannklasse A 30.

Vifte for røykventilasjon bør dimensjoneres med lav trykklifferanse over viften og utstyres med innretning som hindrer reversering av luftstrømmen. Viftemotoren bør man plassere på utsiden av viftehuset. Elektrisk kabel og kontrollkabel til viften bør monteres eller beskyttes mot brannpåvirkning på en slik måte at de er funksjonsdyktige i minst 30 min. Viften skal startes automatisk av røykdetektorer og av manuelle brannvarsler. Brannvarslere skal plasseres ved kontrolltavlen og ellers strategisk rundt i lokalet. Ved feil eller kortslutning av kontrollkabelen, skal viften starte automatisk.

Kontrolltavlen skal ha signalutstyr som viser status for anlegget. Eksisterende ventilasjonsanlegg kan oppgraderes til også å benyttes til røykventilasjon. Dette innebærer at anlegget må dimensjoneres for vesentlig større luftmengder og høyere temperaturer. Viften må kunne kapasitetsstyres, og brannspjeld som sitter i tilknytning til andre brannceller eller resirkulasjonskanaler, må stenge automatisk ved deteksjon av brann. Kapasiteten som man oppnår på denne måten, er sjelden fullt tilstrekkelig. Tilleggsinstallasjoner er nødvendig.

4 Mekanisk røykventilasjon av lager

41 Inventar

Et lager skiller seg fra et industrilokale ved at inventaret ofte stables eller plasseres på reoler helt opp mot takkonstruksjonen. Ved en brann oppe i en slik reol vil ikke den røykmengden som utvikles fra en gitt brannflate, bli nevneverdig større enn for en brann nær golvflaten, men temperaturen på røykgassen blir høyere. Dette har betydning for den mekaniske røykventilasjonen.

Røykgasstemperaturen har betydning for hva slags brennbart materiale som kan lagres i den røykfylte sonen. Dersom materialets antennelsestemperatur er lavere enn røykgasstemperaturen, kan det føre til spontanantennelse og overtenning av hele lokalet.

42 Beregning av røykgasstemperatur

Temperaturen i røykgassen kan finnes i pkt. 23 som en funksjon av karakteristisk brannflate og høyden på

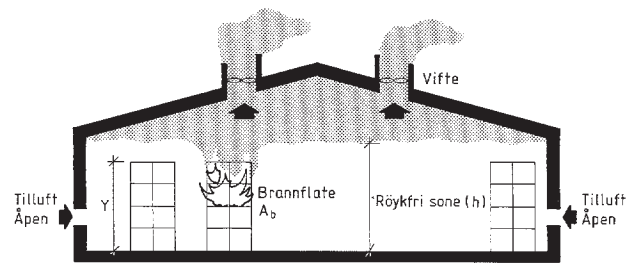


Fig. 41
Mekanisk røykventilasjon i lager

røykfrie soner. Avhengig av lagringshøyden kan røykgasstemperaturen korrigeres ved en faktor K_t som kan tas fra tabell 42.

Tabell 42
Korreksjonsfaktor K_t er avhengig av lagringshøyden på det brennbare inventaret

Lagringshøyde, Y M	K_t
$Y < 1,2$	1,0
$1,2 < Y < 2,5$	1,4
$2,5 < Y < 5,0$	1,8
$5,0 < Y < 7,5$	2,2
$7,5 < Y < 10,0$	2,4
$Y < 10,0$	2,5

Temperatur på røykgass i et lager vil da bli:

$$T_L = T \cdot K_t$$

T_L = røykgasstemperatur, lager

T = temperatur, pkt. 23

K_t = faktor, tabell 42

43 Beregning av avsugsmengde

Som beskrevet i pkt. 41, vil en brann i et lager gi høyere røykgasstemperatur enn i en typisk industribrann. Nødvendig avsugsmengde må da korrigeres med en faktor K_L slik at:

$$V_L = V_u \cdot K_L$$

V_L = avsugsmengde, lager

V_u = avsugsmengde, tabell 22

K_L = korreksjonsfaktor

Korreksjonsfaktoren K_L kan tas fra tabell 43.

Tabell 43
Korreksjonsfaktor K_L for avsugsmengden i et lager som en funksjon av røykgasstemperatur T (pkt 23) og lagringshøyde

Røyk- Gass- Tempe- Ratur	Volumkorreksjonsfaktor K_L				
	Korreksjonsfaktor K_t^*				
°C	1,4	1,8	2,2	2,4	2,5
75	1,08	1,16	1,24	1,28	1,30
100	1,10	1,20	1,30	1,35	1,38
125	1,25	1,24	1,35	1,41	1,44
150	1,13	1,27	1,40	1,47	1,50
175	1,15	1,29	1,44	1,52	1,55
200	1,16	1,32	1,48	1,56	1,60
300	1,20	1,40	1,60	1,70	1,75

(* Se tabell 42.)

Ved høy temperatur på røykgassen må faren for overtenning vurderes nærmere.

5 Røykventilasjon av garasje

Det er i dette avsnittet forutsatt at garasjen brukes til oppstillingsplass for vanlige personbiler. Brukes garasjen til store lastebiler, kan lasten representere en vesentlig større brannbelastning, og rommet må derfor røykventileres som om det er et lager.

51 Naturlig ventilasjon

Ligger garasjen over terreng og minimum 1/3 av veggflaten er åpen, angir byggeforskriften at dette vil gi tilstrekkelig bortlufting av røyk og branngasser. I det tilfellet er det ikke behov for ytterligere tiltak for røykventilasjon.

52 Røykventilasjon

Røykventilasjon kan ifølge byggeforskriften erstatte sprinkleranlegg ved bruttoareal inntil 3 600 m². Nødvendig ventilert røykmengde bestemmes ut fra en karakteristisk brannflate $A_b = 15 \text{ m}^2$. Nødvendige avsugsmengder til mekanisk røykventilasjon kan tas fra tabell 22. Personssikkerheten ved rømning har primært sammenheng med røygassens horisontalutbredelse og stabilitet. Røykskjermer må derfor monteres med passende avstand slik at røyknedfall unngås. En garasje må av den grunn røykseksjoneres i arealer som har en størrelse som er i henhold til krav beskrevet i pkt. 1, eller som kan finnes ved særskilt beregning av horisontal stabilitet. Nødvendig avsugsmengde må kunne konsentreres til hver enkelt røykseksjon.

Ved takhøyder mindre enn 3 m vil røykseksjonering bli for omfattende, slik at det rent praktisk vil bli meget vanskelig å utføre røykventilasjon. I disse tilfellene anbefales det å sprinkle garasjene.

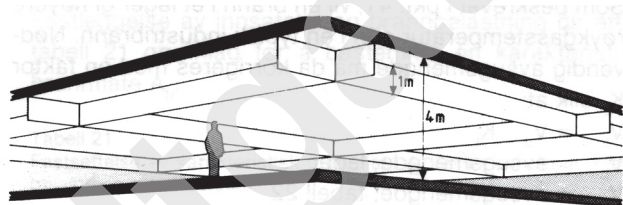


Fig. 52
Mekanisk røykventilasjon i garasje

6 Røykventilasjon av trapperom

Røykventilasjon av trapperom kan skje på to måter: enten ved at trapperommet settes under et overtrykk i forhold til de andre branncellene (som vil hindre røyk i å komme inn i trapperommet), eller ved å ventilere ut røyk som har kommet inn i trapperommet pga. utettheter, åpne dører osv. Røykkontroll av trapperom representerer det førstnevnte prinsippet og er et betydelig fremskritt med tanke på personsikring i høye hus og bygninger med stor persontetthet. Riktig dimensjonert og utført vil trapperommet være en sikker og røykfri rømningsveg.

De typer trapperom som er aktuelle, er først og fremst lukket eller branntrygt trapperom.

Branntrygt trapperom med røykkontroll bør kunne side-stilles med og brukes i de samme tilfellene som krever røykfrie trapperom.

Ved røykdeteksjon i bygningen må trapperommet settes under overtrykk ved at friskluft trykkes inn. Vifteplassering ved bakkeplanet gir enkelt tilsyn og vedlikehold, samtidig som rømning vil skje i retning friskluft. Dører fra korridor eller brannceller, bortsett fra dør til leilighet, skal slå ut i trapperommet.

Overtrykket i trapperommet må være tilstrekkelig til å motvirke røykinntrengning via spalter rundt dører, samt at anslagsvis to dører vil kunne være åpne pga. rømning. Et overtrykk på 50 Pa i forhold til tiliggende brannceller, vil i de fleste tilfellene være tilstrekkelig. Nødvendig kapasitet på vifte vil være 4 m³/s (basert på 2 åpne dører à 2 m²). For å sikre at dørene inn i trapperommet lar seg åpne i et rømningstilfelle og ventilere bort tilfeldig røyk, bør det monteres et avlastningsspjeld i toppen av trapperommet. Spjeldet bør åpne ved ca. 50 Pa overtrykk.

Det anbefales ikke å utføre et trapperom med en mekanisk avsugsvifte. Dette vil skape undertrykk i trapperommet i forhold til branncellen og derved mer røyk ut i trapperommet.

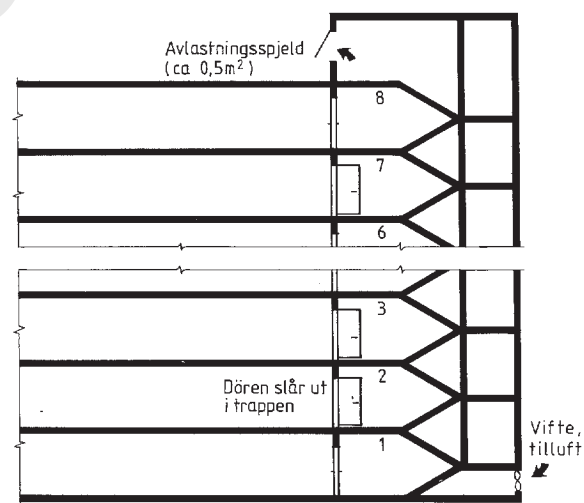


Fig. 6
Mekanisk røykventilasjon med røykkontroll i trapperom

7 Referanser

71 Forfatter og redaksjon

Bladet er skrevet av Pål Cappelen og Philip Mitusch. Det er redigert av Jan Chr. Krohn. Redaksjonen ble avsluttet i desember 1989.

72 Litteratur

721 Jensen, G., Meland, Ø., Skåret, E. Røykkontroll. Personssikkerhet ved brann i bygninger. Skårland Press, 1989