



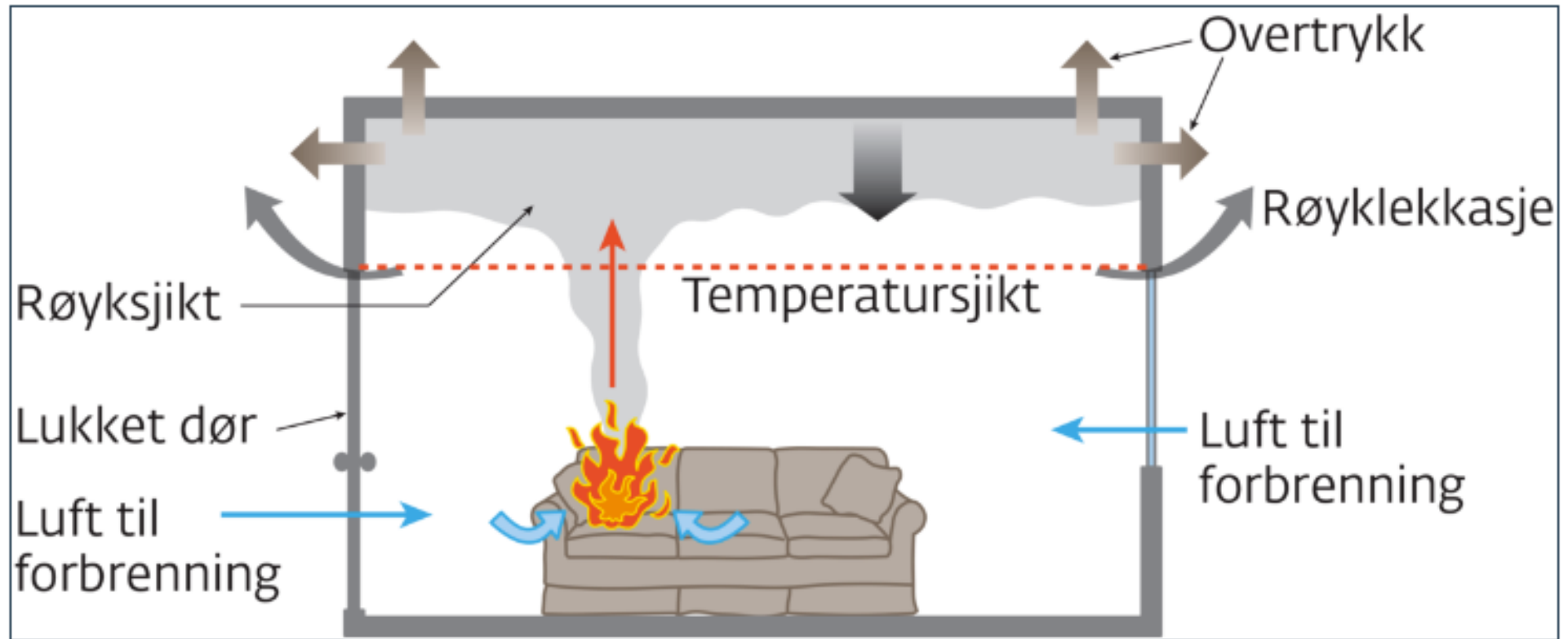
Brann- og røykspredning i ventilasjonskanaler

Hugo Haug
seniorrådgiver brannteknikk
Oslobygg KF

Februar 2023



Hvor blir det av røyk og branngasser, og hvordan få kontroll over dette?



Røysjikt

Av David Keeping/Norsk brannvernforening.

Delprosjekt (FoU-prosjekt gjennom Forskningsrådet): Effektiv røykventilering av små branner i skolebygg

Mål:

- ▶ Bruke eksisterende balanserte ventilasjonssystemer for å kontrollere røyk og trykk



RI
SE



TRONDHEIM
KOMMUNE



BERGEN
KOMMUNE

TROX[®] TECHNIK
Auranor



Oslo

Først litt historikk

- ▶ BRAVENT (Brann- og røykspredning i ventilasjonskanaler) startet vår 2017
- ▶ Undersøke effekten og nødvendigheten av ulike tiltak og løsninger for å hindre brann- og røykspredning i ventilasjonsanlegg
- ▶ Del 1 har fokusert på effekten og nødvendigheten av brannisolasjon av ventilasjonskanaler
- ▶ Mellomprosjekt; Tetting av ventilasjonsfilter med brannrøyk
- ▶ Del 2 Effektiv røykventilering av små branner i skolebygg vil undersøke røykspredning i eksisterende ventilasjonsanlegg, og behovet for bypass-løsninger når ventilasjon går



STAVANGER KOMMUNE



TRONDHEIM KOMMUNE



HORDALAND
FYLKESKOMMUNE

Byggteknisk forskrift (TEK)

TEK 17 §11 -10 Tekniske installasjoner

- ▶ Tekniske installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at installasjonene ikke øker faren vesentlig for at brann oppstår eller at brann og røyk sprer seg.
- ▶ Installasjoner som er forutsatt å ha en funksjon under brann, skal være prosjektert og utført slik at deres funksjon opprettholdes i den tiden som er nødvendig.

Utdrag fra veiledningen til TEK

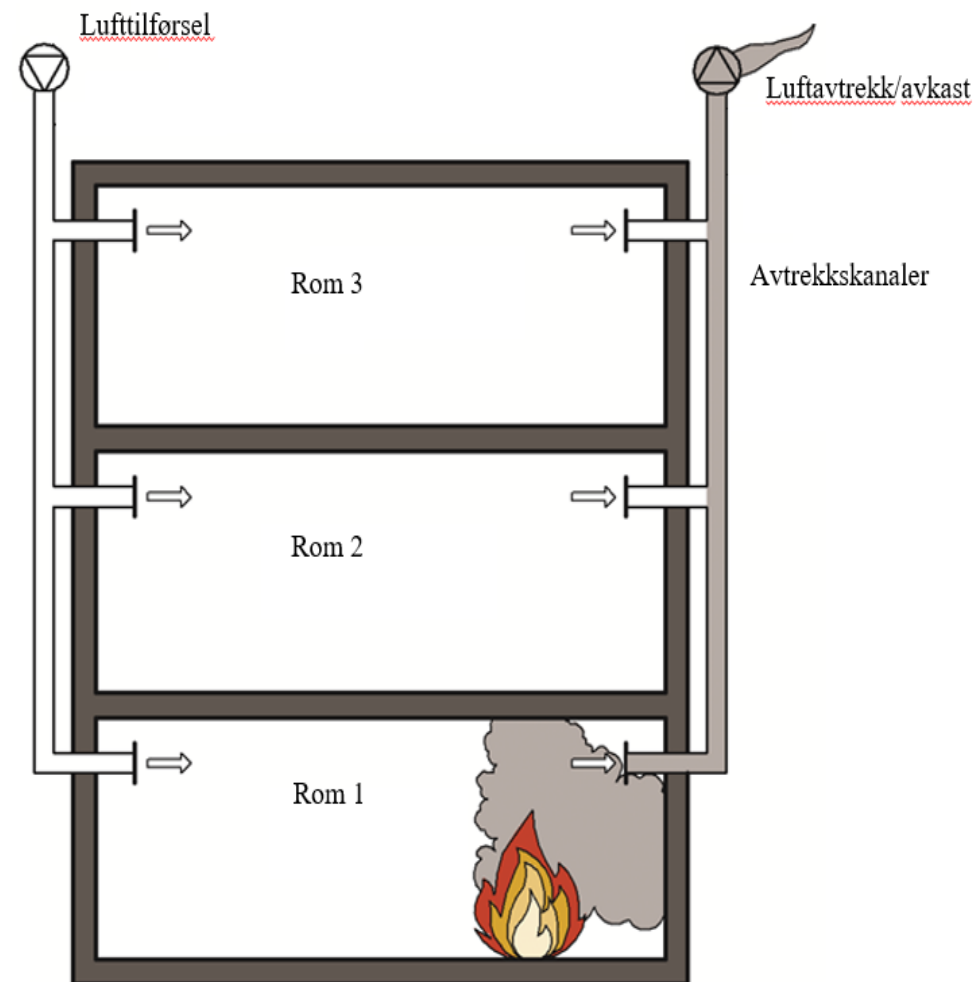
- ▶ Ventilasjonsanlegg må utføres slik at de ikke bidrar til brann- eller røykspredning i byggverket via kanalnett, på grunn av utettheter ved gjennomføringer i brannskillende bygningsdeler, eller på grunn av varmeledning i kanalgodset.

Byggeforskrift nov.1984 (BF85)

kap.30 Brannvern viser til kap.47:1

Tekniske installasjoner: Ventilasjonsanlegget skal være slik utført at det ikke medfører økt risiko for brann.

Der ventilasjonskanaler skal fungere som avtrekk for røyk skal ikke brannspjeld eller annen form for selvlukkende spjeld monteres i kanalen.

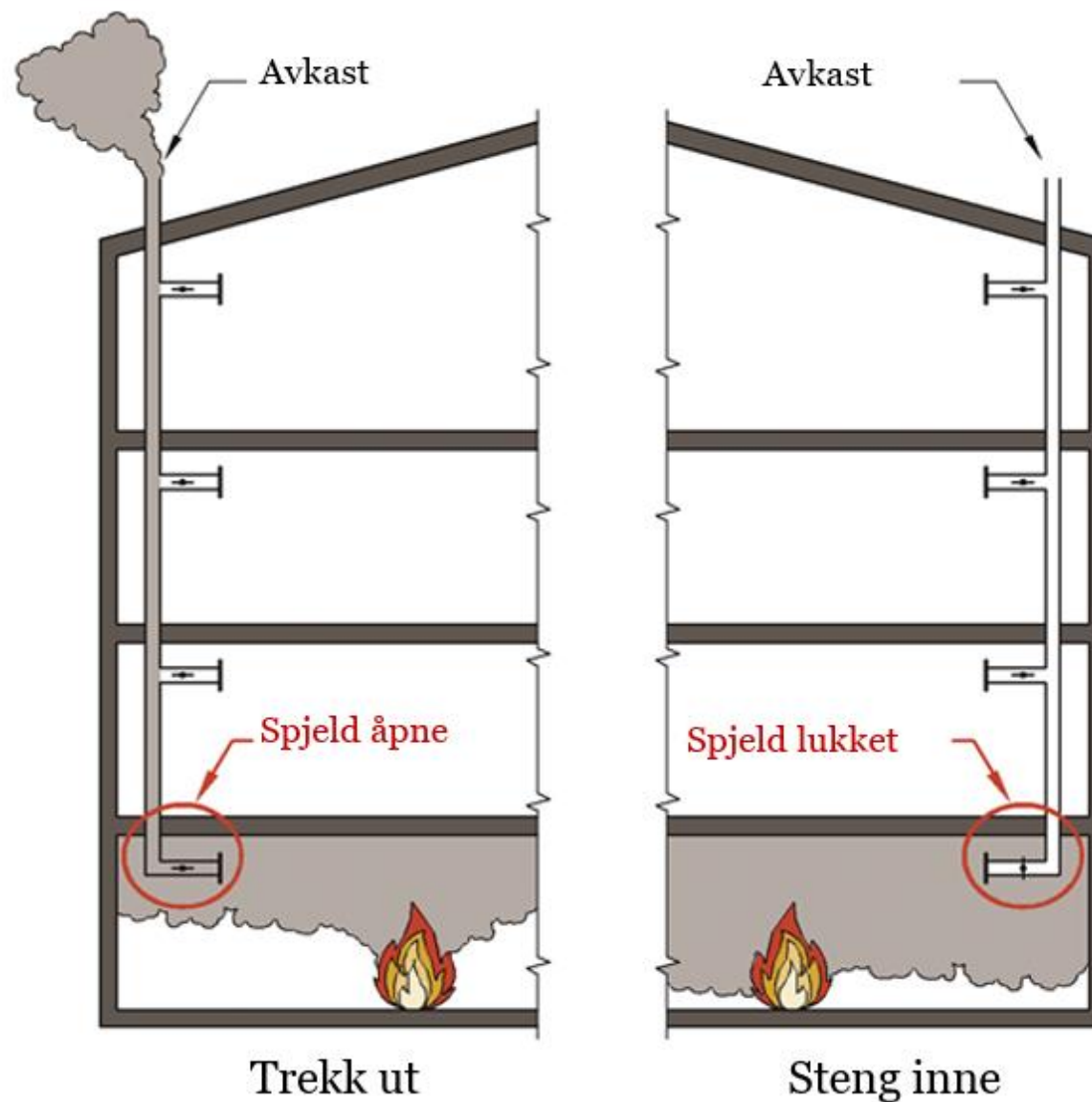


Hvordan løser man dette i praksis?

Hovedstrategier for røykkontroll, prinsipp

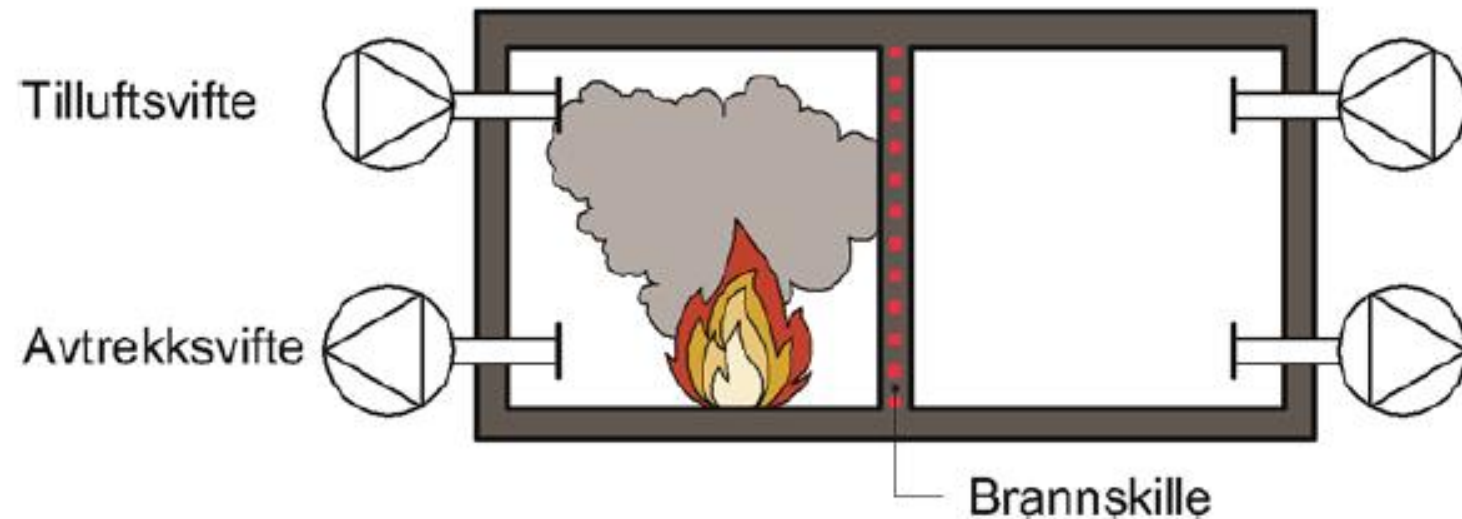
- ▶ Steng inne: Slå av ventilasjonen ved brann, og deretter steng brannspjeld.
- ▶ Trekk ut: Holde viftene i drift under en brannhendelse.

Kan trekk-ut-strategien benyttes i balanserte behovstyrte ventilasjonsanlegg ved småbranner i skolebygg?



Separate ventilasjonsanlegg i hver branncelle

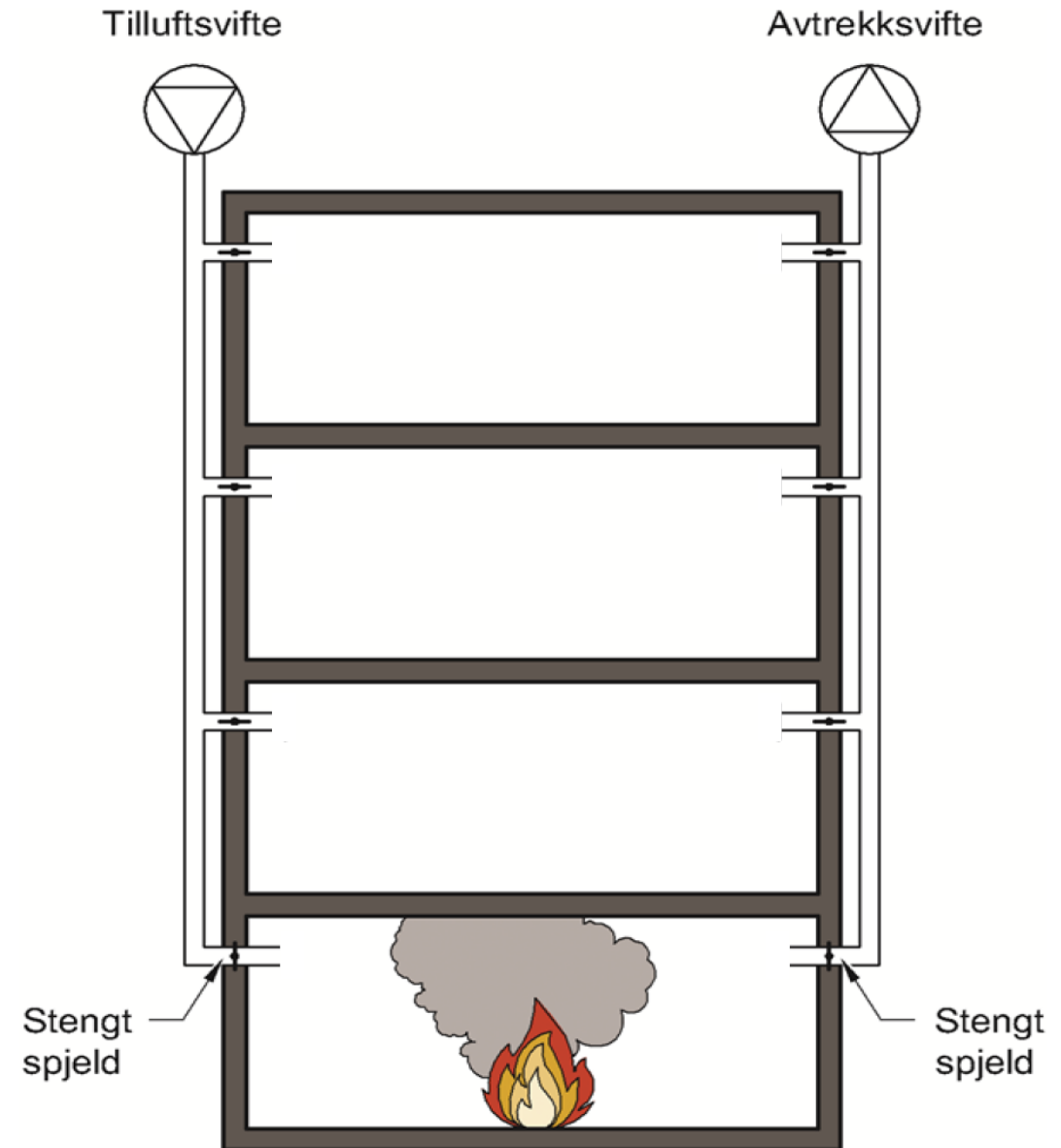
- ▶ Ingen forbindelse mellom branncellene
- ▶ Dermed ikke mulig at røyk eller brann sprer til en annen branncelle gjennom ventilasjonsanlegget.
- ▶ Lite anvendbart for større bygg



Figur hentet fra byggdetaljblad
520.352

Steng inne - strategi

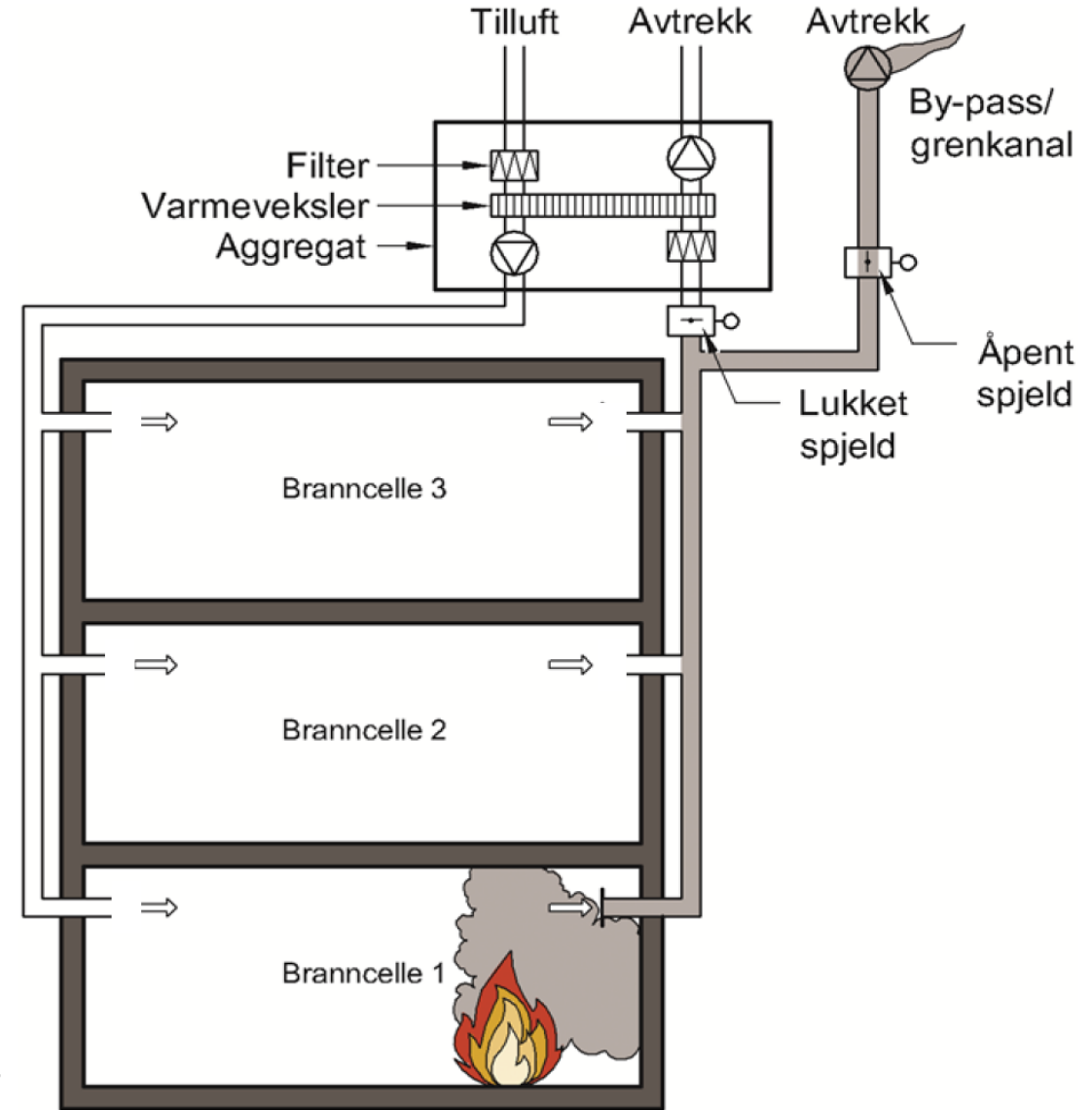
- ▶ Ventilasjonsanlegget har installerte brannspjeld alle steder hvor ventilasjonskanaler krysser en brannskillende konstruksjon.
- ▶ Ved brann stenges ventilasjonsanlegget av, og brannspjeld lukkes.
- ▶ Tanken er at røyken da stenges inne i branncellen
- ▶ Ikke behov for å isolere ventilasjonskanaler, fordi det ikke fraktes varm røyk gjennom de.



Figur hentet fra byggdetaljblad
520.352

Trekk ut-strategi

- ▶ Ventilasjonsanlegget skal være i drift under brann.
- ▶ Strategien er å transportere røyken ut av bygningen på en kontrollert måte.
- ▶ Varm røyk som trekkes gjennom kanalene varmer opp kanalgodset.
- ▶ Etter forskriften må man sørge for at brann ikke kan spre seg gjennom varmeledning i kanalgodset. I praksis benyttes brannisolering av kanalene.
- ▶ For å unngå at filter tettes og motor overopphetes, installeres det et by-pass system som leder røyk utenom ventilasjonsfilter ved brann.



Figur hentet fra byggdetaljblad
520.352

Bakgrunnen for hovedprosjektet

Hvorfor ha et prosjekt om ventilasjonsanlegg og brann når det finnes beskrivelser på hvordan dette kan løses i byggforskblad allerede?

- Løsningene som er foreslått er i liten grad dokumenterte.
- Dette skaper usikkerhet blant rådgivere om hvilken løsning som bør velges.
- Løsningene som er foreslått koster mye penger (brannisolering, bypass ved trekk-ut-strategi, brannspjeld ved steng-inne-strategi).
- Plasskrevende i areal, høyde og volum (plass koster!)
- Ventilasjonsbransjen har tidligere hatt lite fokus på å dokumentere sine erfaringer rundt de forskjellige løsningene.



pixabay.com

520.352



Brannsikring og røyksikring av balanserte ventilasjonsanlegg

April 2018

MERKNAD TIL ANVISNINGEN:

Brannisolering av kanaler

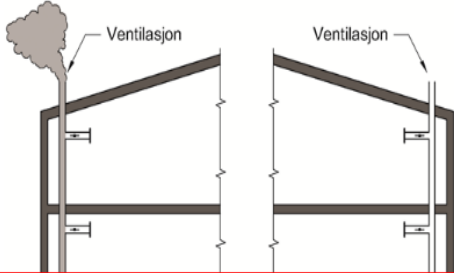
Vi gjør oppmerksom på at det er publisert nye resultater fra prosjektet BRAVENT - Brannspredning i ventilasjonskanaler. Rapporten finner man her:
<https://rise.no/media/publikasjoner/upload/2019/2019-12-bravent-rapport-2-brannspredning-i-ventilasjonskanaler.pdf> . På bakgrunn av dette vurderer vi å revidere anvisningen.

Innhold

Denne anvisningen viser eksempler på løsninger for balanserte ventilasjonsanlegg som tilfredsstiller de branntekniske kravene i byggeteknisk forskrift (TEK17). Anvisningen legger vekt på:

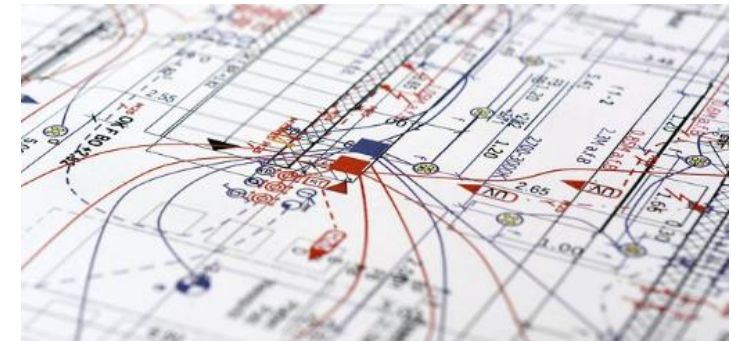
- bruksområder, samt fordeler og ulemper ved de ulike løsningene
- funksjon og utforming
- krav til materialer
- valg av brann- og røykspjeld og valg av brannspjeld
- brannisolering
- generelle brannsikringstiltak, som branntetting

Anvisningen omtaler også brannsikring av kjøkkenavtrekk.



Hva er behovet for isolering?

- ▶ Hva finnes det av brennbare materialer i nærheten av ventilasjonskanaler? Overflater i himlingsrom, kabler, etc.?
- ▶ Kan stråling fra en kanal med røykgasstemperatur 160 °C antenne brennbart materiale i nærheten? For materialer som fysisk ikke ligger inntil kanalgodset, så er det stråling som er relevant.
- ▶ Hvor varm blir overflaten på en kanal under en brann?
- ▶ Hvor raskt avkjøles den? For hvor stor del av kanalen er dette kritisk?



Isolering av kanaler

- Byggdetaljblad 520.352 anbefaler:
 - Isolering av kanaler i sin fulle lengde
 - Røykgasstemperaturen må være mindre enn 160 °C for at isolasjon ikke er nødvendig.

- 160 °C kommer fra NS- EN 1366

(Prøving av brannmotstanden til tekniske installasjoner – del 1 ventilasjonskanaler) der overflatetemperaturer på kanaler ikke tillates å øke mer enn 140 ° i gjennomsnitt.

Med en romtemperatur fra 20°C ender vi da opp på 160 °C.

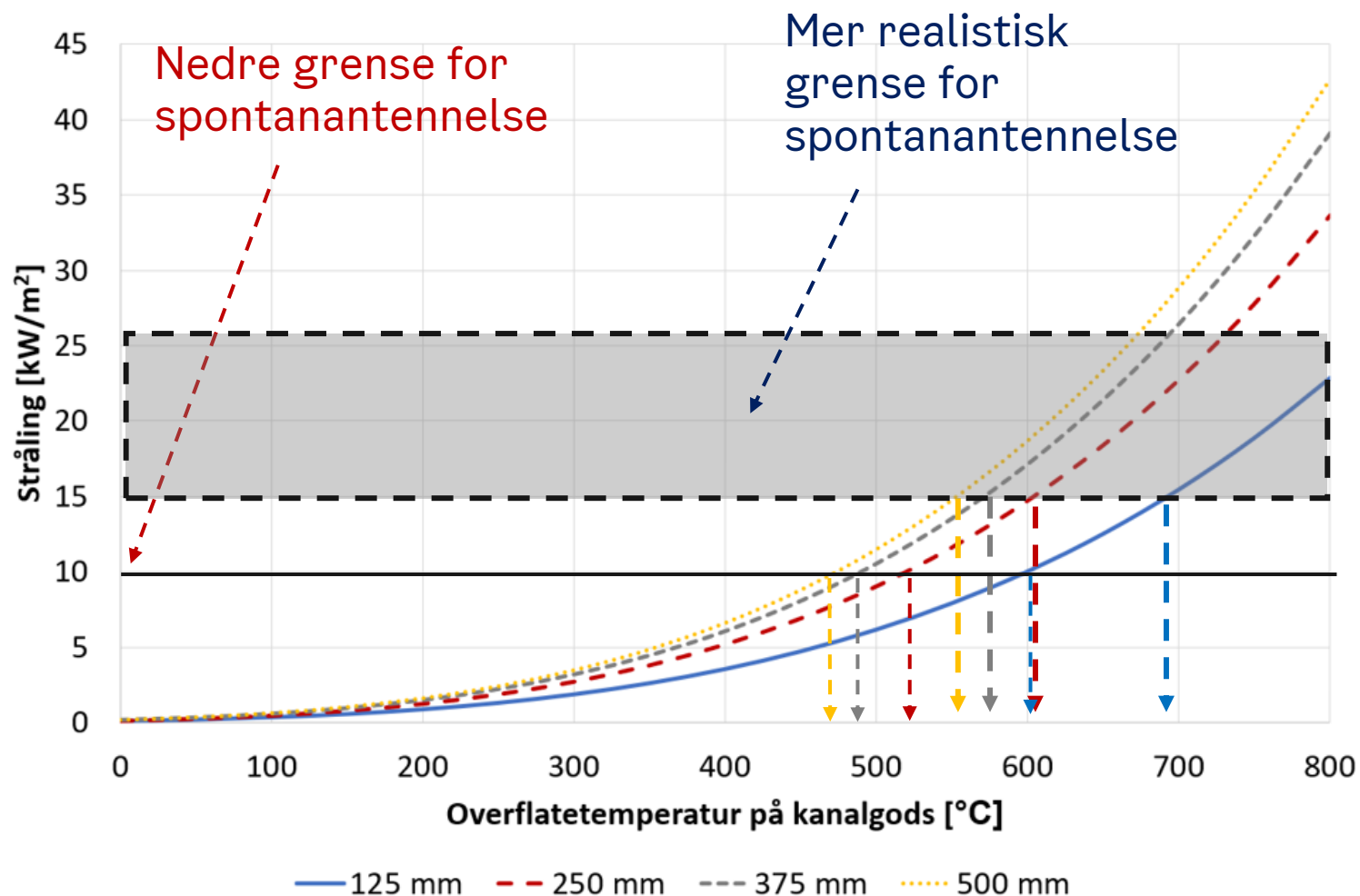
- Men er dette realistisk?

Temperatur (°C)	Brannteknisk krav til isolering
< 160	Ingen krav
≤ 738	EI 15
≤ 842	EI 30
≤ 945	EI 60



Resultater – stråling fra varm overflate

Forskjell på teori og praksis



Stråling på materialelement normalt på uisolert kanal. I beregningene er det benyttet en emissivitet lik 0,8 og en avstand på 10 cm som gir synsfaktor 0,38, 0,56, 0,65 og 0,71 for henholdsvis 125 mm, 250 mm, 375 mm og 500 mm kanal.

Kan stråling fra en kanal med røykgass-temperatur 160 °C antenne brennbart materiale?

Kritisk grense for spontanantennelse ligger mye høyere enn det strålingen fra en kanal med røykgasstemperatur 160 °C gir.

Hva oppnår man i en reell situasjon?

Gjennomførte tester – uisolert rør u/innblanding

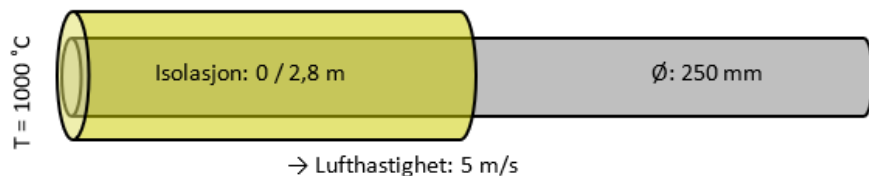
- 6 m rør
- Både 125 mm kanal og 250 mm kanal
- Ulike temperaturer
- Ulike ventilasjonshastigheter



Temperaturer uten et innblandingspunkt

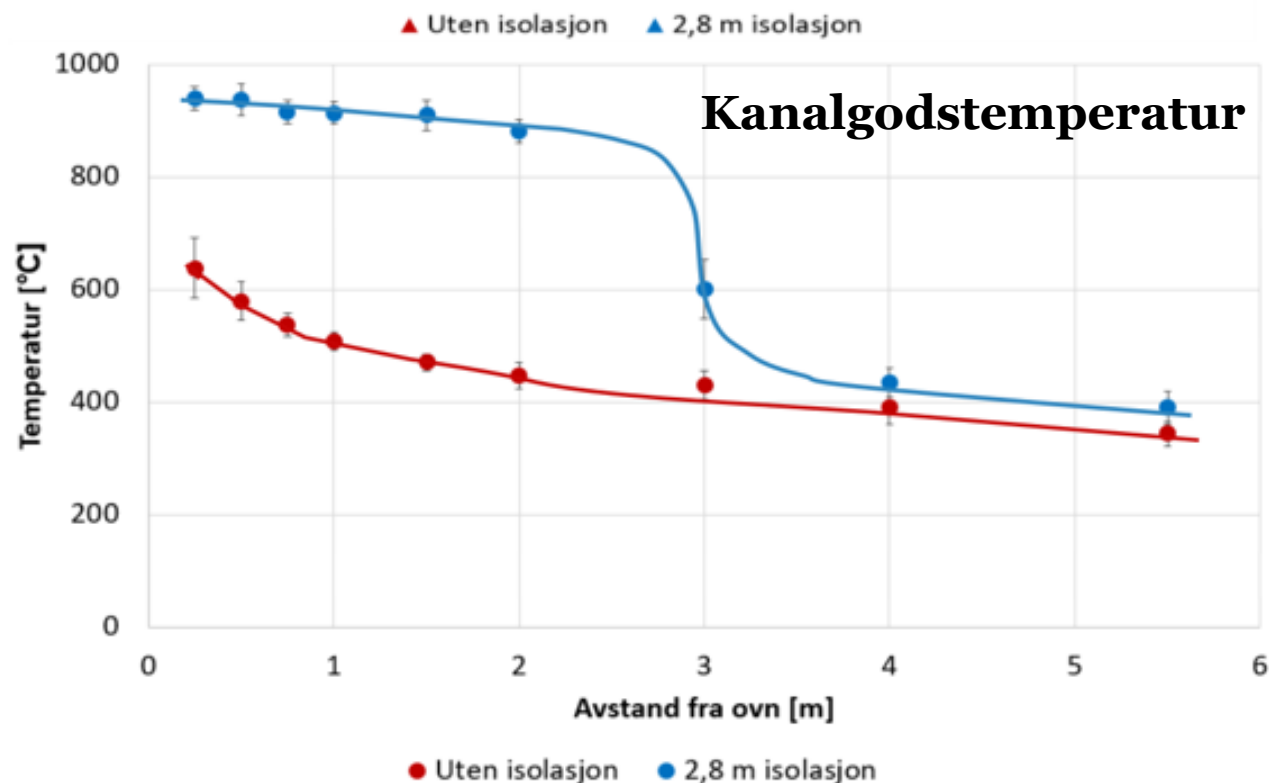
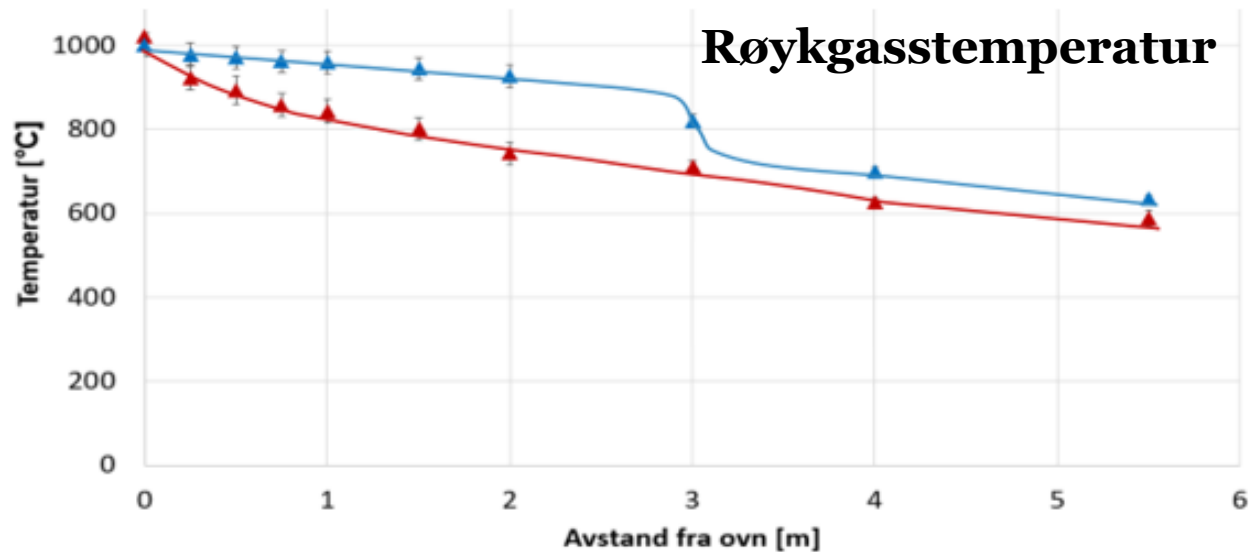
Isolert kanal

- Liten reduksjon av røykgasstemperatur
- Røykgasstemperatur $\approx$ godstemperatur
- Flytter i stor grad varmefronten til der isolasjonen opphører.
- Å isolere 1 eller 2 m med 80 mm isolasjon forflytter bare problemet!



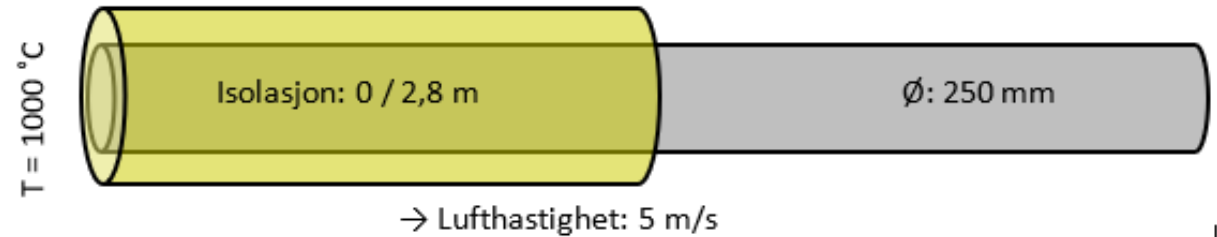
Uisolert kanal

- Betydelig forskjell på røykgasstemperatur og godstemperatur
- Temperaturen reduseres raskt med økende avstand fra ovnen
- Kun innenfor 1 - 2 m fra ovnen har vi temperaturer som overgår det vi har estimert som kritiske overflatetemperaturer.



Resultater – isolert kontra uisolert

- ▶ Test etter ISO-kurve i 60 minutter
- ▶ Uisolert kanal ca. 560 grader ved 0,25 m avstand fra ovnen.
- ▶ 2,8 m isolert kanal: 560 grader ved 3 m avstand fra ovnen
- ▶ Varmefronten flyttes til der isolasjonen opphører



Resultater – innblanding av romtemperert luft

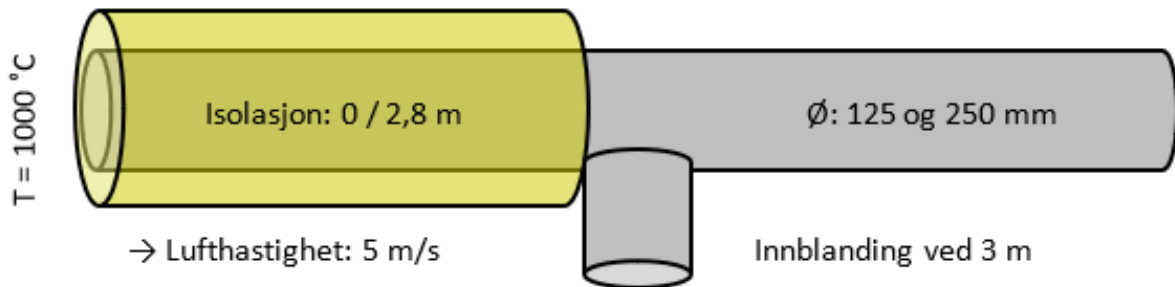
- Tester med 125 og 250 mm kanal
- 2,8 m A80 isolasjon
- Innblanding like etterpå



Resultater - innblanding

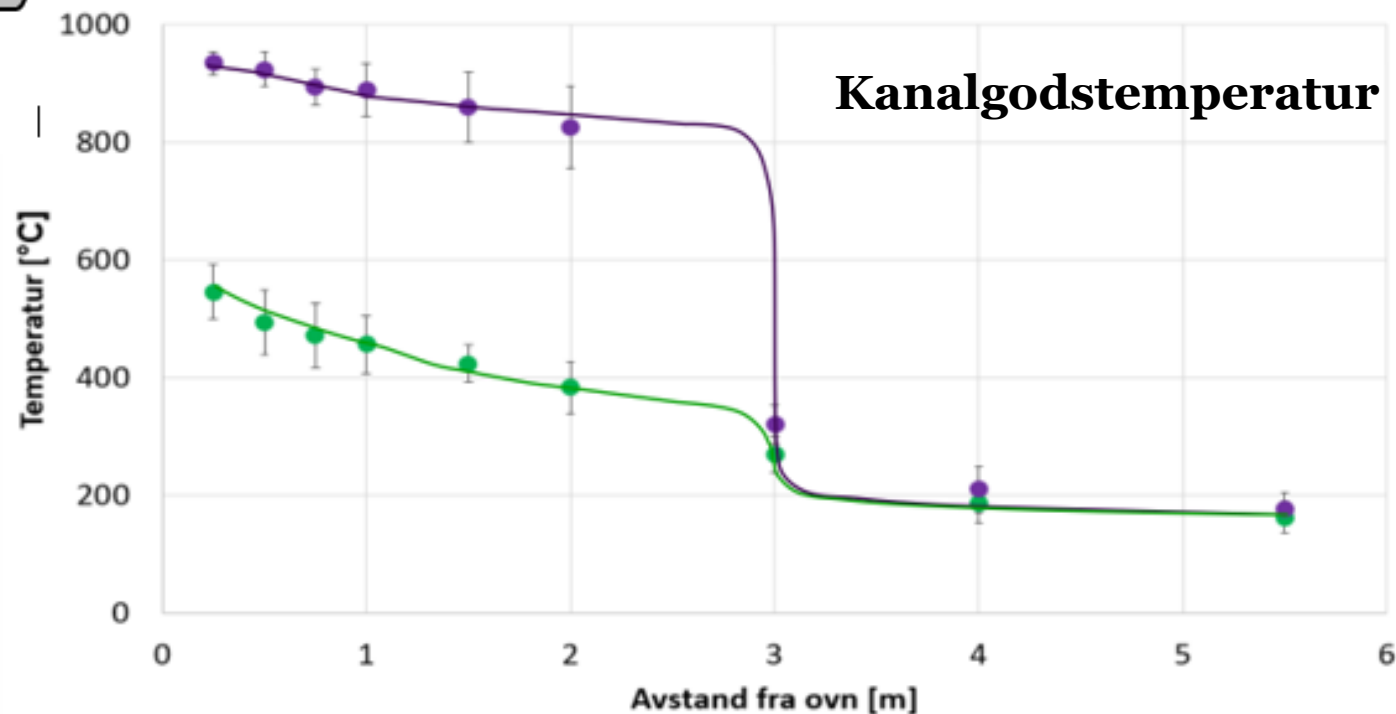
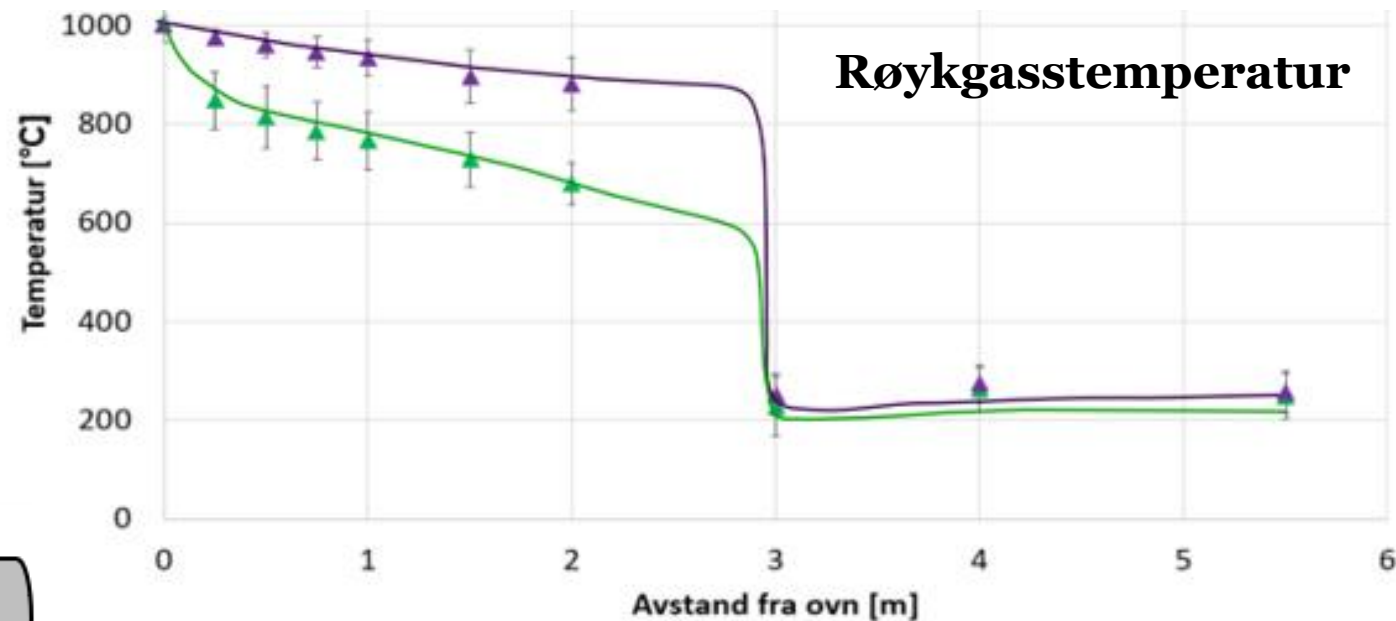
▲ 2,8 m isolert

▲ Uisolert



● 2,8 m isolert

● Uisolert



Resultater – innblanding

- Overflatetemperaturen er vesentlig lavere enn røykgasstemperaturen på uisolert del av kanal.
- Byggforsk sitt krav med røykgasstemperatur på 160 °C blir derfor veldig konservativt.
- Ved uisolert kanal med innblanding i et 1:1 forhold har vi en overflatetemperatur i enden av kanalen på **163 °C**!
- Ved isolert rør er temperaturen **178 °C** ved enden av kanalen.
- Uavhengig av om det er isolert eller ikke før innblandingspunktet, er godstemperaturen etter innblandingspunktet langt under det vi har estimert som kritiske overflatetemperaturer.



Uisolert kanal, innblandingspunkt ved 3 m

Røykgasstemperatur	Avstand fra ovn [m]									
	0,0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,5
Gjennomsnitt (n = 5)	1002	849	815	786	766	728	681	229	264	249
Standardavvik	38	59	63	59	58	56	43	60	44	46

Overflatetemperatur	Avstand fra ovn [m]									
	0,0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,5
Gjennomsnitt (n = 5)	-	546	494	472	457	424	383	269	186	163
Standardavvik	-	46	55	55	48	32	44	31	32	26

2,8 m isolert kanal, innblandingspunkt ved 3 m

Røykgasstemperatur	Avstand fra ovn [m]									
	0,0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,5
Gjennomsnitt (n=3)	1001	976	962	946	935	895	881	254	275	258
Standardavvik	15	17	25	32	37	54	54	42	39	43

Overflatetemperatur	Avstand fra ovn [m]									
	0,0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,5
Gjennomsnitt (n = 3)	-	935	925	895	890	861	825	321	211	178
Standardavvik	-	19	30	31	45	60	70	32	39	27

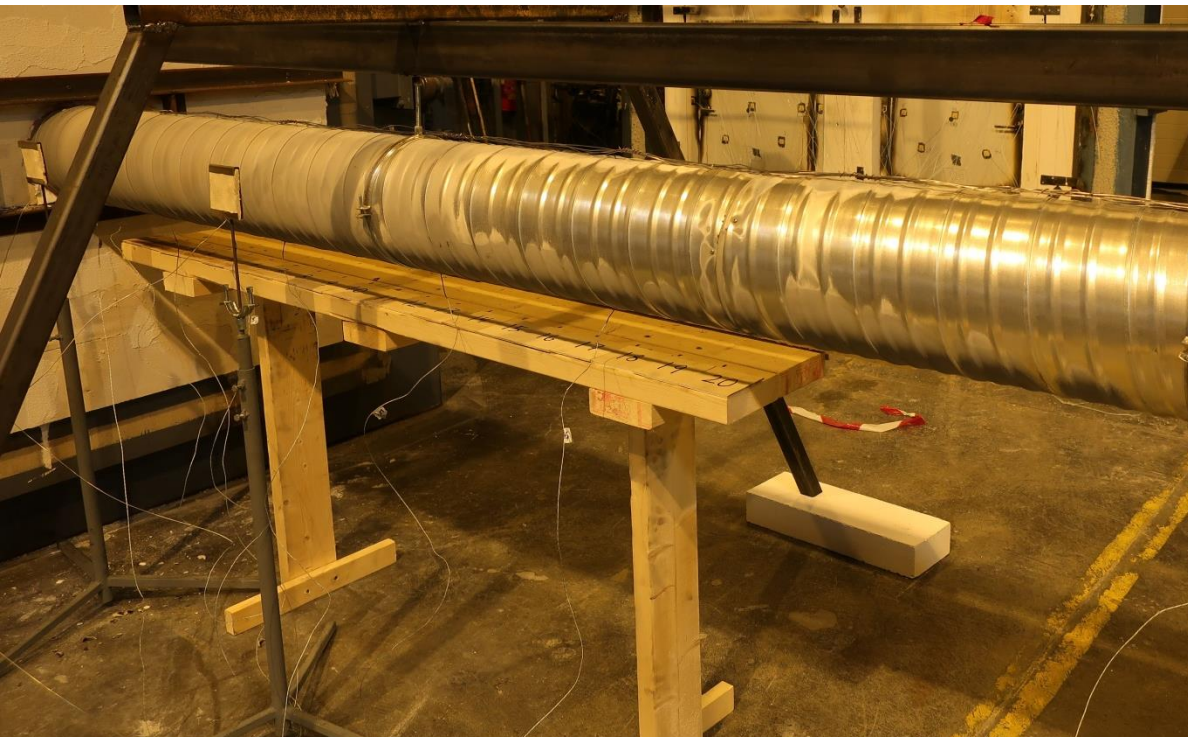
Varmestråling

3 mm kryssfinerplater ble plassert 5, 10 og 15 cm fra kanalen, og 25 cm fra ovn.

60 minutter ISO-kurvebrann

Strålingen er størst den første delen av kanalen. Resultatene er gyldige for kanaler med liten innelukking.

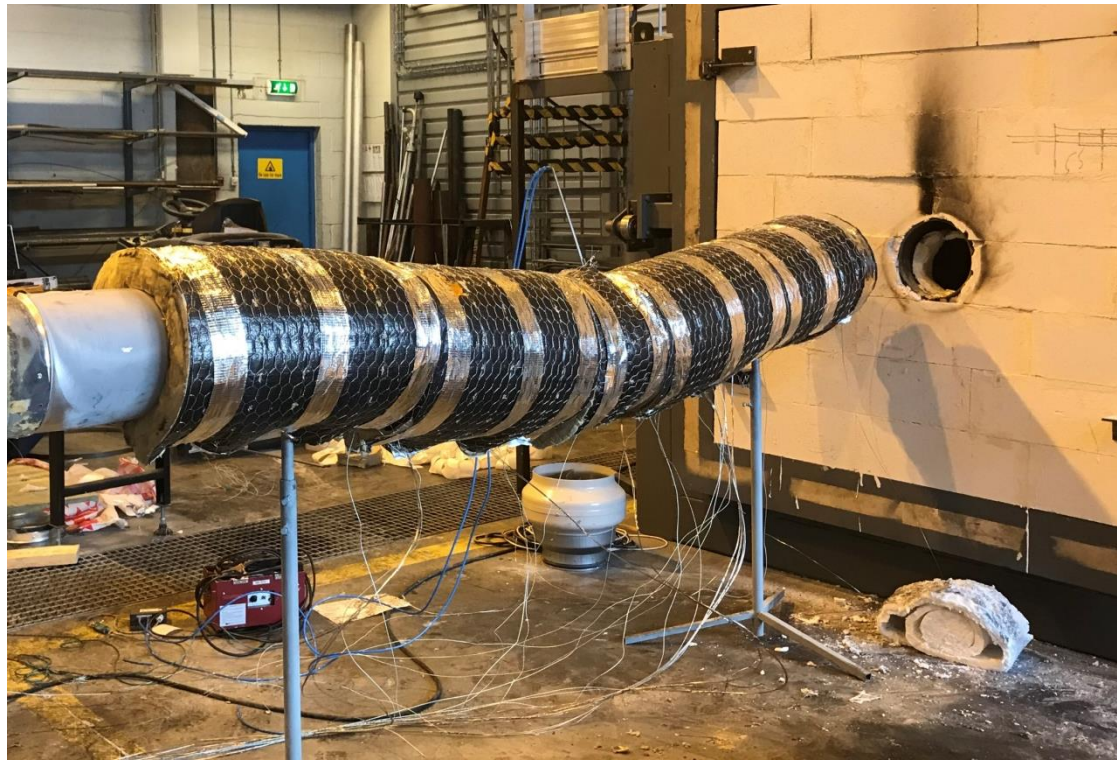
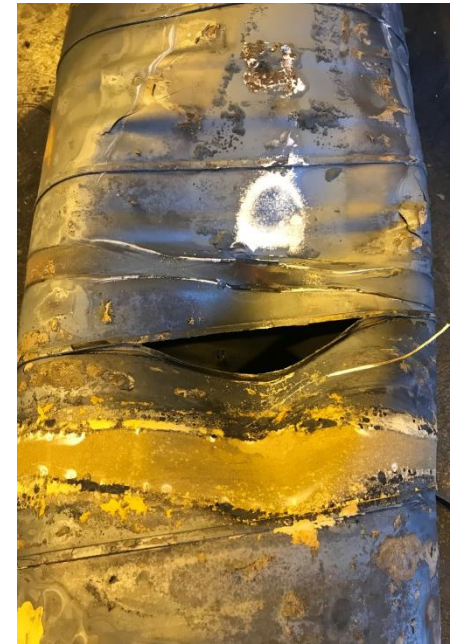
Avstand fra kanal	Forkulling	Misfarging	Uskadet
5 cm	25 - 125 cm	125 - 185 cm	Fra 185 cm
10 cm	25 - 45 cm	45 - 115 cm	Fra 115 cm
15 cm	Ingen forkulling	25 - 65 cm	Fra 65 cm



Skade på kanaler

Ved understøtting av kanaler

- Sig mellom støttepunkter
- Kanal klarte ikke å holde opp sin egen vekt når et støttepunkt ble fjernet.
- Tydelige hull observert



To ulike opphengsmåter

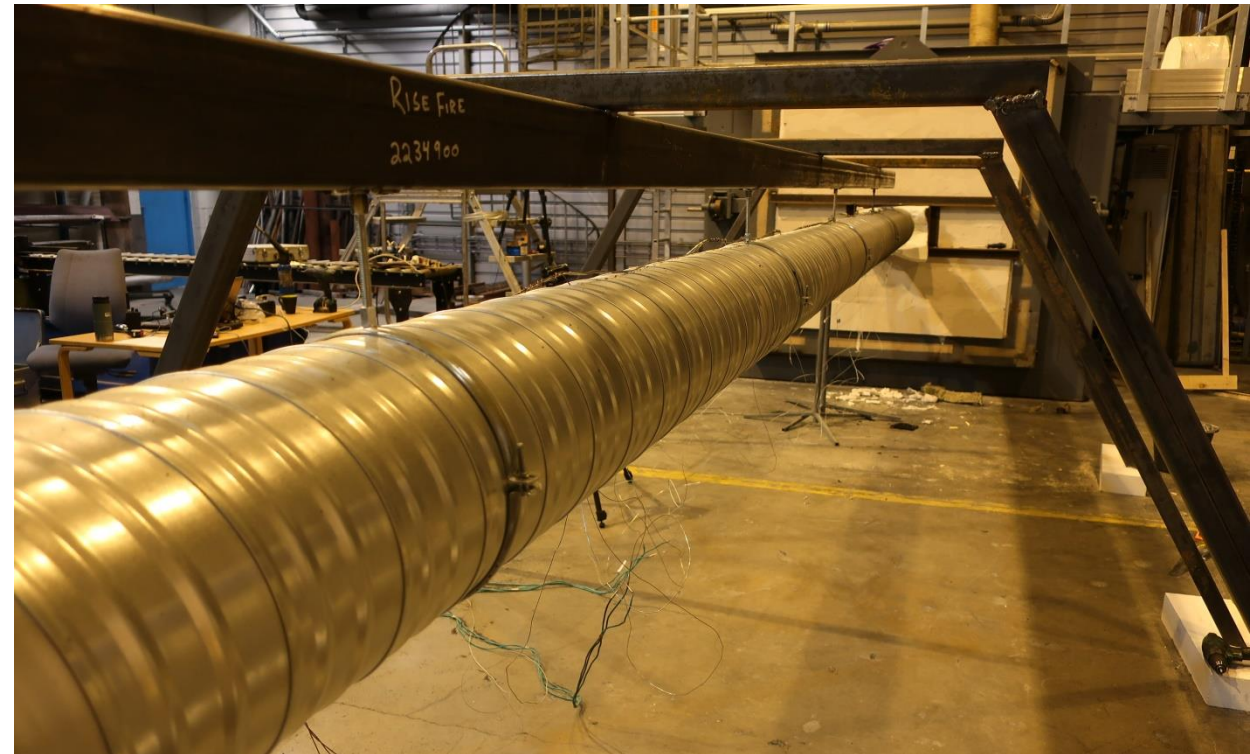
Støttebein under

- Ikke konsekvent avstand, men maksimal avstand 1,7 m.



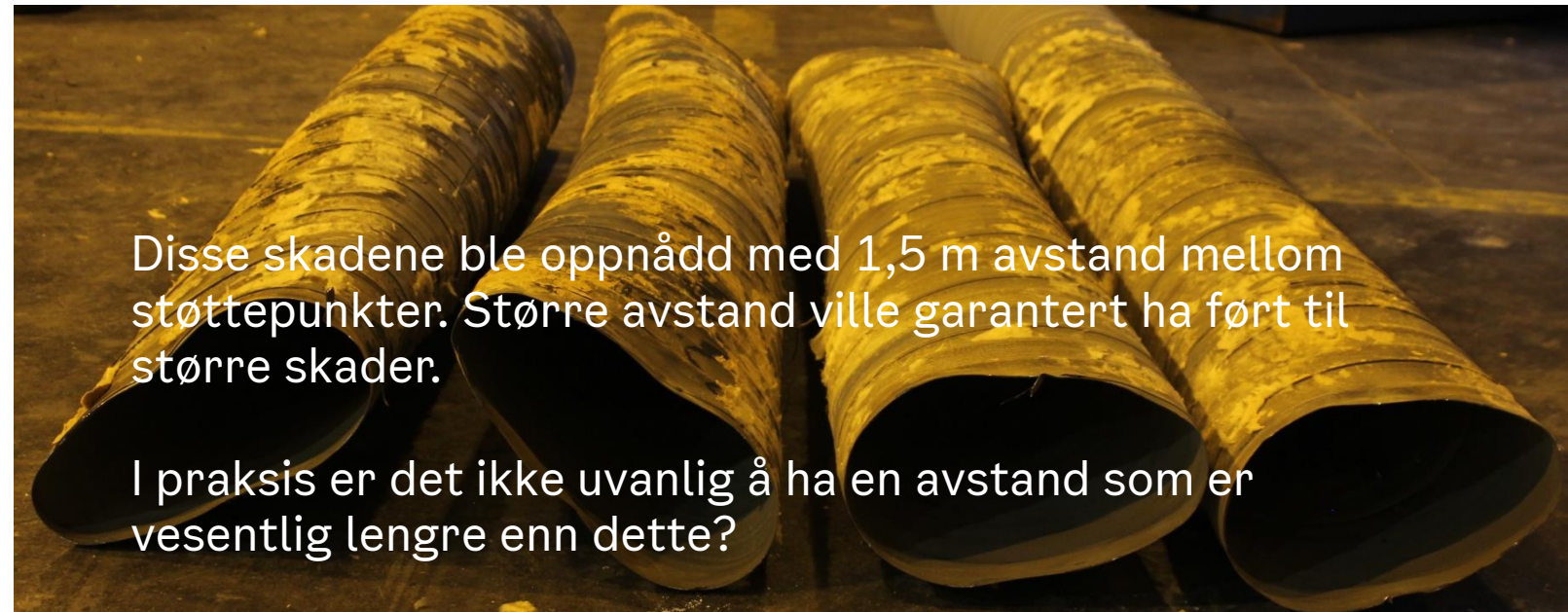
Oppheng ovenfra

- Maksimal avstand 1,5 m (isolert)
- Maksimal avstand 2,4 m (uisolert)



Skade på kanaler

- Stor skade i nærheten av opphengspunkter
- Ca. 25 % reduksjon av tverrsnittet
- Noe sig mellom festepunkter

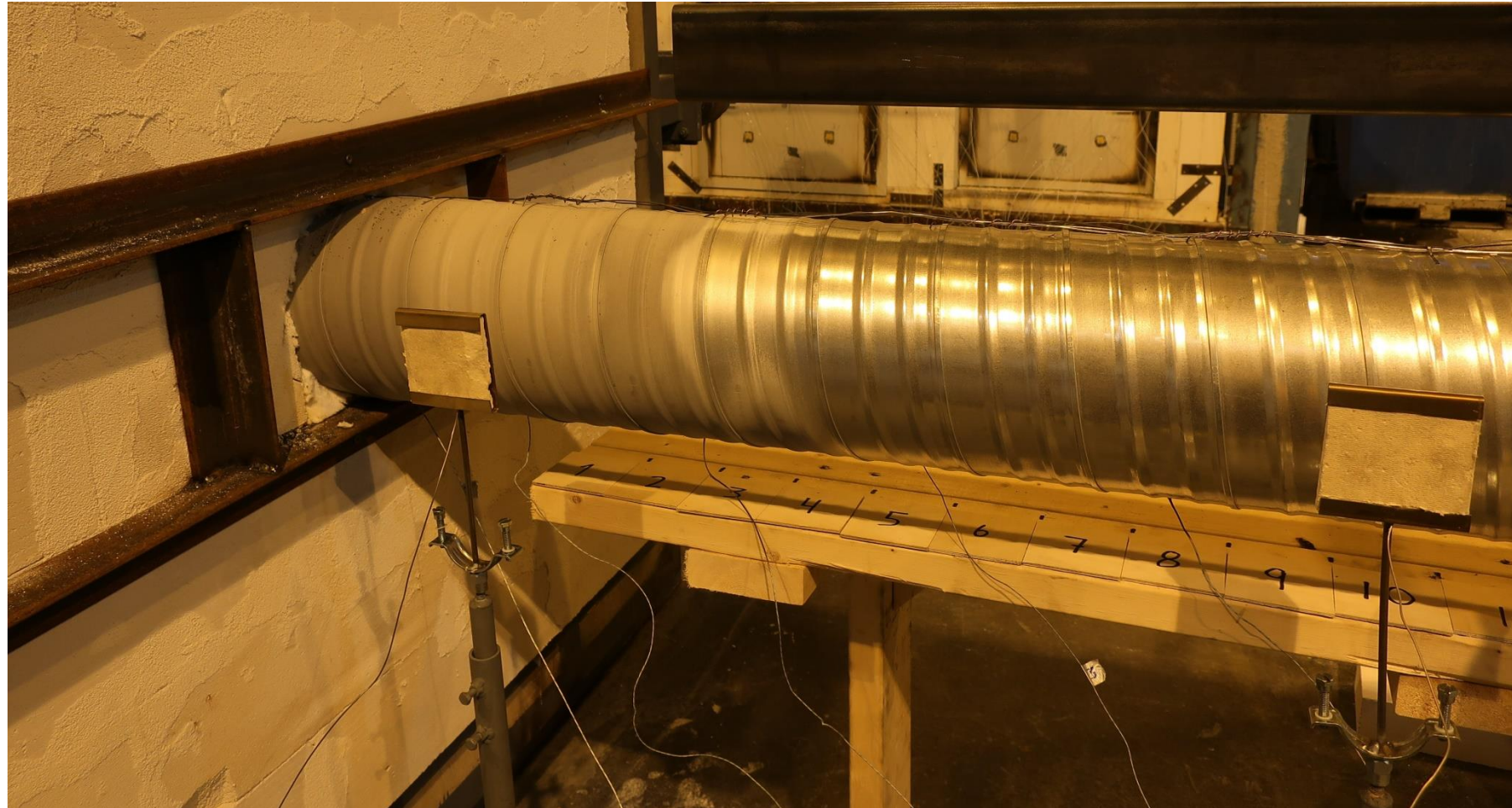


Disse skadene ble oppnådd med 1,5 m avstand mellom støttepunkter. Større avstand ville garantert ha ført til større skader.

I praksis er det ikke uvanlig å ha en avstand som er vesentlig lengre enn dette?

Uisolerte kanaler

- ▶ Opp til 2, 4 m avstand mellom støttepunkter
- ▶ Temperatur opp til 1200 °C
- ▶ Ingen fysisk skade, men misfarging



Hovedfunn del 1

1. Ingen grunn til å fullisolere kanaler.
2. Temperaturen på en kanal like utenfor en branncelle, eller like etter der isolasjonen opphører, er så varm at tiltak må gjennomføres (gitt at det er brennbare materialer i nærheten).
3. 80 mm isolasjon kan skade kanalen - alternative løsninger bør vurderes.
4. Røykgasstemperatur på 160 grader som grense for når isolasjon kan fjernes er veldig konservativt.



pixabay.com

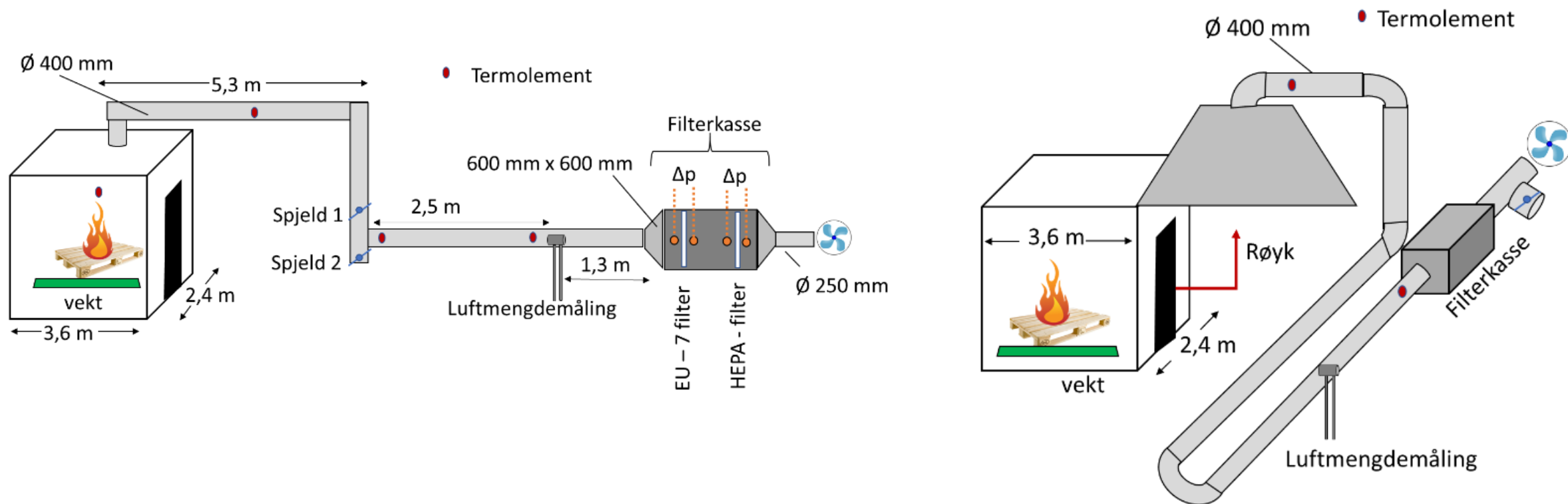


pixabay.com



Oslo

Mellomprosjekt; Tetting av ventilasjonsfilter (testoppsett runde 1 og 2 med i alt $2 + 6 = 8$ tester)



Filteret skal i utgangspunktet ha et trykkfall på ca. 75 Pa ved 3500 m³/timen og det er definert som tett når det passerer fire ganger det nominelle trykkfallet, altså 300 Pa ved 3500 m³/timen.

Tetting av ventilasjonsfiltre (resultater og funn)

I ventilasjonsanlegg som blir stoppet og stengt ned med brannspjeld er ikke denne problemstillingen relevant.

I denne del av prosjektet ønsket vi å undersøke hvor raskt standardfiltre (EU7) går tett.

Nullhypotese: Ventilasjonsfilter vil ikke gå tett ved eksponering for brannrøyk i løpet av 30 minutter.

Alternativ hypotese: Ventilasjonsfilter kan gå tett på mindre enn 30 minutt ved eksponering for bran



- ▶ I de fleste forsøkene som er gjennomført gikk det omkring en time før filteret gikk tett, men det ble også gjennomført forsøk der filteret gikk tett hhv. i løpet av få minutter, 90 minutter og ikke det hele tatt.
- ▶ I et forsøk der det ble brent en liten mengde skumgummi av polyester i tillegg til treverk, gikk filteret tett raskt. Røykgasstemp rask til 100 gr. C og ramme til EU7-filter smeltet og HEPA gikk tett.
- ▶ Et annet forsøk der det bare ble brent treverk, gikk også filteret tett på få minutter. Dette viser at tetting av filter i stor grad er avhengig av materialet som brenner, men også andre forhold, ikke minst avstand fra brannstartrommet (utblanding og nedkjøling av røyk).
- ▶ I et forsøk (57 min.) var det fullt utviklet brann i 30 kg treverk, og påført 25 liter vann med tåkesprøyte. Filteret gikk ikke tett.
- ▶ **Konklusjon:** Det er nødvendig å sikre røyken en alternativ rute (bypass) utenom filteret dersom det er nødvendig å opprettholde en viss luftmengde i ventilasjonsanlegget ved brann, da ventilasjonsfilteret kan bli tett i løpet av få minutter under «rette» forhold..

Bakgrunn (FoU-prosjektdel 2021-24)



- ▶ Små branner i skoler kan få store konsekvenser; skader og driftsopphold
- ▶ Eldre skoler: enkle ventilasjonsanlegg eller bare avtrekksvifte
- ▶ Nyere skoler: behovsstyrte balanserte ventilasjonssystemer, og ventilasjonsanlegget som en del av byggets brannstrategi
- ▶ Frivilligheten: fra sentrale myndigheter er det et uttalt ønske om å gjøre offentlige bygg mer tilgjengelig for lag og foreninger
- Flere varianter av funksjoner;
 - ✓ ingen knytning mellom brannalarm og ventilasjon (komfortventilasjon går så lenge den klarer),
 - ✓ trekk-ut med bypass (og girer opp til maksimal prosjektert luftmengde),
 - ✓ steng-inne (ventilasjon stopper og brannspjeld lukker, i den rekkefølgen)



TRONDHEIM
KOMMUNE



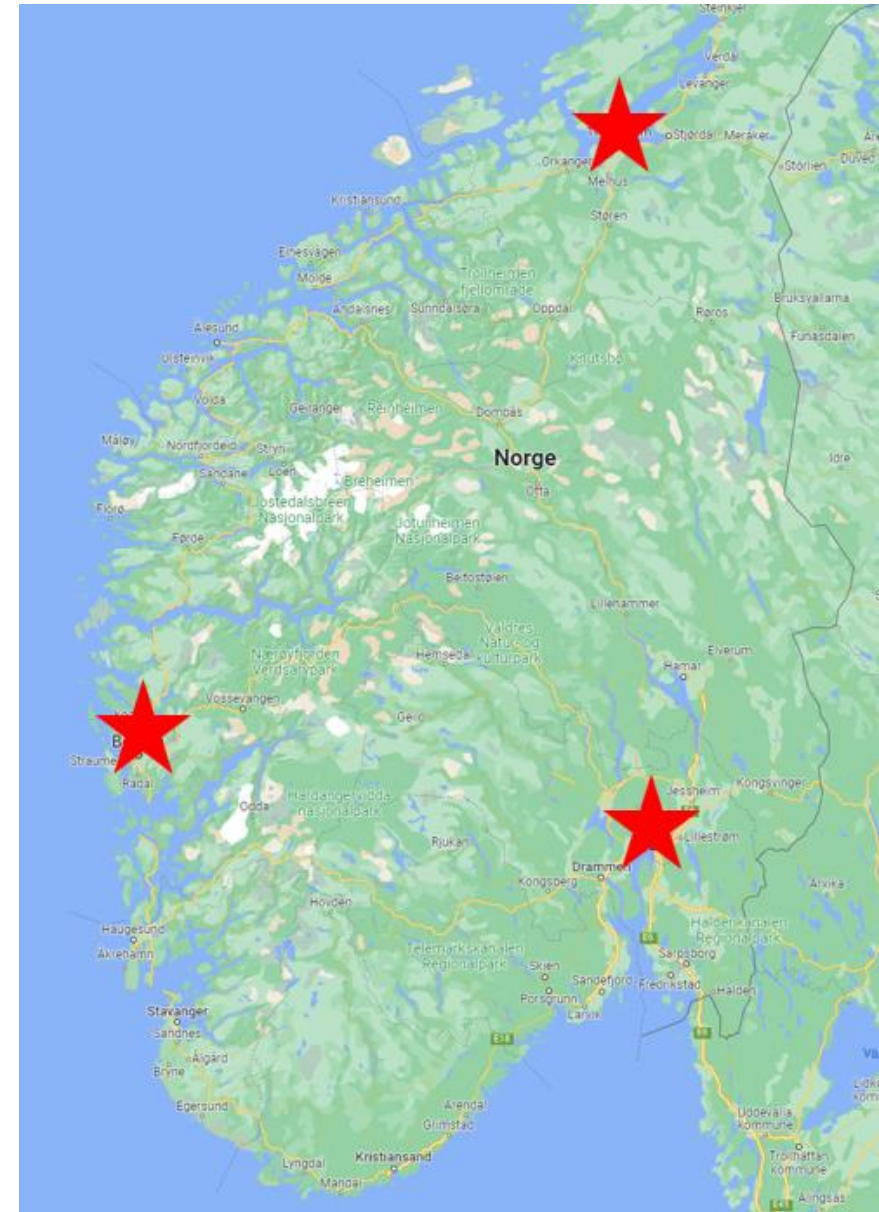
BERGEN
KOMMUNE



Oslo

Metodikk

- ▶ Et antall skoler i 3 byer utvalgt av samarbeidspartnere for funksjonstesting av ventilasjonsanlegget
- ▶ Kartlegging av brannsikkerhetsstrategier for hver skole
- ▶ Funksjonelle testprosedyrer ble utviklet
- ▶ Samtaler med teknisk personell ved hver skole



Kartleggingsskjema

Skole: _____

Utført av: _____

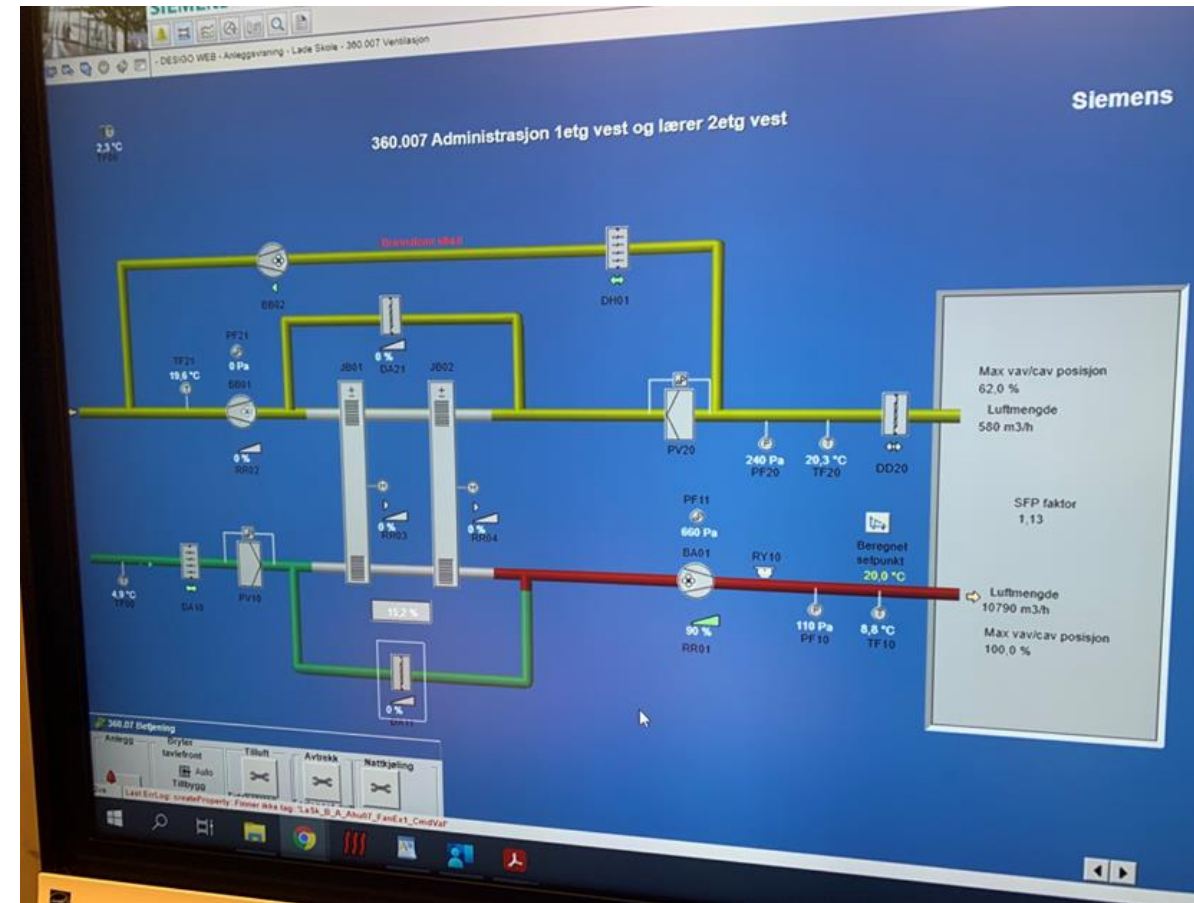
Dato: _____

Kartlegging av komponenter i anleggene må foretas i sammenheng med kartleggingsskjema for testing. Det må være samsvar med skole, bygg og aggregatnummer og kolonner i begge skjemaene!

1	2	3	4			5		6	7	8	9	10	11	Info
Bygg og aggregatnummer Legg inne årstall for byggverk og installasjon	Programmering av aggregat/undersentral	Funksjon drift ved brann signal - styringer. Går anlegget? Hensikt: Skal starte/fortsette å gå ved trekk ut.		Funksjon ved brann stanser anlegget. Hensikt: Skal stanse ved utløst brann.		Hvis bypass hvordan styres denne? ved lokal deteksjon eller integrert med brannalarm?		Hvis det er brannspjeld i kanalnett, hvordan styres disse?	Hvis det er det VAV/DCV spjeld.	Hvis det er separat bypass vifte.	Hvis det er detektorer i kanalnett.	Hvis bygningen er sprinklet.	Finnes dokumentasjon i FDVU systemet? Hentes ut og lagres i prosjektmappe for kartlegging	Beskrivelse av anlegg og kommenter om underlaget fulgt i utførelse Utfyllende kommentar, f. eks - Prosjekteringsforutsetninger ivare tatt - Matrise med signaler og matrise for overstyring av sikkerhetsfunksjoner, er etablert og virker som forutsatt. - Utførelse av byggverket med tradisjonell branncelleinndeling - Ventilasjonsaggregater som berører flere soner - Bilder tatt ved kartlegging og testing legges i bildekartotek
		Dag-modus	Natt-modus	Dag-modus	Natt-modus	Dag-modus	Natt-modus							
+01=360.01 Byggeår: Vent. etablert år:														
+01=360.02 Byggeår: Vent. etablert år:														
+01=360.03 Byggeår: Vent. etablert år:														

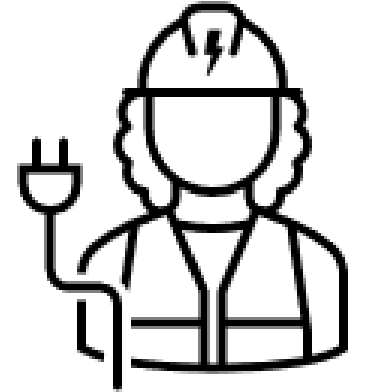
Monitorering / SD-bilder

- ▶ Testing utført i dagmodus og nattmodus
- ▶ Utløsning av røykvarsler i tilluftskanal
- ▶ Bilder av sentralt driftovervåkings-system
- ▶ Visuell kontroll av VAV-spjeld og brannspjeld



Resultater og funn fra funksjonstestene

- ▶ VAV-spjeld går ikke i 100 % prosjektert luftmengde under brannalarm
- ▶ Tilluft- og avtrekksvifte starter ikke samtidig, noe som forårsaker ubalanse i ventilasjonsanlegget, og påvirker rømningsforhold (dører o.l.)
- ▶ Aggregat starter ikke på nytt ved brannalarm under nattmodus
- ▶ VAV-spjeld plassert i kanalene påvirkes ikke av brannalarm
- ▶ Avtrekksfunksjonen stenger tilluften og girer ned avtrekksluften til 20 %
- ▶ Etter testavslutning må aggregatene restartes manuelt i teknisk rom, de kan ikke restartes gjennom SD-anlegget eller reset av brannalarmem
- ▶ Røykdeteksjon i tilluften gir ingen signal til SD- eller brannalarmanlegg, og dermed manglende kontroll på hva skjer (om noe i det hele tatt)



Kartlegge branntilløp i skoler

Arnested og årsak

Kostnader

Påvirkning ventilasjon
(røykkontroll)

Kilder:

Brannstatistikk.no, BRIS (rapporter fra brann- og redningstjenesten) og BRASK (rapporter fra forsikringsselskapene). I tillegg noe rapportering fra de tre samarbeidskommunene.

Funn og resultater

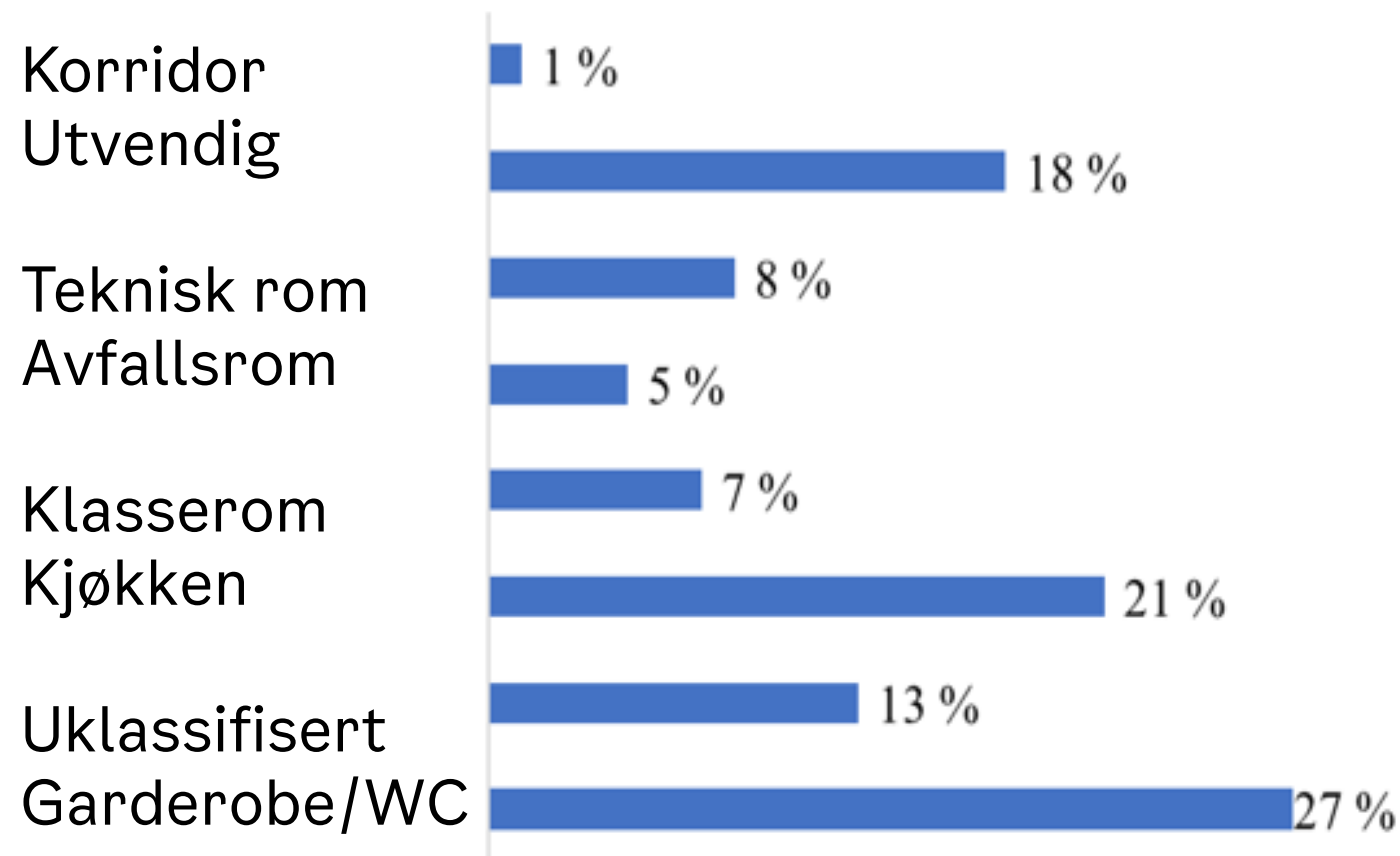
- Varierende kvalitet på brannhendelsesrapportene
- Manglende dokumentasjon på brannstrategi
- Manglende signalkobling mellom brannalarm- og ventilasjonsanlegg
- Lukt- og sotfjerning på brannstedet og ventilasjonskanaler i varierende omfang
- Berørte ventilasjonfiltre og branndetektor skiftes ofte
- Relativt lang nedetid vil ofte kreve erstatningslokaler
- Det er enkeltbranner som er svært kostbare, men gjennomsnittsutbetaling fra forsikring pr. brann er 1 mill.kr., men kommuner er selvassurandører (opp til et visst beløp), og mange mindre skader dekkes over driftsbudsjettene



Forts.

- Kartlegging av skolebranner viser at de fleste branner er bevisst påsatt og oppstår oftest i garderober/toaletter
- Andre brannårsaker er et resultat av elektrisk feil / feilbruk
- Det mangler dokumentasjon på ventilasjonsanleggets funksjon under brannforløp.
- Bygningseieren og -bruker er derfor ofte ikke klar over hvordan ventilasjonsanlegget vil fungere under brann
- Det er behov for forbedrede rutiner og systemer for innhenting og registrering av funksjonsbeskrivelse og teknisk dokumentasjon. Grunnlag for riktig brukeropplæring.

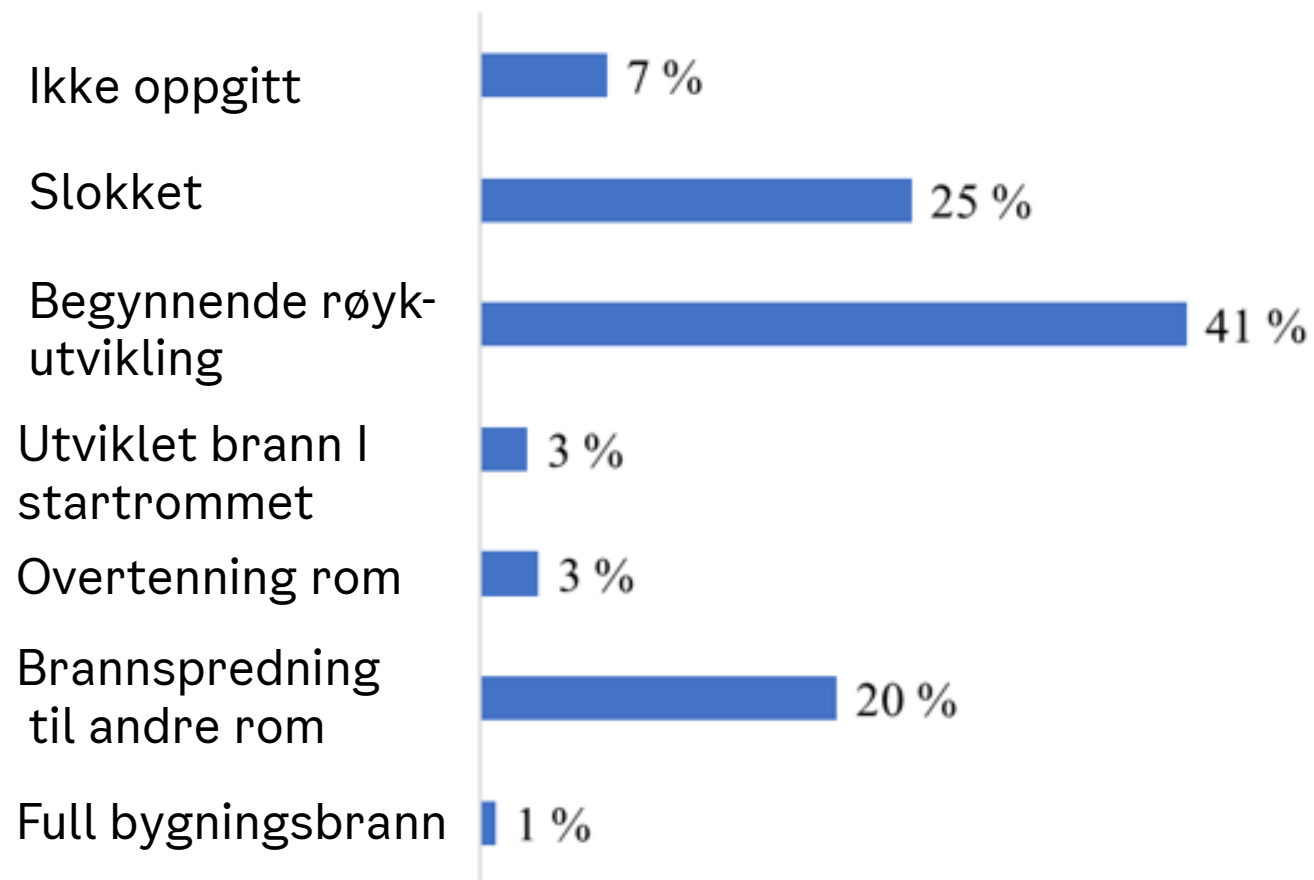
Arnested siste 10 år (Oslo – 358 hendelser)



Sinsen barneskole, februar 2013

Søppeldunker, papirer/bøker og tekstiler var typiske antennelseskilder

Situasjonen ved brannvesenets ankomst (BRIS - 2000-21 = 1608 branner ved norske skoler)



Røykspredning i barne- og ungdomsskoler (BRIS – 2000-21 = 251 branner)

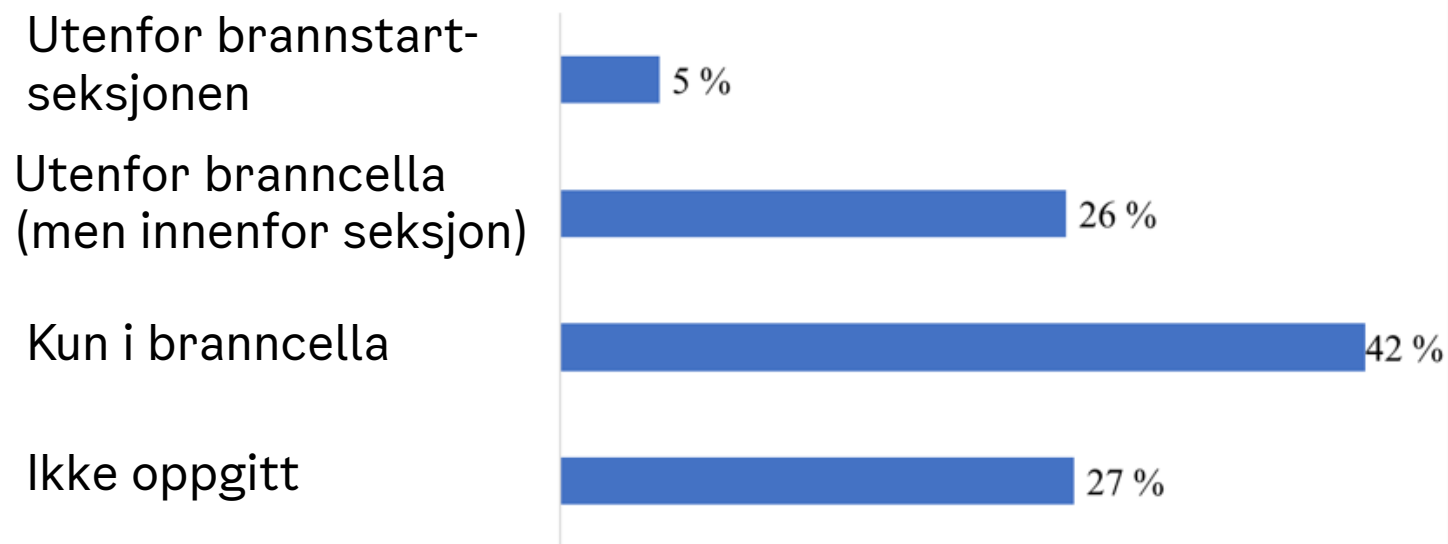


Foto: Hugo Haug

Konklusjon og videre undersøkelser

- Det ble funnet flere uoverensstemmelser med brannsikkerhetsstrategien for skolebyggene (bl.a. "enten eller")
- Det er behov for bedre dokumentasjon på hvordan «som bygget» ventilasjonsanlegg utføres sammenlignet med designløsningene gitt i brannsikkerhetsstrategien
- Det bør etableres og implementeres klare retningslinjer for funksjonstesting i FDV-dokumentasjonen
- Ytterligere forskning inkluderer komponenttesting og fullskalamodell for fullskala branntesting (gjennomført august 2022 for videre forskning i prosjektet)



Bilder fra forsøkene i fullskalamodellen august 2022

