

BRAVENT: Brann- og røykspredning i ventilasjonskanaler?

DiBK Fagdag 2020 - Andreas Sæter Bøe

BRAVENT

- BRAVENT (Brann- og røykspredning i ventilasjonskanaler)
- Undersøke effekten og nødvendigheten av ulike tiltak og løsninger for å hindre brann- og røykspredning i ventilasjonsanlegg
- I del 1 har vi i hovedsak fokusert på effekten og nødvendigheten av brannisolasjon av ventilasjonskanaler
- I del 2 ønsker vi å undersøke blant annet effekten av brannspjeld for å hindre røykspredning, og behovet for bypassløsning



HORDALAND
FYLKESKOMMUNE



TRONDHEIM KOMMUNE




STAVANGER KOMMUNE

Forskrift

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

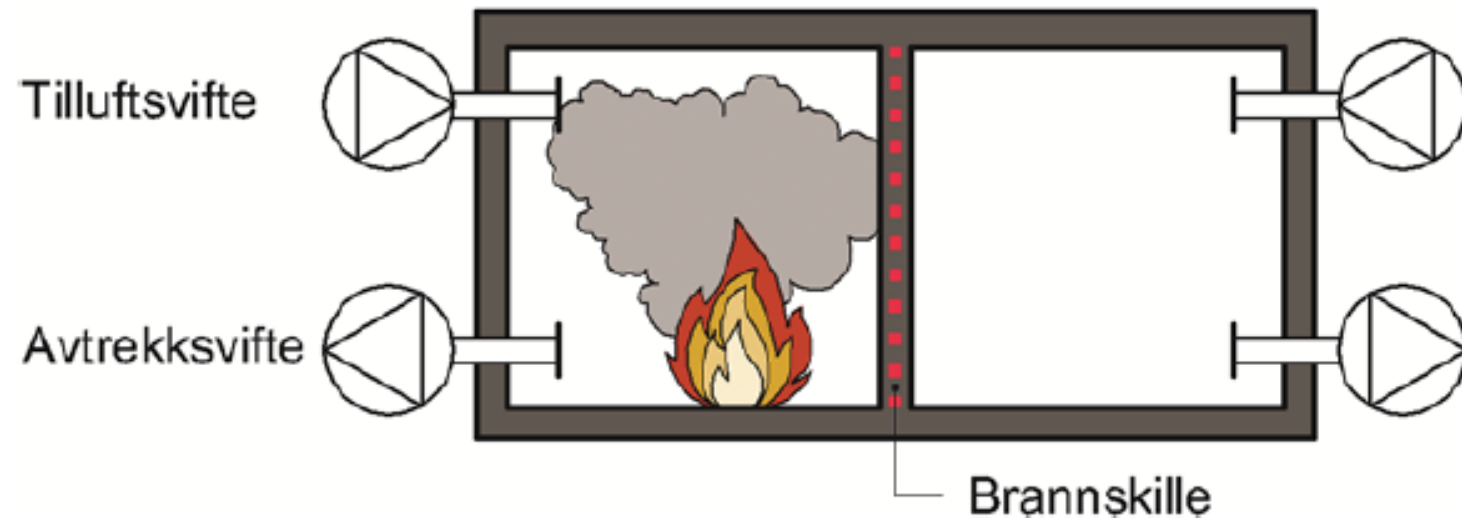
- Ventilasjonsanlegg må utføres slik at de ikke bidrar til brann- eller røykspredning i byggverket via kanalnett, på grunn av utettheter ved gjennomføringer i brannskillende bygningsdeler, eller på grunn av varmeledning i kanalgodset. 

Hvor stort er problemet med varmeledning i kanalgodset?

Hvordan løser man dette i praksis?

Separat ventilasjonsanlegg i hver branncelle

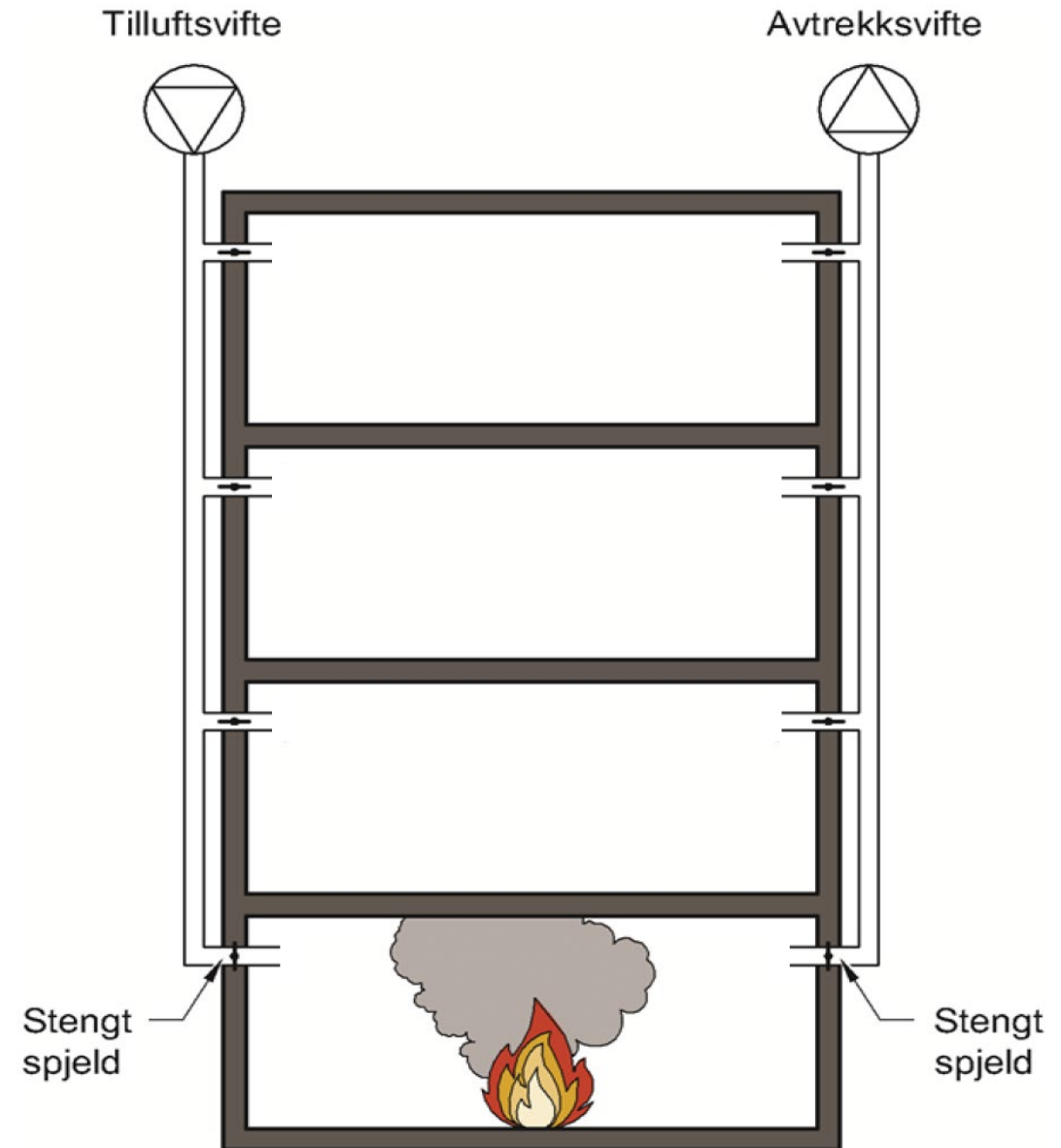
- Ingen forbindelse mellom brannceller
- Dermed ikke mulig at røyk eller brann sprer til en annen branncelle gjennom ventilasjonsanlegget.
- Lite anvendbart for større bygg



Figur hentet fra byggdetaljblad 520.352

Steng inne - strategi

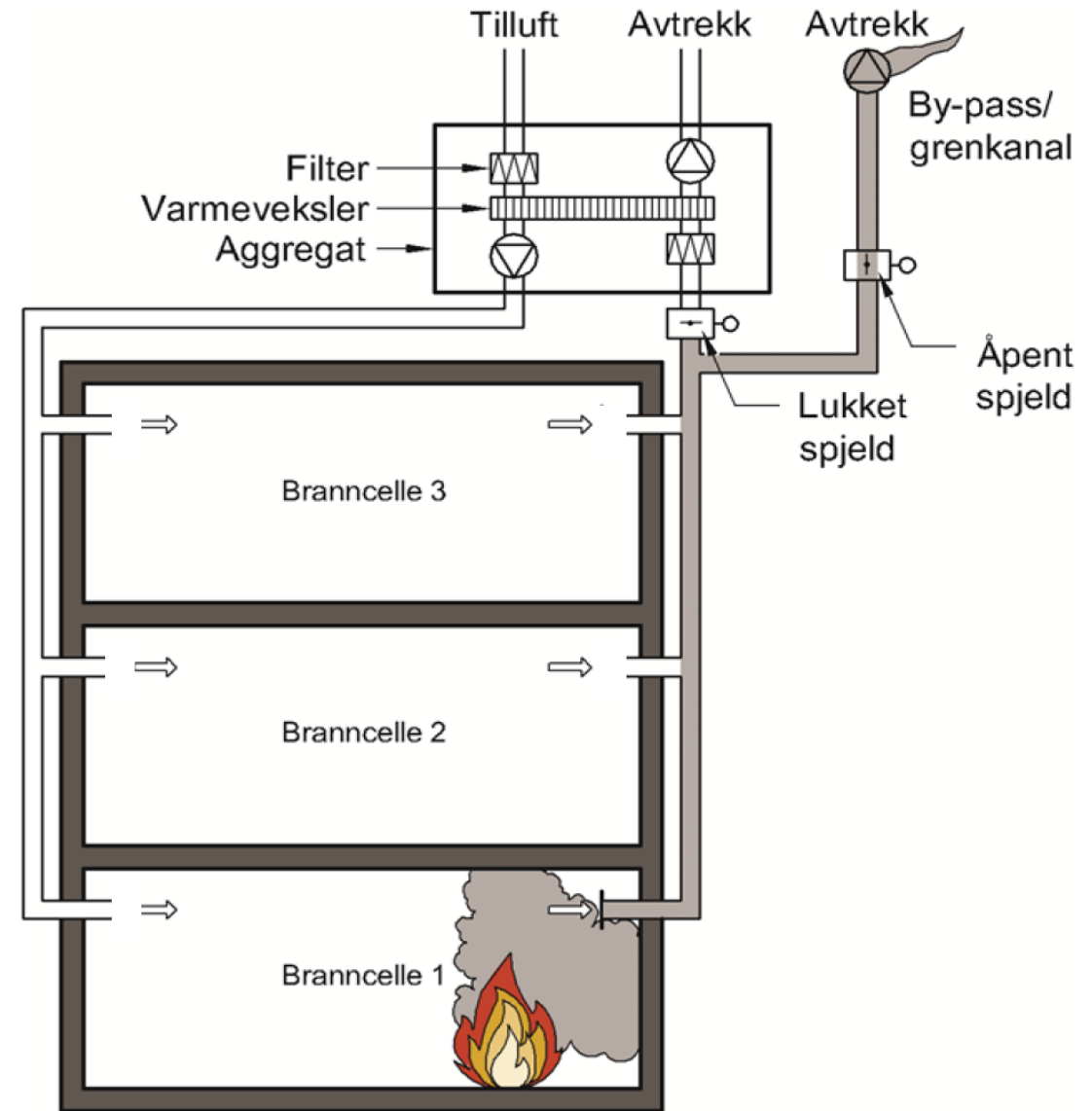
- Ventilasjonsanlegget har installerte brannspjeld alle steder hvor ventilasjonskanaler krysser en brannskillende konstruksjon.
- Ved brann stenges ventilasjonsanlegget av, og brannspjeld lukkes.
- Tanken er at røyken da stenges inne i branncellen
- Ikke behov for å isolere ventilasjonskanaler, fordi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



Figur hentet fra byggdetaljblad 520.352

Trekk ut-strategi

- Ventilasjonsanlegget skal være i drift
- 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 skjer dette normalt med brannisolering.
- For å unngå å risikere at filter tettes, installeres det et by-pass system som leder røyk utenom ventilasjonsfilter ved brann.



Figur hentet fra byggdetaljblad 520.352

Isolering av kanaler

- Byggedetaljblad 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 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



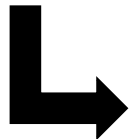
Bakgrunnen for prosjektet

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?

Eksempel på kostnader

- Brannisolering av avtrekkskanalene i spesialsykehus i Trondheim – 222 kr/m². Til sammenligning er nye Aker sykehus 225 000 m²
- Sykehus med installert bypass-system på 35 ventilasjonsanlegg – 117 kr/m².
- Brannspjeld på både tilluft- og avtrekkskanaler i barnehage – 1000 kr/m².



Mye penger å spare dersom man kan effektivisere
brannsikring av ventilasjonskanaler

Brannisolasjon fører til økt takhøyde

- 80 mm isolasjon (tilsvarende EI 60) krever 32 cm økt takhøyde ved kryssende kanaler.
- Hver 9. etasje «forsvinner»

Hva er behovet for isolering?

- Hva finnes det av brennbare materialer i nærheten av ventilasjonskanaler?
- Kan stråling fra en kanal med røykgasstemperatur 160 °C antenne brennbart materiale i nærheten?
- Hvor varm blir overflaten på en kanal under en brann?
- Hvor raskt avkjøles den? Med andre ord; for hvor stor del av kanalen er dette kritisk?

Brennbart materiale i himlingsrom

Overflater er ofte ubrennbare eller begrenset brennbare etter krav i TEK 17 § 11 - 9 m/veiledning:

Overflater

- I nedforet himling i rømningsvei må himlingen tilfredsstillе klasse **A2-s1-do** / **B-s1,do** (eksempelvis gips).
- Overflater i branncelle som ikke er rømningsvei må tilfredsstillе klasse **B-s1,do** til D-s2,do avhengig av størrelse på branncelle, brannklasse og risikoklasse.

Kabler

- Ulike kabler (nettverk, strøm) går ofte i nærheten av kanaler og kan begynne å brenne.

Hva finnes det av brennbare materialer i nærheten av ventilasjonskanaler?



I stor grad begrenset brennbart materiale i nærheten av ventilasjonskanaler

Stråling fra varm overflate

Kan stråling fra en kanal med røykgasstemperatur 160 °C antenne brennbart materiale?

- Så lenge brennbare materialer ikke ligger direkte inntil kanalen, er det stråling som i hovedsak utgjør en fare for antennelse.
- Stråling fra et objekt er proporsjonalt med T^4
- Hvis vi antar at overflatetemperatur er lik røykgasstemperatur, gir dette en teoretisk maksimal stråling på 2 kW/m^2 , dvs emissivitet $\varepsilon = 1$.
- Kritisk varmefluks for at et materiale spontanantenner er fra 10 kW/m^2 og oppover.
 - For begrensede brennbare materialer som det er krav om i himlingsrom, vil grensen trolig være høyere.

Emissivitet Stefan Boltzmans konstant

Temperatur [K]

$$\dot{q}'' = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad [W / m^2]$$

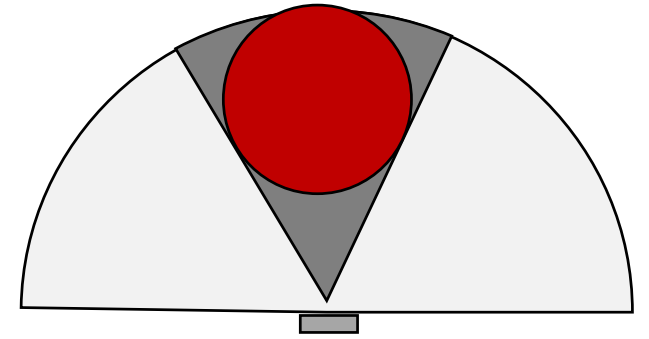
$$\begin{aligned} \dot{q}'' &= 1 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot (160 + 273 \text{ K})^4 \\ &= 2 \text{ kW/m}^2 \end{aligned}$$

 I realiteten lavere

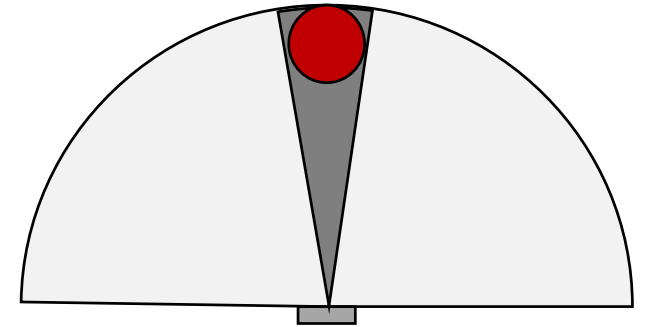
Synsfaktor

- Materialer i en viss avstand fra strålingskilden har en synsfaktor på mellom 0 og 1, og innebærer at et materiale kun mottar en del av den strålingen et annet objekt sender ut (her kanalen)
- Synsfaktoren til et materiale avtar med økende avstand fra kanalen, og øker med økende diameter på kanalen

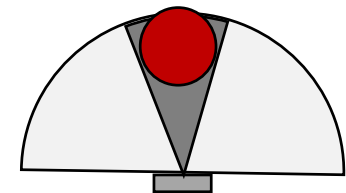
Stor diameter på kanal gir stor synsfaktor



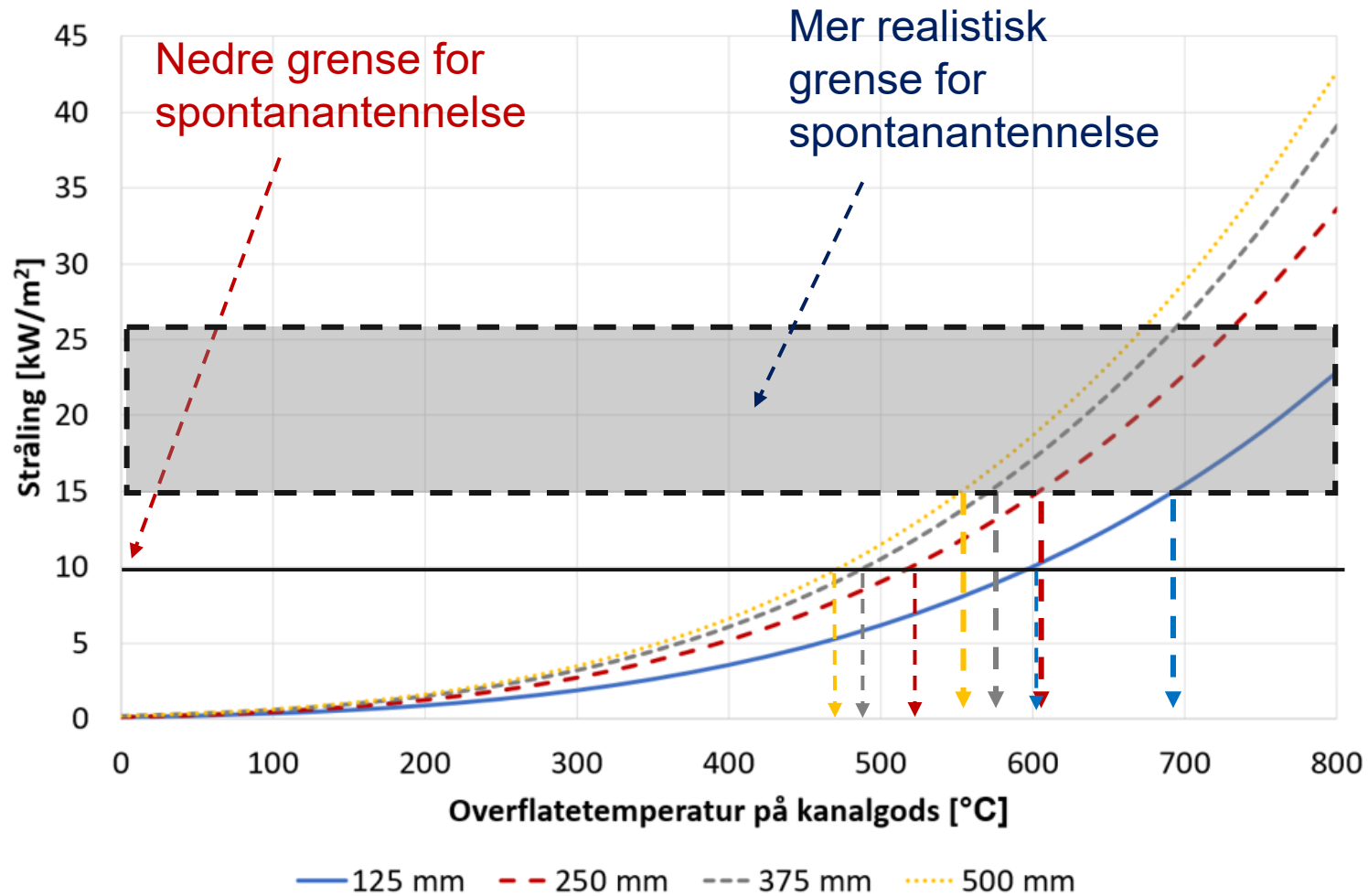
Liten diameter på kanal gir liten synsfaktor



Kort avstand til kanal gir stor synsfaktor



Resultater – stråling fra varm overflate



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 røykgasstemperatur 160 °C antenne brennbart materiale?



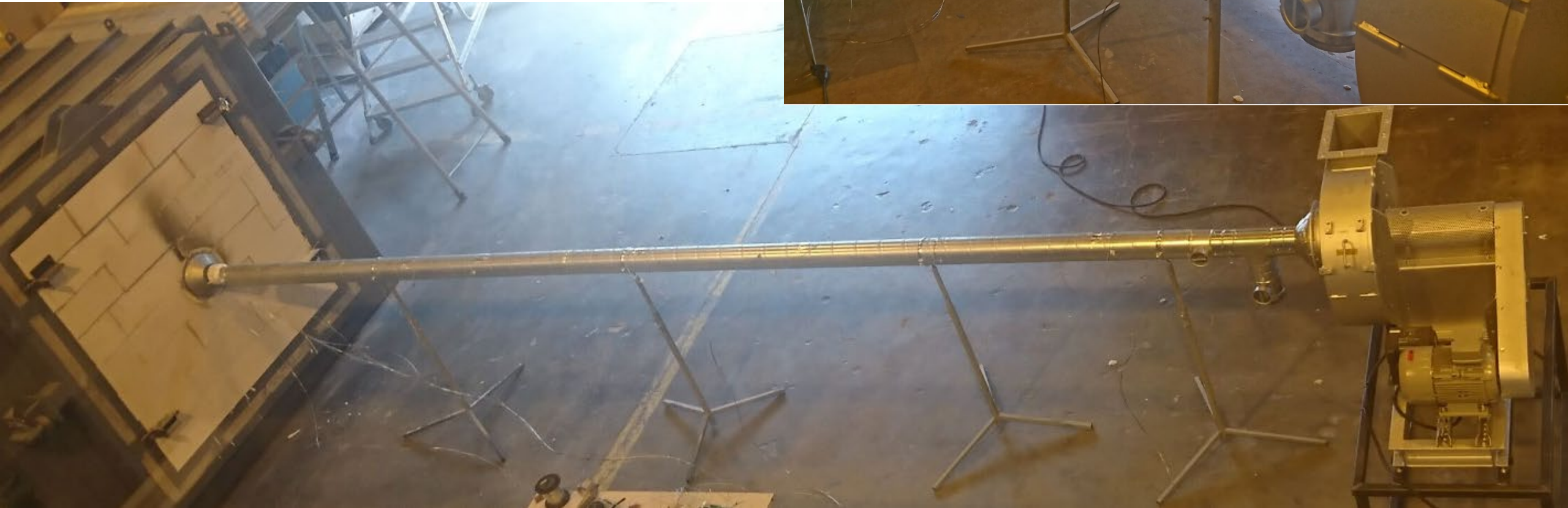
Kritisk grense for spontanantennelse ligger mye høyere enn det strålingen fra en kanal med røykgasstemperatur 160 °C gir.



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



Resultater – innblanding av romtemperert luft?

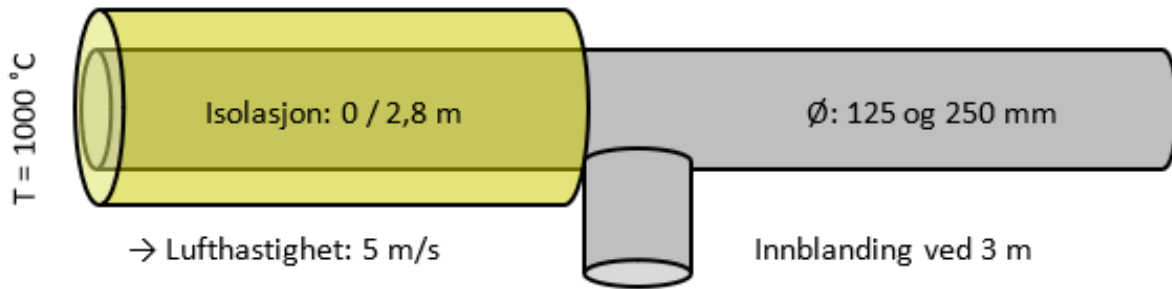
- Tester med 125 og 250 mm kanal
- 2,8 m A80 isolasjon
- Innblanding like etterpå



Resultater - innblanding

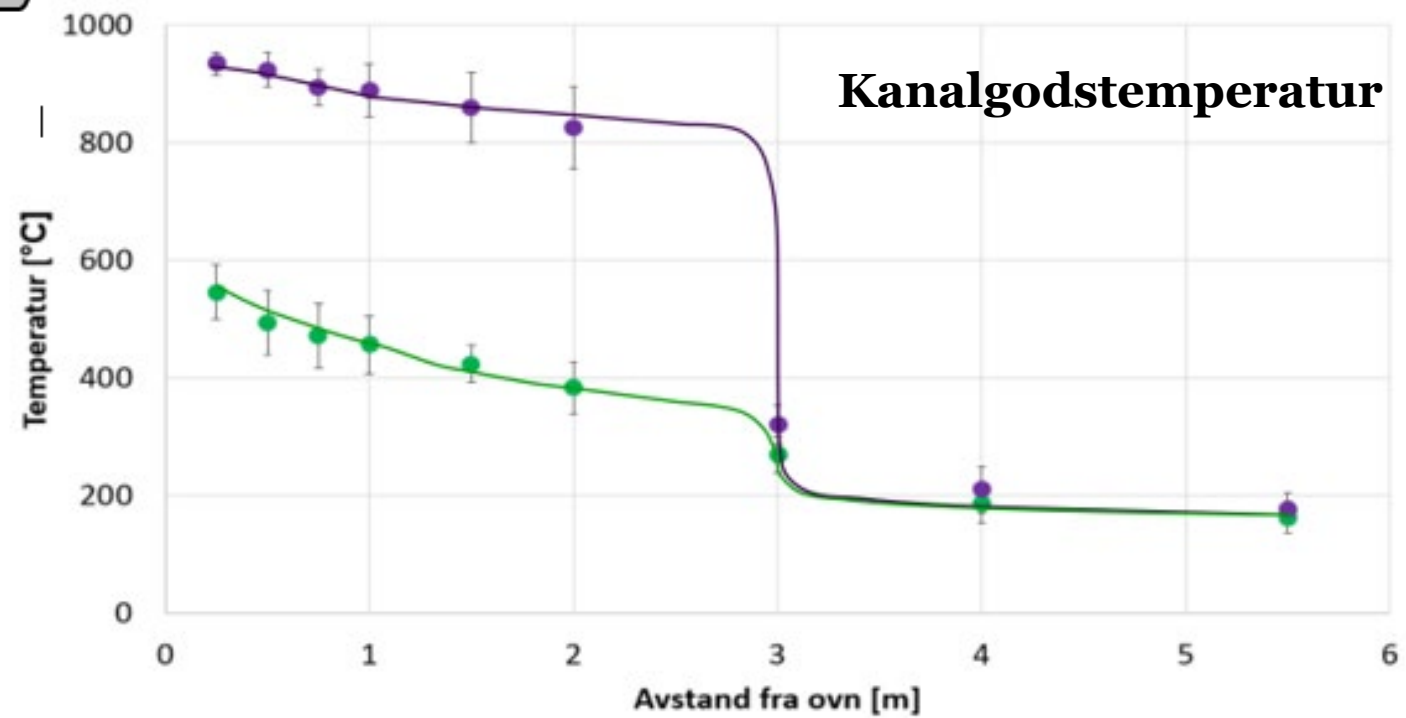
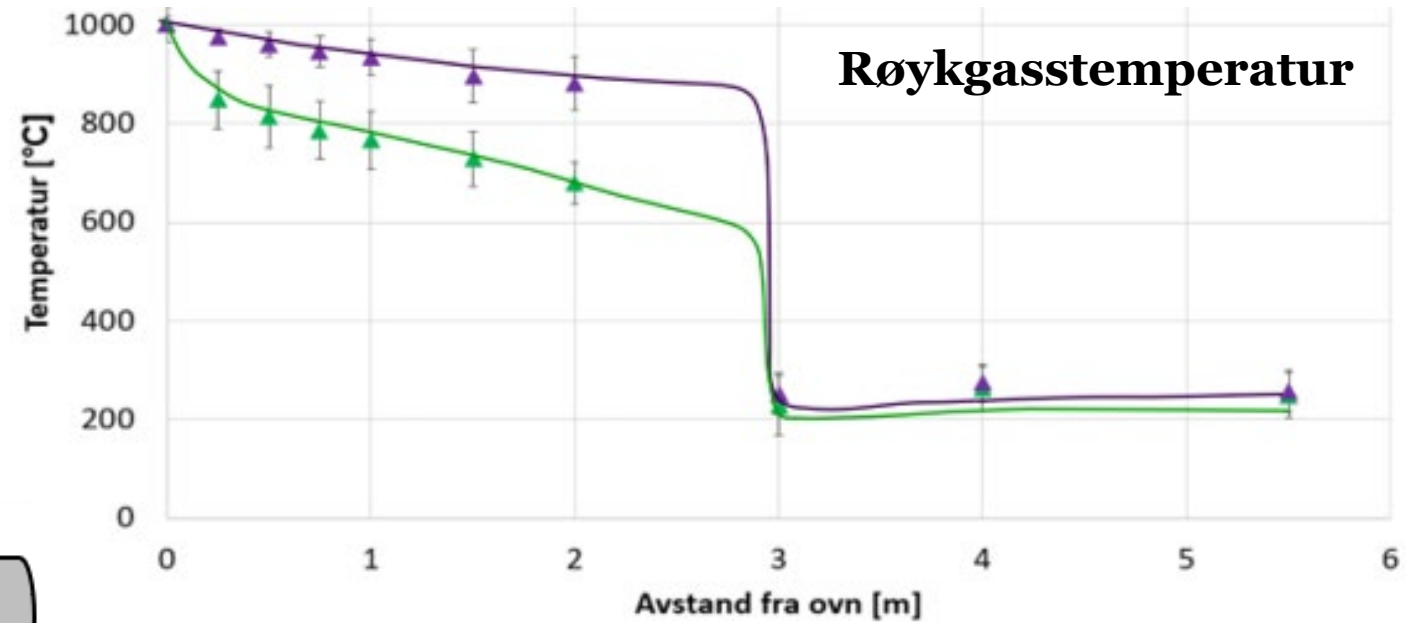
▲ 2,8 m isolert

▲ 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.
- Merk; initielt **1000 °C** røykgasstemperatur. Det er en vesentlig varmere temperatur enn de aller fleste branner vil komme opp i.
- Temperaturer etter innblandingspunkt -> langt lavere enn det vi har funnet som kritisk.

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

Blandingstemperatur – sammenligning av metoder

- Vi har sammenlignet ulike metoder å beregne blandingstemperatur på:

Massestrømsformel (utledet ved å sette opp en energibalanse basert på massestrøm)

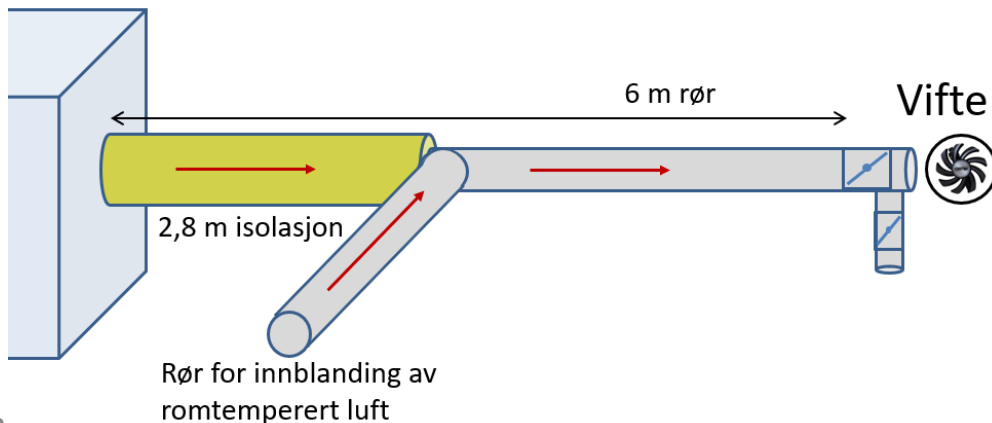
Volumstrømsformel (hentet fra byggforsk 520.352 - forenkling av massestrømsformel)

$$T_{\text{blanding}} = \frac{\rho_1 \cdot \dot{V}_1 \cdot T_1 \cdot c_{p1} + \rho_2 \cdot \dot{V}_2 \cdot T_2 \cdot c_{p2}}{\rho_1 \cdot \dot{V}_1 \cdot c_{p1} + \rho_2 \cdot \dot{V}_2 \cdot c_{p2}}$$

Labels for the equation above:
- ρ : tetthet (density)
- \dot{V} : volumstrøm (volumetric flow rate)
- T : temperatur (temperature)
- c_p : Spesifikk varmekapasitet (specific heat capacity)

$$T_{bl} = \frac{(\dot{V}_b \cdot T_b + \dot{V}_r \cdot T_r)}{\dot{V}_b + \dot{V}_r} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Antar at c_p og ρ er konstant



Temperatur på røykgasstemperatur før innblanding

Standard måte: Benytte ovnstemperatur/ evt temperatur i brannrom

Forbedret måte: Benytte nærmeste målepunkt før innblandingspunkt. Vårt nærmeste punkt er ved 2,0 m.

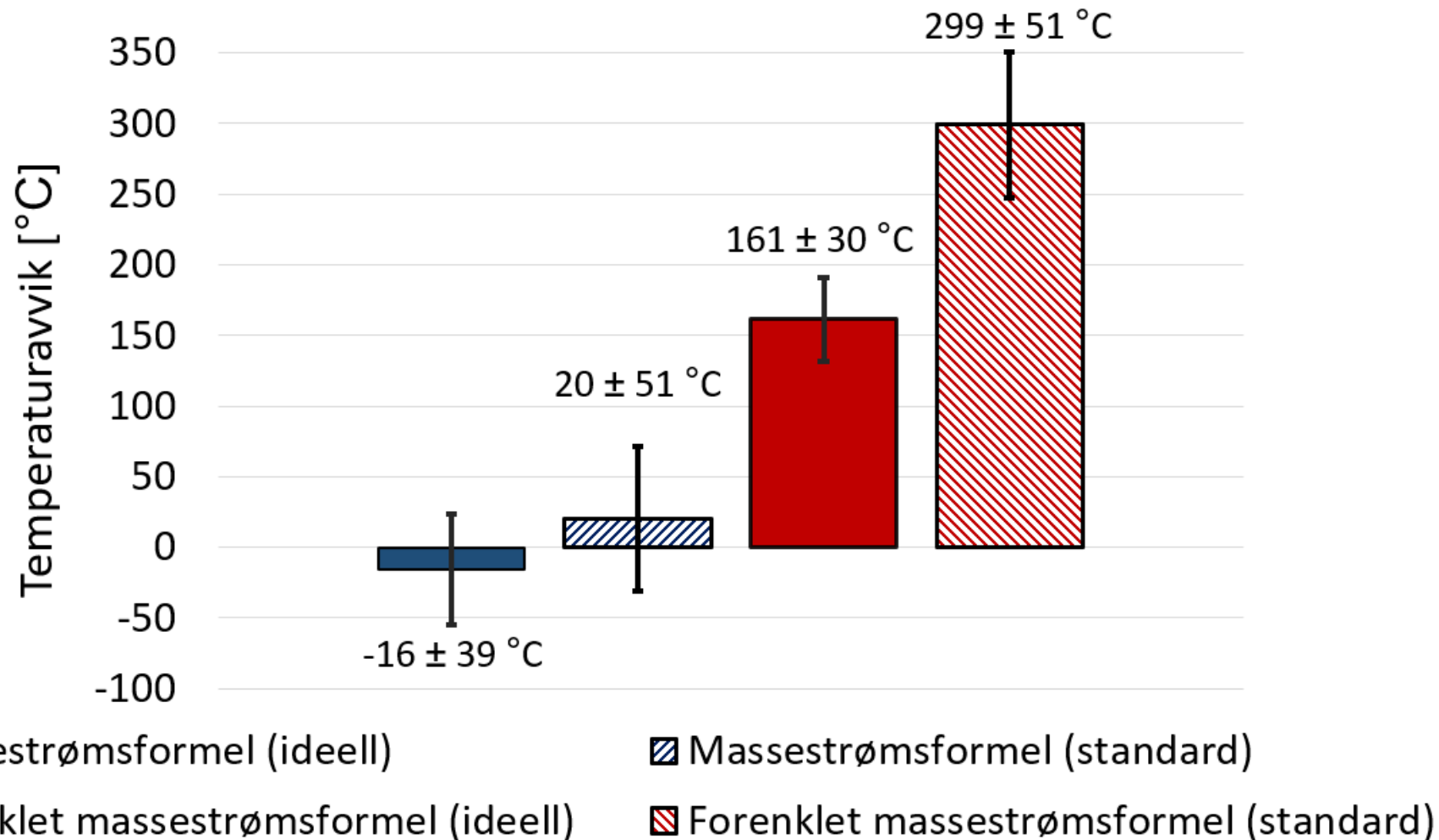
Avvik fra målt temperatur

■ Massestrømsformel

- liten forskjell mellom standard og forbedret utregning
- Godt egnet for slike beregninger

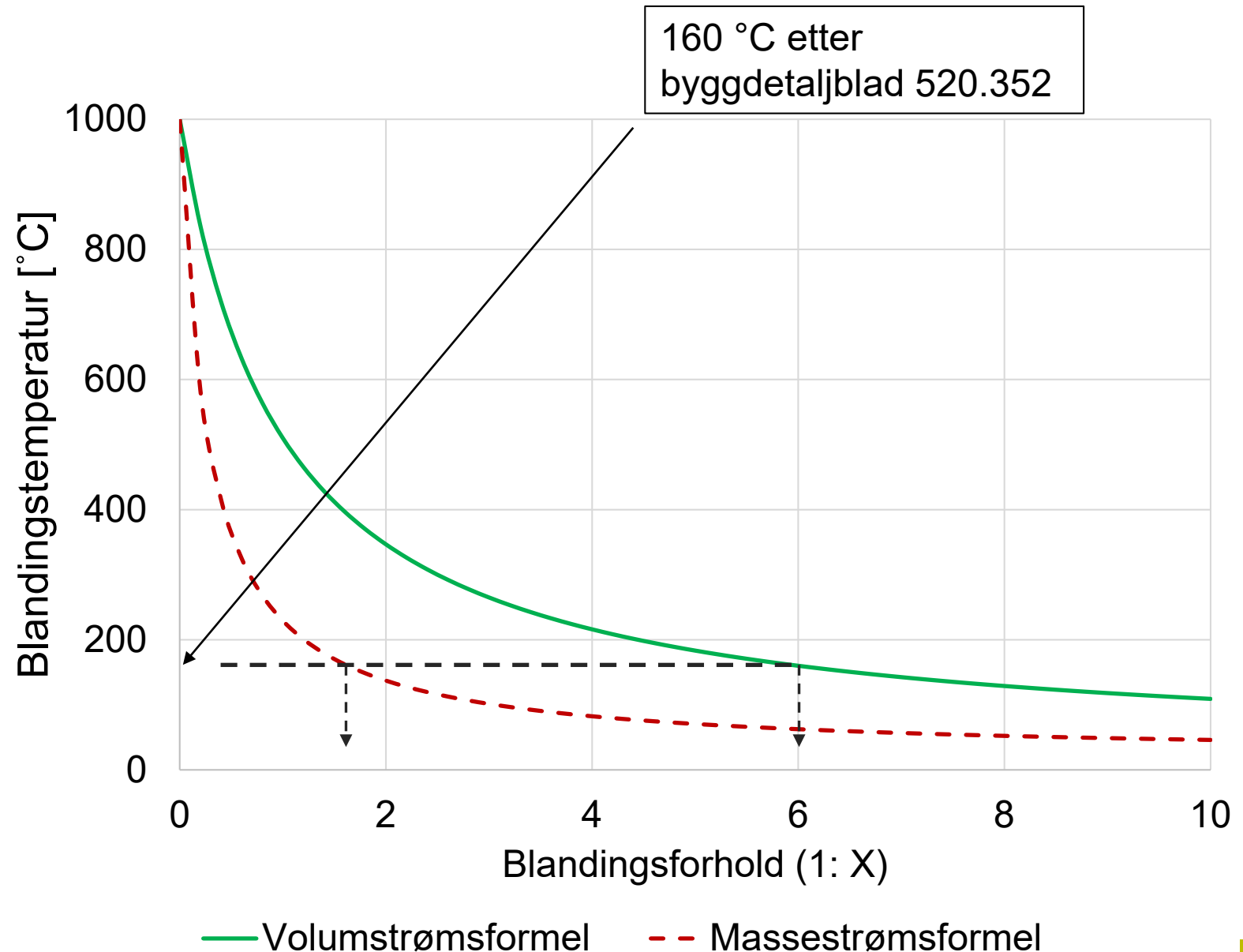
■ Volumstrømsformel

- stor forskjell mellom standard og forbedret utregning
- Ikke egnet for beregninger knyttet til brann



Blandingsforhold

- En måte å redusere mengden isolasjon på er å beregne seg fram til hva røykgasstemperaturen blir ved innblanding av romtemperert luft.
- For å redusere temperaturen fra 1000 °C til 160 °C kreves det et innblandingsforhold på 1:1,6 ved massestrømsformelen, og 1:6 ved volumstrømsformelen.
- Siden røykgasstemperatur er vesentlig høyere enn overflatetemperatur, er dette også en konservativ tilnærming.



Varmestråling

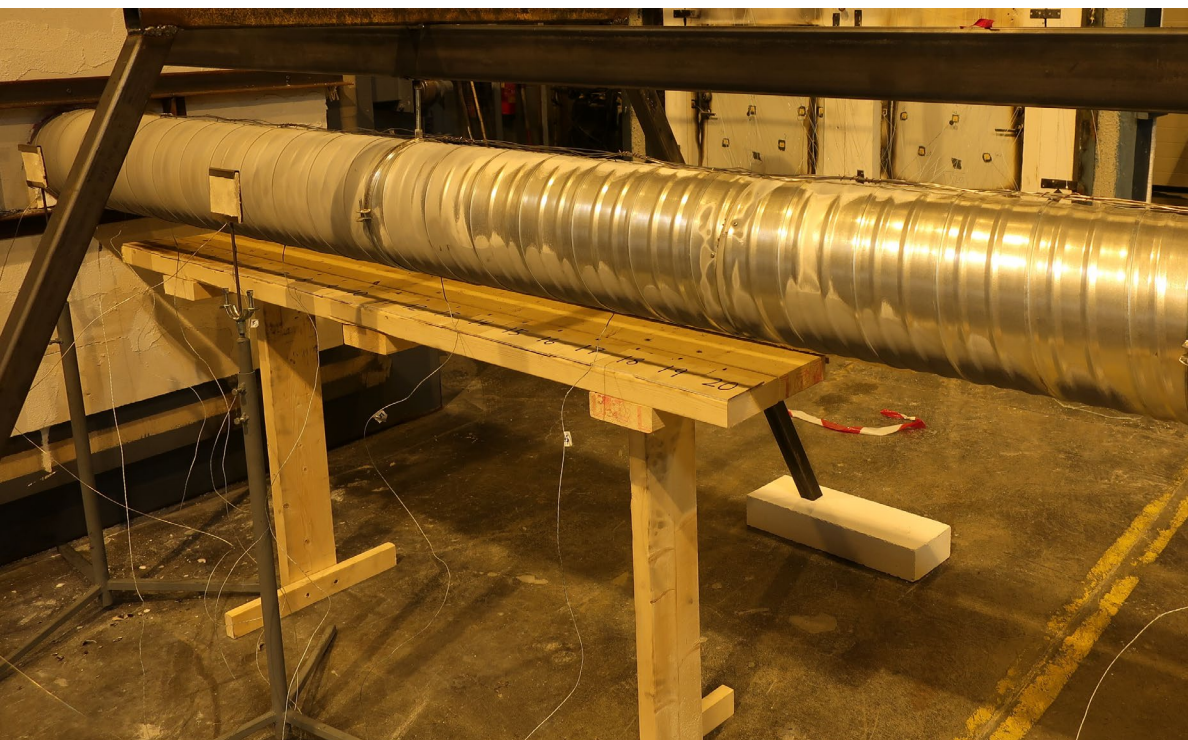
3 mm kryssfinerplater ble plassert 50, 100 og 150 mm fra kanalen.

60 minutter ISO-kurve

Resultatene viser at strålingen fra kanalen er størst innenfor den første delen av kanalen. Resultatene er imidlertid kun gyldige for kanaler med liten grad av innelukking.

Avstand fra kanal	Forkulling	Misfarging	Uskadet
50 mm	0,25 m – 1,25 m	1,25 m – 1,85 m	Ingen
100 mm	0,25 m – 0,45 m	0,45 m – 1,15 m	1,15 m -
150 mm	Ingen forkulling*	0,25 m – 0,65 m	0,65 -

* Første kryssfinerplate 0,25 m fra ovn.



To ulike opphengsmåter

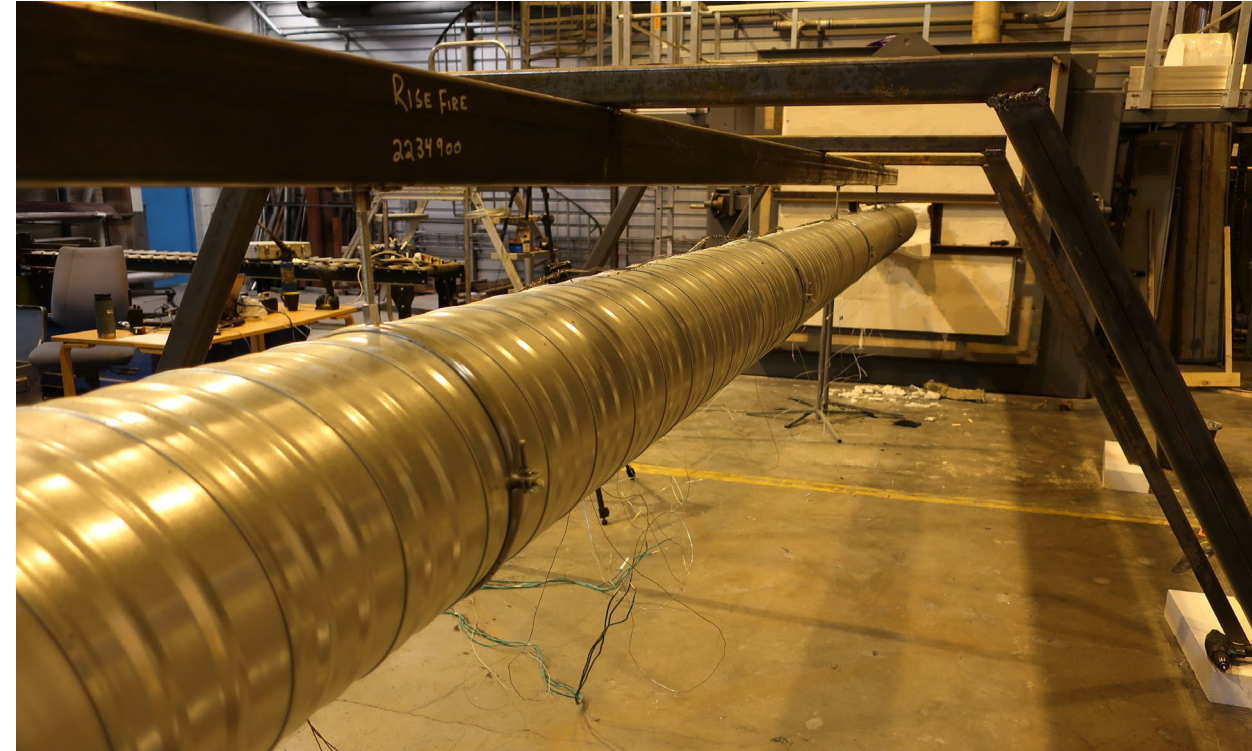
Støttebein under

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



Oppheng ovenfra

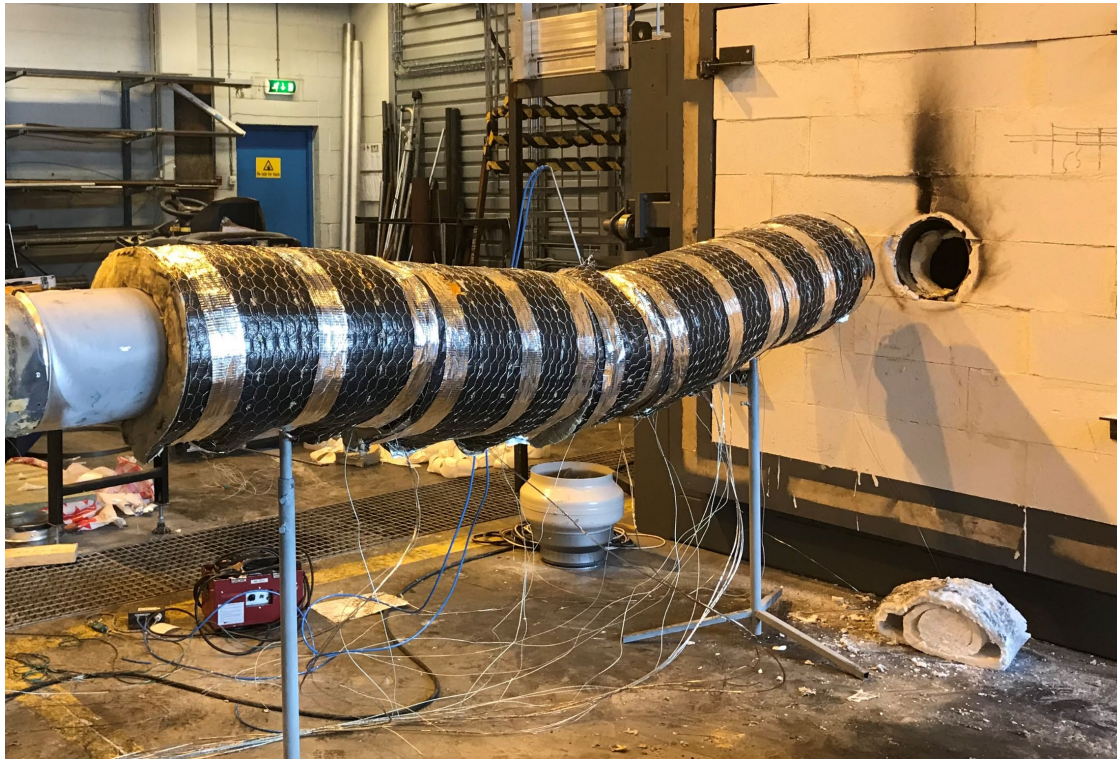
- Maksimal avstand 1,5 m (isolert)
- Maksimal avstand 2,4 m (uisolert)



Skade på kanaler

Ved understøtting av kanaler

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



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

1. Innblanding av romtemperert luft er effektivt for å redusere temperaturen.
2. Etter innblandingspunkt -> ikke nødvendig å isolere kanaler.
3. Temperaturen før et innblandingspunkt er så varm at tiltak må gjennomføres (gitt at det er brennbare materialer i nærheten).
 - Isolasjon
 - Skjerming av det som kan brenne
 - Ingen av delene er nødvendig dersom man kan stadfeste at temperaturen i brannrommet aldri vil komme opp slike temperaturer. Eks ved riktig dimensjonert sprinkler, eller lite potensiell brannenergi.
4. Røykgasstemperatur på 160 grader som grense for når isolasjon kan fjernes er veldig konservativt.
 - $T\text{-røyk} \ll T\text{-overflate}$ (når uisolert)
 - $\text{Varmestråling}(160\text{ }^\circ\text{C}) \ll \text{Kritisk varmestråling}$



Spørsmål?

Vi søker finansierer til del2 av prosjektet.
Ta kontakt for mer informasjon