



Bergen Kommunale Bygg  
Brannteknisk vurdering av Haukeland skole

Utgave: Forprosjekt  
Dato: 2009.03.31

---

Oppdragsgiver: Bergen Kommunale Bygg  
Rapportnavn: Haukeland skole brannrapport  
Utgave/dato: Forprosjekt / 2009.03.31  
Arkivreferanse: \\krsand\oppdrag\520701\Haukeland skole\Brannrapport

Oppdrag: 520701 – Brannprosjektering  
Oppdragsbeskrivelse: Brannteknisk vurdering  
Oppdragsleder: Arnfinn Moksnes  
Fag: Bygg  
Tema: Brannteknikk  
Leveranse: Rapport og branntegninger

Skrevet av: SLR

*Stein Vang-Pee*

Kvalitetskontroll: AM

*Arnfinn Moksnes*

Asplan Viak AS [www.asplanviak.no](http://www.asplanviak.no)

---

## **FORORD**

Asplan Viak AS har vært engasjert av Bergen Kommunale Bygg til å foreta brannteknisk vurdering av forskjellige eksisterende bygninger som Bergen Kommune eier. Haukeland skole er en av bygningene som skal vurderes.

Branntegninger utarbeidet ved Bergen Kommune, befaringer og samtale med representanter for Bergen Kommunale Bygg har lagt grunnlaget for vurderingen.

Arnfinn Moksnes har vært oppdragsleder og faglig ansvarlig. Stine Lang-Ree har utført den branntekniske vurderingen, mens Arnfinn Moksnes har utført sidemannskontroll.

## **SAMMENDRAG**

Denne rapporten beskriver de branntekniske ytelseskrav som gjelder for bygningen.

I hvert kapittel blir det beskrevet observasjoner som ble gjort på befaring. I tillegg blir det angitt tiltak som er nødvendige for å bringe bygningen opp til dagens krav. Kapittel 10 er en analysedel som refereres til i resten av rapporten og som begrunner avgjørelser som er tatt i forbindelse med fravik fra VTEK.

Rapporten viser at det må utføres en del utbedringer. De mest omfattende tiltakene vil være:

- Utbedring av brannalarmanlegget fra kategori 1 til kategori 2 med direkte varsling til brannvesenet
- Utbedre systemvegger i 1. og 2. etasje
- Etablere rømningsvei gjennom sløydsal
- Utbedringer/utskiftinger av dører i rømningsveier
- Utbedringer/utskiftinger av dører som vender mot korridorer
- Kontroll og tetting av gjennomføringer i brannceller
- Fjerne brennbar materiell og rydde opp i det elektriske anlegget i studiesenteret
- Klær i rømningsveier flyttes inn i klasserommene evt. plasseres i garderobeskap av stål.

Utbedringene er beskrevet nærmere i vedlagt tiltaksliste. I denne er også tilstandsgrad, og dermed prioritet, angitt.

Det er for liten kjølesone mellom vindu i forskjellige plan. Dette vil ikke ha noen betydning for personsikkerheten, men vil medføre en viss risiko for brannspredning til etasjen over. Hvis dette skjer vil det være sannsynlig at brannen stoppes innenfor branncellen som antennes i etasjen over. Fraviket kan i.h.t. regelverket godtas da en utbedring vil være utenfor en økonomisk forsvarlig ramme.

## INNHOOLD

Forord	.....	I
Sammendrag	.....	II
Innhold	.....	III
Figurliste	.....	V
Tabelliste	.....	V
Vedlegg	.....	VI
Referanser	.....	VII
Myndighetskrav	.....	VII
1	BESKRIVELSE AV PROSJEKTET .....	1
1.1	Bakgrunn .....	1
1.2	Tegninger, grunnlagsdokumenter og befaring .....	1
1.3	Bygningen generelt og brannstrategi.....	1
1.4	Arealer .....	2
1.5	Brannvesenets innsatstid .....	2
1.6	Særskilt brannobjekt .....	2
1.7	Brukens ansvar .....	2
1.8	Brannbelastning .....	2
2	§ 7-22 RISIKOKLASSE OG BRANNKLASSE.....	3
3	§7-23 BÆREEVNE OG STABILITET .....	4
3.1	Bærende konstruksjoner .....	4
4	§7-24 ANTENNELSE, UTVIKLING OG SPREDNING AV BRANN OG RØYK .....	5
4.1	Overflater, kledning og isolasjon.....	5
4.2	Branncelleinndeling.....	6
4.3	Branncellens egenskaper og brannmotstand.....	8
4.4	Brannspredning mellom brannceller.....	9
4.5	Seksjonering.....	10
4.6	Tekniske anlegg – rør og kanaler .....	10
4.7	Tekniske anlegg – elektriske installasjoner .....	11
5	§7-25 TILRETTELEGGING FOR SLOKKING AV BRANN .....	12

6	§7-26 BRANNSPREDNING MELLOM BYGGVERK.....	13
7	§7-27 RØMNING AV PERSONER .....	14
7.1	Vurdering av rømningsveier .....	14
7.2	Ledesystem .....	16
7.3	Brannalarmanlegg.....	16
8	§7-28 TILRETTELEGGING FOR REDNINGS- OG SLOKKEMANNSKAP .....	17
8.1	Tilgjengelighet .....	17
8.2	Merking og informasjon.....	17
9	VENTILASJONSANLEGG .....	18
10	ANALYSE .....	19
10.1	Registrerte fravik .....	19
10.2	Kvalitativ analyse .....	19
10.3	Kvantitativ analyse .....	21

## FIGURLISTE

Figur 1:Haukeland skole.....	1
Figur 2: CFAST Røyksjikhøyde Scenario 1.....	23
Figur 3: CFAST Røyksjikhøyde Scenario 2.....	23
Figur 4: CFAST Scenario 1 Følsomhetsanalyse .....	24
Figur 5: Personstrømning gjennom dør.....	24

## TABELLISTE

Tabell 1: Nødvendig rømningstid Scenario 1 .....	25
Tabell 2: Nødvendig rømningstid Scenario 2 .....	25
Tabell 3: Følsomhetsanalyse Scenario 1 .....	26
Tabell 4: Følsomhetsanalyse Scenario 2 .....	26
Tabell 5: Sammenlikning av resultater; nødvendig/tilgjengelig rømningstid.....	27
Tabell 6: Sammenlikning av resultater, Akseptkriterium Sikt .....	27

## VEDLEGG

Vedlegg 1:

Nr.	Beskrivelse	Datert	Rev.
0101	Branntegning 1.etasje fra BKB revidert av AV	27.06.08	31.03.09
0102	Branntegning 2.etasje fra BKB revidert av AV	27.06.08	31.03.09
0102	Branntegning Hems del plan 3.etasje fra BKB revidert av AV	10.07.06	31.03.09

Vedlegg 2:

Nr.	Beskrivelse	Datert	Rev.
1	Tiltaksliste Haukeland skole	31.03.09	

Vedlegg 3:

Nr.	Beskrivelse	Datert	Rev.
1	Bildefremvisning Haukeland skole	31.03.09	



## REFERANSER

1. NS-EN 1991-2. Eurokode 1. Laster på konstruksjoner ved brann.
2. SINTEF Byggforsk, Byggdetaljblad 520.342. Gjennomføringer i brannskiller, september 2006
3. SINTEF Byggforsk, Byggdetaljblad 520.346. Brannmotstand i opphengssystemer for tekniske installasjoner, mai 2007
4. SINTEF Byggforsk, Byggdetaljblad 520.385 Nødvendig rømningstid ved brann, april 2006
5. Statens bygningstekniske etat, Røykventilasjon Temaveiledning HO-3/2000
6. Lunds tekniska högskola. En modell för dimensionering av förbindelser för utrymning utifrån funktionsbaserade krav.
7. SINTEF Byggforsk, Byggforskserien 720.306 Brannteknisk tilstandsanalyse
8. Babrauskas.Glass breakage in fire.

## MYNDIGHETSKRAV

Prosjekteringen er utført med bakgrunn i følgende myndighetskrav:

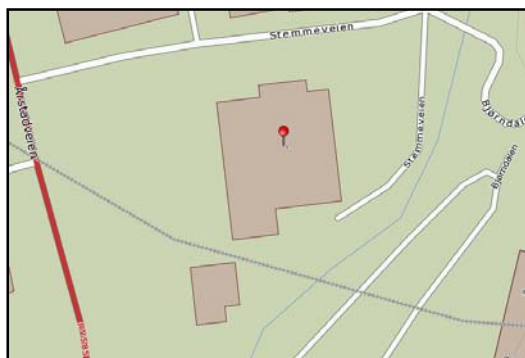
- Plan- og bygningsloven (PBL)
- Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven av 1997, 1. utgave (TEK 97)
- Veiledning til TEK 97, 4. utgave (VTEK)
- Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn med veiledning (Forebyggendeforskriften)

# 1 BESKRIVELSE AV PROSJEKTET

## 1.1 Bakgrunn

Skolen består av to bygg; et som brukes til vanlig undervisning og et som brukes som gymsal.

Denne rapporten gir en brannteknisk vurdering av hovedsakelig hovedbygget og angir nødvendige branntekniske tiltak for at brannsikkerheten skal være ivaretatt.



Figur 1: Haukeland skole

## 1.2 Tegninger, grunnlagsdokumenter og befaring

Det er foretatt en befaring av skolen (ekskl. gymsal). I tillegg er tegningene fra Bergen Kommunale Bygg og kommunikasjon med representanter fra Bergen Kommunale Bygg lagt til grunn i vurderingen. Det foreligger bilder fra befaringen.

## 1.3 Bygningen generelt og brannstrategi

Bygningen er oppført før 1985, og regnes derfor etter *Forebyggendeforskriften* som en eldre bygning. Eldre bygninger skal oppgraderes til dagens nivå så langt dette kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme. *Kfr. Forebyggendeforskriften § 2-1.* Ved endring av bygning eller bruksendring, vil sikkerhetsnivået i Plan- og bygningsloven gjelde. Vi har til en viss grad benyttet *Forebyggendeforskriftens* muligheter til å sette lavere krav til brannsikkerhet enn det dagens bestemmelser legger opp til. Personssikkerheten som kreves etter dagens nivå er likevel ivaretatt.

Vi dokumenterer brannsikkerheten ved å ta utgangspunkt i VTEK. På områder som fraviker fra VTEK, dokumenterer vi sikkerheten på en av følgende måter:

1. ved analyser
2. ved konsekvensvurderinger der sikkerhetsnivået ikke kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme

## 1.4 Arealer

Bygningen har følgende bruttoarealer:

Etasje	Areal m <sup>2</sup>
1. etasje	1785 m <sup>2</sup>
2. etasje	1474 m <sup>2</sup>
3. etasje	91 m <sup>2</sup>
Gymsal 1.etasje	345 m <sup>2</sup>
Gymsal 2.etasje	30 m <sup>2</sup>
<b>TOTALT</b>	<b>3.725 m<sup>2</sup></b>

## 1.5 Brannvesenets innsatstid

Brannvesenets innsatstid er ca 5 minutter. Det er ikke satt som forutsetning at brannvesenets innsats skal legges til grunn i analyser eller for å tillate fravik fra VTEK.

## 1.6 Særskilt brannobjekt

Bygningenes bruk medfører at skolen er et såkalt særskilt brannobjekt. Dette medfører krav til eier og bruker om å dokumentere brannsikkerheten i driftsfasen.

Eier er Bergen Kommune representert ved Bergen Kommunale Bygg.  
Bruker er i denne sammenheng skolen som organisasjon.

## 1.7 Brukers ansvar

I følge *Forebyggendeforskriften* skal bruker av et hvert brannobjekt innrette seg slik at brann ikke lett kan oppstå og slik at sikringstiltak og sikringsinnretninger virker som forutsatt. Bruker skal også påse at bygningstekniske brannverntiltak og øvrige sikringstiltak ikke forringes. Alle forhold som har betydning for brannsikkerheten skal rapporteres til eier.

## 1.8 Brannbelastning

### Observasjoner:

I studiesenteret er det brannbelastning tilsvarende for et bibliotek. Resten av bygningen har ikke spesielt stor brannbelastning. Ref. /1/ angir en spesifikk mobil brannbelastning for bibliotek på ca 1824 MJ/m<sup>2</sup> gulvflate (80% fractile). Brannbelastning per omhyllingsflate i studiesenteret blir ca 466 MJ/m<sup>2</sup>. Med en brannbelastning over 400 MJ/m<sup>2</sup>, vil det være strengere krav til seksjonering. For å unngå krav om sprinkling eller seksjonering, må det gjennomføres tiltak vedrørende brannbelastningen i studiesenteret.

### Tiltak:

Brannbelastningen i studiesenteret må reduseres, dette innebærer en opprydning i stablene av dokumenter og lignende. Det elektriske må også ryddes opp i da området er preget av mange kombinasjoner av ledninger.

## **2 § 7-22 RISIKOKLASSE OG BRANNKLASSE**

En skolebygning plasseres i risikoklasse (RKL) 3. Når bygningen er i tre etasjer, skal den være i brannklasse (BKL) 2.

Gymsalen er i risikoklasse (RKL) 5. Dette bygget er i en etasje og kan derfor prosjekteres i brannklasse (BKL) 1. Videre vurdering av dette bygget er ikke gjennomført, da denne brannprosjekteringen kun gjelder skolebygningen.

### 3 §7-23 BÆREEVNE OG STABILITET

#### 3.1 Bærende konstruksjoner

VTEK:

Bærende hovedsystem	Sekundært bærende bygningsdeler, etasjeskillere	Trappeløp	Utvendig trappeløp
R60 [B60]	R60 [B60]	R30 [B30]	R30 [B30] eller A2-s1,d0 [ubrennbar]

Observasjoner:

- Bærekonstruksjonene består av betong og tre. Normalt vil betong oppfylle R60, slik at ytelseskravet antas å være oppfylt. Tresøyler holder ikke R60 uten at de er spesielt beregnet og oppgradert. Det er ikke kontrollert om slik beregning er foretatt.
- Trappeløp består av betong og er i henhold til ytelseskravet.
- Store tredragere i 2.etasje holder ikke R60 uten at de er spesielt beregnet og oppgradert. Det er ikke kontrollert om slik beregning er foretatt.
- Det ble observert ubehandlet stålplater i forbindelse med trekonstruksjonene.

Tiltak:

- Stålplatene rundt trekonstruksjonene brannmales/isoleres til R60.
- Det må foretas stikkprøveberegning av trekonstruksjoner.

## 4 §7-24 ANTENNELSE, UTVIKLING OG SPREDNING AV BRANN OG RØYK

### 4.1 Overflater, kledning og isolasjon

#### VTEK:

For overflater og kledninger i **brannceller < 200 m<sup>2</sup>** utenom rømningsvei gjelder følgende krav i VTEK:

Overflate og kledning vegger og tak i branncelle	Overflate sjakter og hulrom	Rør- og kanalisolasjon
D-s2,d0 [In2] K10/D-s2,d0 [K2]	B-s1,d0 [In1] K10/A2-s1,d0 [K1-A]	Pll

For overflater og kledninger i **brannceller > 200 m<sup>2</sup>** utenom rømningsvei gjelder følgende krav i VTEK:

Overflate og kledning vegger og tak i branncelle	Overflate sjakter og hulrom	Rør- og kanalisolasjon
B-s1,d0 [In1] K10/B-s1,d0 [K1]	B-s1,d0 [In1] K10/A2-s1,d0 [K1-A]	Pll

For overflater og kledninger i rømningsvei gjelder følgende krav i VTEK:

Overflate og kledning vegger og tak i branncelle	Gulvbelegg	Rør- og kanalisolasjon
B-s1,d0 [In1] K10/A2-s1,d0 [K1-A]	D <sub>n</sub> -s1 (G)	Pl (Pll i nedforet himling med branncellebegrensende funksjon)

For utvendige overflater gjelder følgende krav i VTEK:

Utvendig overflate normalt	Utvendig overflate ved liten fare for brannspredning *)	Taktekking
B-s3,d0 [Ut1]	D-s3,d0 [Ut2]	B <sub>ROOF</sub> [Ta]

\*)Det vil være liten fare for brannspredning i utvendig fasade når ytterveggen er utformet slik at den hindrer brannspredning i fasaden eller bygningen er i høyst 4 etasjer og det er liten fare for brannspredning til/fra bygninger

For isolasjonsmaterialer gjelder følgende krav i VTEK:

Generelt krav	Tilleggsisolasjon i yttervegg på underlag av A2-s1,d0	Isolasjon som er tildekt eller murt/støpt inn
A2-s1,d0 (ubrennbar/begrenset brennbar)	Isolasjon som ikke oppfyller A2-s1,d0, kan benyttes	Isolasjon som ikke oppfyller A2-s1,d0, kan benyttes

Observasjoner:

- I trapperom og flere andre vegger ble det observert overflater av betong. Dette er i henhold til ytelseskravet.
- Flere vegger er systemvegger der overflaten mot rømningsvei består av gips. Dette er i henhold til ytelseskravet for brannceller >200m<sup>2</sup>.
- Yttervegg består delvis av betong og delvis av trekledning, dette er i henhold til ytelseskravet.

Tiltak:

- Ingen tiltak er nødvendig.

## 4.2 Branncelleinndeling

VTEK:

Rom som har forskjellig bruk og/eller brannenergi bør normalt være egne brannceller. Disse bør være oversiktlige slik at brukerne lett kan orientere seg om hvor utgangene til rømningsveiene er og ha mulighet til raskt å detektere et branntilløp i en tidlig fase.

Eksempler på egne brannceller er:

- Klasserom
- Rømningsvei
- Hulrom
- Sjakter
- Tekniske rom
- Tavlerom
- Forsamlingslokaler

Etasjene skal være skilt med branncellebegrensende konstruksjon.

1.etasje:

En av rømningsveiene går gjennom sløydsalen. Her har det tidligere vært en vegg som skilte ut en passasje som førte frem til ytterdøren. Denne vegg bør settes opp igjen som branncellevegg, slik at rømningsveien blir sikker og uten hinder. Dørene i rømningsveien må ha vrider, eventuelt med plastkopp over.

I resten av 1.etasje er følgende egne brannceller:

1. Klasserom 106, 108-111, grupperom 104 og WC 102-103
2. Klasserom 132-135
3. Rommene 139-143, helsesøster 136 og rommene 147-149
4. Trapperom med heis/heismaskin
5. Teknisk rom
6. Tilfluktsrommene, som brukes av SFO.

Branncelleinndelingen er tegnet inn på branntegningen.

2.etasje:

Det foreslås å skille ut rømningsveien som går gjennom vindfang 215, slik at rømning ikke vil skje gjennom branncelle som tilhører personalet.

Branncelleinndelingen i 2.etasje blir da følgende:

1. Klasserom 201-204
2. Trapperommene
3. Klasserom 224-227
4. Konferanserom
5. Studiesenter 228 inkl. korridorene rundt
6. Personaldel med rom 205-214
7. Rommene 216-219
8. Vindfang 215

Branncelleinndelingen er tegnet inn på branntegningen.

3.etasje

Denne delen brukes av personalet og er en egen branncelle.

Branncelleinndelingen er tegnet inn på branntegningen.

Fravik

Det er foreslått en branncelleoppdeling som fraviker fra VTEK ved at veggene rundt klasserommene er systemvegger som ikke oppfyller branncellekravet. Dette fraviket betegnes som Fravik 1. Rømningsvei gjennom annen branncelle (SFO i 1.etasje) og at rømningsvei ikke er egen branncelle betegnes som Fravik 2.

Det er gjennomført en analyse for å se om man kan tillate dette, se kapittel 10. Analysen viser at systemvegger oppgradert til E30 kan godtas som tilstrekkelig brannskille. Analysen viser også at rømning gjennom SFO kan godtas da hovedrømningsveien har stor nok kapasitet og dørvrider har glasslokk slik at døren kan benyttes selv om rommet er avstengt.



### 4.3 Branncellens egenskaper og brannmotstand

#### VTEK:

Skillede konstruksjoner skal generelt tilfredsstillende krav som angitt VTEK § 7-24 pkt. 3a og § 7-24 tabell 3:

Bygningsdel	Brannmotstand
Brannceller generelt	EI60 [B60]
Heissjakt, installasjonssjakter, trapperom	EI60 [B60]
Heismaskinrom	EI60 [B60]

Dører skal generelt ha samme brannmotstand som veggen den står i. Ellers gjelder VTEK § 7-24 tabell 4:

Dørplassering	Brannmotstand
Branncelle til korridor	EI30-S [B30]
Korridor til trapp Tr2	E30-CS [F30S]
Heismaskinrom, ventilasjonsrom, søppelrom, tekniske rom og sjakter	EI60-S [B60]

#### Observasjoner:

- De to nye branncellebegrensende veggene som etableres i sløydrom i 1.etasje og ved personal 2.etasje oppføres som EI60.
- Mange av dørene så ut til å være bygd som EI30-dører, men manglet merking.
- Selvlukker på dør til trapperom 137 er for svak og døren lukker seg ikke.
- Det er ønskelig fra brukerne (SFO) å ha åpne dører fra klasserom og ut i korridor 138.
- Flere dører mangler terskler.
- Veggene mellom rømningsvei/korridor og tiliggende rom og mellom rom, består av systemvegger. Det har ikke vært mulig å dokumentere brannmotstanden for disse systemveggene.

Dersom elementskjøtene av stål ikke er gjennomgående, vil veggen ha en brannmotstand på EI30. Den kan også være en godkjent branncellevegg med brannmotstand EI30.

Dersom elementskjøtene av stål er gjennomgående, vil veggen ikke være en brannklassifisert vegg.

Det er gjennomført en analyse for å se om man kan unngå tiltak på veggene, se kapittel 10. Analysen viste at systemveggene ikke kan godtas med de uttetheter de har.

Analyse utført ved Løvås oppveksttun viser at det er tilstrekkelig å utføre tetting av systemvegg slik at de ikke sprer brannen i løpet av 30 minutter. Veggen betegnes da som E30. Veggen kan utbedres på følgende måte:

- alle uttetheter tettes på begge side av veggen (stikkprøver ved dører og vinduer)
- elementskjøtene av stål brannmales til R60 på klasseromssiden.
- dører som er dårlige repareres eller skiftes ut

#### Tiltak:

- Det må gjøres en oppgradering av systemveggene som er definert som branncelleskille slik at de tilfredsstillende E30. Dette foreslås løst ved brannmaling av stålstender og tetting alle skjøter og gjennomføringer ved platene på begge sider.
- Nye branncellebegrensende vegger oppføres som EI60.
- Hvis selvlukker på dør til trapperom 137 fortsatt ikke er reparert, må dette gjennomføres.
- Dører fra klasserom 142 og 143 og ut i korridor 138 settes på magnet.
- Dørene som ut ifra tegningen vedlagt denne rapporten står i branncellevegg må kontrolleres og evt. skiftes/repareres hvis de ikke tilfredsstillende brannkravet. Dørene må repareres dersom de ikke tetter godt. De må skiftes ut dersom reparasjon ikke er mulig. De som ikke er godkjente branndører men som fungerer bra, kan beholdes.

#### 4.4 Brannspredning mellom brannceller

##### VTEK:

Slik brannspredning kan skje via fasademateriale, fra vindu i en etasje til vindu i neste etasje, ved innvendige hjørner og parallelle vinduer.

For å hindre spredning gjennom vindu i motstående parallelle vegger kreves følgende tiltak:

Avstand mellom vinduer [m]	Krav til brannklasse på vinduer
$L < 3,0$	Et vindu i EI60 eller begge i EI30
$3,0 < L < 6,0$	Et vindu i E60 [F60 ] eller begge i E30 [F30]
$L \geq 6,0$	Uspesifisert

Tabellen gjelder kun når vindusarealet ikke utgjør mer enn 1/3 av veggarealet.

For å hindre spredning gjennom vindu i innvendige hjørner kreves følgende tiltak:

Avstand mellom vinduer [m]	Krav til brannklasse på vinduer
$< 2,0$	Et vindu i EI 60 eller begge i EI 30
$2,0 < L < 4,0$	Et vindu i E60 eller begge i E30
$L > 4,0$	Uspesifisert

##### Observasjoner:

- Det ble hverken observert innvendige hjørner eller motstående vegger som utgjør fare for brannspredning i dette bygget.
- Det ble observert manglende kjølesone mellom vinduer i fasaden, se bilde 068 i vedlegg 4. Dette fraviket betegnes som Fravik 3.

Analysen viser at dette ikke medfører redusert personsikkerhet. Sannsynligheten for stor verditap er små. Fraviket må derfor godtas da det vil være utenfor en økonomisk forsvarlig ramme å utbedre fraviket.

##### Tiltak:

- Ingen tiltak er nødvendig.

## 4.5 Seksjonering

### Krav i VTEK:

Største bruttoareal per etasje uten seksjonering som ikke bør overskrides, forutsatt brannbelastning 50-400MJ/m<sup>2</sup>:

Normalt	Brannalarmanlegg kategori 2, med direkte varsling til brannvesen	Røykventilasjon	Sprinkleranlegg
1200 m <sup>2</sup>	1800 m <sup>2</sup>	4000 m <sup>2</sup>	10.000 m <sup>2</sup>

### Observasjoner:

- Haukeland skole har største bruttoareal per etasje på 1785 m<sup>2</sup>. Dette overskrider ikke anbefalt areal innenfor en brannseksjon forutsatt at bygningen har brannalarmanlegg kategori 2 med direkte varsling til brannvesenet.

### Tiltak:

- Det må installeres brannalarmanlegg kategori 2 med direkte varsling til brannvesenet.

## 4.6 Tekniske anlegg – rør og kanaler

VTEK og byggdetaljblad 520.342 (ref./2/):

*Gjennomføringer i branncellebegrensende konstruksjoner:*

Gjennomføring	Tiltak
Plast-rør > 32 mm	Tettes og påsettes brannmansjett EI60 der det bryter gjennom brannceller vegg/tak.
Plast-rør < 32 mm	Tettes der det bryter gjennom brannceller vegg/tak.
Små VA-rør i metall	Tettes der de bryter gjennom brannceller vegg/tak med klasse EI60. Isolasjon kan beholdes gjennom skillet dersom materialet er sertifisert for dette.
Støpejernsrør > 110 mm	Vurderes særskilt
Støpejernsrør < 110 mm	Tettes der det bryter gjennom brannceller vegg/tak eller støpes inn i konstruksjon minst 180 mm. Sikre 250 mm avstand til brennbar materiale.
Kanal fra 80 cm <sup>2</sup> (Ø100 mm) – 300 cm <sup>2</sup> (Ø 195 mm)	Tettes og brannisoleres i lengde anvist av produsent eller beregnes
Branncelle med tosidig platekledning	Tettes tosidig

### *Materialer:*

Kanaler skal være ubrennbare.

### *Oppheng:*

Oppheng skal yte R60 slik at gjennomføringer gjennom brannceller oppfyller følgende krav:

Kanal uten bruddanvisning	EI60
Kanal med bruddanvisning	EI60 mellom bruddanvisning og gjennomføring

Det vises ellers til ref. /3/, byggdetaljblad 520.346.

*Kanaler fra kjøkken*

Kanaler fra kjøkken skal utføres i EI15 (A15) hvis det ikke ligger i egen sjakt i brannklasse EI30. Tilknytningen mellom hetten og kanalen utført i EI15 kan være en fleksibel kanal typegodkjent for denne bruk. Avtrekkssystemet fra kjøkken utstyres med fettfilter og kanalen skal kunne rengjøres i hele sin lengde.

Observasjoner:

- Det ble registrert utettheter i forbindelse med gjennomføringer av rør og kanaler i branncellebegrensende konstruksjoner på befaring. Dette ble ikke kontrollert inngående og bør derfor undersøkes ytterligere når de andre tiltakene som angis i denne rapporten skal gjennomføres.

Tiltak:

- Gjennomføringer av rør og kanaler i branncellebegrensende konstruksjoner (vegger og etasjeskillere) må kontrolleres, tettes og brannisoleres.

**4.7 Tekniske anlegg – elektriske installasjoner**

VTEK og byggdetaljblad 520.342 (ref./2/):

*Gjennomføringer i branncellebegrensende konstruksjoner:*

Gjennomføring	Tiltak
Kabler	Tettes der de bryter gjennom brannceller vegg/tak med klasse EI60.
Kabler i kontinuerlige trekkør inntil 32 mm.  PS! Tillates bare horisontalt gjennom branncellevegger.	Tettes rundt rør der de bryter gjennom branncellevegg. Forutsatt 100 mm mellom rørene gjennom branncellevegger. Bør tettes i minst en ende.

Alle gjennomføringer i brannceller med tosidig platekledning tettes tosidig.

*Oppheng:*

Kabelbru uten bruddanvisning	EI60
Kabelbru med bruddanvisning	EI60 mellom bruddanvisning og gjennomføring

Kabelbru skal ikke gå gjennom branncellebegrensende konstruksjoner.

Det vises ellers til ref. /3/, byggdetaljblad 520.346.

*Installasjoner som skal ha funksjon i brann*

Strøm til brannalarmanlegget, til styring av dører og til ledesystem, skal sikres mot brann i den tiden installasjonen skal fungere.

Observasjoner:

- Det ble registrert enkelte utettheter i forbindelse med gjennomføringer av kabler i branncellebegrensende konstruksjoner.

Tiltak:

- Gjennomføringer av kabler i branncellebegrensende konstruksjoner (vegger og etasjeskillere) må kontrolleres og tettes.

## 5 §7-25 TILRETTELEGGING FOR SLOKKING AV BRANN

### VTEK:

- Bygninger i risikoklasse 3 hvor det er trykkvann, må ha brannslange.
- Der det er krav om brannslange eller håndsløkkeapparat, må antall og dekningsområde være slik at hele bygningen dekkes.
- For at en brannslange skal være lett å benytte, bør den ikke være lengre enn 30 m ved fullt uttrekk.

### Observasjoner:

- Det er tre brannslanger og fire håndsløkere i 1.etasje. Dette vil oppfylle ytelseskravet.
- Det er tre brannslanger og en håndsløkker i 2.etasje. Dette vil oppfylle ytelseskravet.
- Det er en brannslange i 3.etasje. Dette vil oppfylle ytelseskravet.

### Tiltak:

- Ingen tiltak er nødvendig.

## 6 §7-26 BRANNSPREDNING MELLOM BYGGVERK

### VTEK:

- Bygning med mønehøyde over 9 m regnes som høyt byggverk. Bygningen skal da være atskilt fra andre bygninger med brannvegg eller den skal ligge minst 8 m fra nabobygning. Brannvegg skal gå minst 0,5 m over høyeste tilstøtende tak.
- Bygning med mønehøyde under 9 m regnes som lave byggverk. Avstanden mellom lave byggverk kan være mindre enn 8 m når bygningene er skilt med branncellebegrensende bygningsdel.
- Nabobygning skal ikke antennes ved nedfall av bygningsdeler eller ved stråling.

### Observasjoner:

- Mønehøyden er mer enn 9 m.
- Avstand til nabobygninger er mer enn 8 m.
- Ytelseskravet er oppfylt.

### Tiltak:

- Det er ikke nødvendig med tiltak.

## 7 §7-27 RØMNING AV PERSONER

### 7.1 Vurdering av rømningsveier

#### VTEK:

1. Utgang fra branncelle må føre direkte til sikkert sted (ute eller annen brannseksjon) eller til korridor/sluse med adgang til minst to uavhengige rømningsveier.
2. Avstanden fra ethvert sted i branncellen til utgang skal maksimalt være 30 m.
3. Avstand i rømningsvei skal maksimalt være 15 m der det er tilstrekkelig med en trapp eller hvor vindu er en av de to rømningsveiene. Avstanden skal også være maksimalt 15 m der det er utgang til korridor med sammenfallende rømningsretning.
4. Dør skal slå ut i rømningsretning, eller ha utførelse som gir likeverdig funksjon under rømning, for å forhindre oppstuvning foran døren.
5. Dør til rømningsvei i risikoklasse 3 må ha fri bredde på minimum 0,9 m (10M).
6. I bygninger i risikoklasse 3, 5 og 6 må fri bredde i rømningsvei og på dør i rømningsvei være minst 1,2 m.
7. Fra branncelle i bygning beregnet for virksomhet i risikoklasse 3, kan vindu som har underkant mindre enn 1,5 m over planert terreng, være en av rømningsveiene. I risikoklasse 2 kan vindu benyttes som rømningsvei hvis underkant vindu er mindre enn 5 m over planert terreng. Vindu som rømningsvei bør være sidehengslet, høyde minimum 0,6 m og bredde minimum 0,5 m. Summen av høyde og bredde bør være minimum 1,5 m.
8. I risikoklasse 3 er det krav om trapperom Tr2. Altså skal det være sluse/mellomliggende rom mellom branncelle og trapperom.
9. Stige eller trapp som benyttes til rømning utvendig må ha avstand minst 2 m fra vindu, eller være skjermet mot flammer og strålevarme.

#### Observasjoner:

##### 1.etasje:

- Utgang fra korridoren, som skal være egen branncelle, fører til sikkert sted. Korridoren gir adgang til to rømningsveier direkte ut og to rømningsveier går gjennom klasserom (SFO 110 og sløyd 147). Sløydrommet er lite egnet til rømning da rommet inneholder materialer og møbler som er festet til golvet.
- I korridorene er det mye klær og sko. Dette er svært ugunstig med tanke på rømning.
- Korridoren ved sløydrom inneholdt benker og skap som ikke var i bruk.
- Rømning gjennom SFO 110 er et fravik fra branncelleoppdeling og ved at det må rømmes gjennom annen branncelle (SFO). Fraviket betegnes som nevnt i kapittel 4.2 som Fravik 2. Dette kan godtas da dørviden har glasslokk slik at døren kan benyttes selv om rommet er avstengt. Slagretning på døren må endres.
- Bredde på dør i rømningsvei/korridor (138) og i sløyd (147) er 0,9 m (10M) og er ikke tilfredsstillende.
- Ellers er krav til rømningsveier m.h.p. bredde i og til rømningsveier, slagretning på dører, avstand internt i branncellen og avstand fra dør i branncellen til trapp/utgang, tilfredsstillt.
- Det ble observert et kjøleskap i trapperom (137).

### 2.etasje:

- Rømning må foregå i samme rom som studiesenteret som brukes som bibliotek og kontor. Dette fraviket beregnes som Fravik 4. Det er gjennomført en analyse for å se om man kan tillate dette, se kapittel 10. Analysen viser at dette kan godtas da det ikke medfører redusert personsikkerhet. En innbygging av studiesenteret vil i tillegg være for omfattende til at det kan anses som innenfor en økonomisk forsvarlig ramme.
- Fra 2.etasje er det to utganger direkte til det fri i tillegg til to trapperom som fører ned i korridoren og ut. Dette er tilfredsstillende.
- Bredder på dørene som fører direkte ut fra 2.etasje er 0,9 m brede og ikke i henhold til ytelseskravet.
- Ellers er krav til rømningsveier m.h.p. bredde i og til rømningsveier, slagretning på dører, avstand internt i branncellen og avstand fra dør i branncellen til trapp/utgang, tilfredsstillt.

### 3.etasje:

- Rømning ned trapp og ut via korridor, eller direkte ut på tak og videre ned en stige på fasaden av bygningen. Dette er i henhold til ytelseskravet.
- Trapp opp til 3.etasje er en åpen internttrapp. Dette er ikke i henhold til ytelseskravet da trappen skal være i egen branncelle. Dette fraviket betegnes som Fravik 5. Det er gjennomført en analyse for å se om man kan tillate dette, se kapittel 10. Analysen viser at dette kan godtas fordi 3.etasje er egen branncelle med egen rømningsvei. Det medfører ikke redusert personsikkerhet.
- Opp til rømningsvinduet er det en liten trapp. Avstanden fra golvet og opp til trappen er stor, og et ekstra trinn bør monteres.
- Utvendig leder langs fasaden er for nærme et vindu i etasjen under. Dette er ikke i henhold til ytelseskrav. I risikoklasse 2 kan vindu brukes som rømningsvei hvis det er maks 5 m over planert terreng. I dette tilfellet er det kun ansatte som skal bruke denne rømningsveien og det er under 5 m til planert terreng fra taket. Personer som rømmer har mulighet til å rømme fra flere plasser hvis trappen skulle være utsatt for stråling fra underliggende branncelle. Plasseringen av leder kan dermed godtas.
- Skolen har problemer med at ungdommer klatrer opp på taket på kveldstid og i helger og ønsker en løsning på dette. Undertegnede ble informert om at det var sykkelskuret og/eller rekkverk ved nivåendring som gjerne brukes som et hjelpemiddel for å komme seg opp.

### Tiltak:

#### 1.etasje

- Dører (2.stk) i korridor 138 som ikke oppfyller 1,2 m, må skiftes ut til denne bredden.
- Dørene gjennom sløyd og dør direkte ut ved helsesøsters kontor (136) skiftes til 13M.
- Klær i rømningsvei bør fjernes eller plasseres i stålskap i korridoren.
- Skap og benker i korridor som ikke er i bruk fjernes.
- Kjøleskapet i trapperommet må flyttes til branncelle som ikke er rømningsvei.
- Slagretningen på dør fra SFO må endres, døra skal slå innover i tilfelle denne blir brukt til rømning.
- Sløydrommet deles opp slik at rømningsveien blir egen branncelle EI60. Sløydbenk skrudd fast i golv flyttes inkl alt annet som står i veien.

#### 2.etasje

- Dørene (4 stk) som fører direkte ut fra 2.etasje skal skiftes til dører med bredde 1,4 m (15M).

#### 3.etasje

- Det monteres et ekstra trinn opp til trapp i rømningsvei fra 3.etasje.
- Ungdommer som oppholder seg på taket representerer en mulig brannstart ved for eksempel røyking. Det bør gjennomføres tiltak slik at ungdommene ikke kommer seg opp på taket. Følgende alternative tiltak foreslås:
  - Sykkelskur fjernes.
  - Rekkverk ved nivåendring bygges på slik at det blir høyere og vanskelig å bruke som tilgang til taket.



## 7.2 Ledesystem

### VTEK:

Det er krav om ledesystem i store uoversiktlige brannceller og i lokaler i risikoklasse 5.

### Observasjoner:

- Det er ikke krav i VTEK om ledesystem i skole. Det er likevel montert ledesystem i skolen, noe som vil bedre rømningssikkerheten i bygningen.

### Tiltak:

- I sammenheng med den branntekniske gjennomgangen er det nødvendig med en oppdatering av ledesystemet. Det anbefales en gjennomgang av hele systemet slik at evt. ødelagte markeringskilt eller ledelys blir reparert..

## 7.3 Brannalarmanlegg

### VTEK:

- Bygninger i risikoklasse 3 med to eller flere etasjer, må ha brannalarmanlegg når elevtallet er mer enn 150 i barneskoler, og mer enn 300 i ungdomsskoler, videregående skoler og lignende.
- Bruttoareal per etasje uten seksjoner kan være opptil 1800 m<sup>2</sup> hvis det er installert brannalarmanlegg kategori 2 som gir direkte varsling til brannvesenet.

### Observasjoner:

- På grunn av størrelsen på skolen, er det krav om brannalarmanlegg kategori 2, med direkte varsling til brannvesen. Det er behov for en gjennomgang av brannalarmanlegget, bl.a. dekning av detektorer.

### Tiltak:

- Anlegget på skolen må oppdateres slik at kravet om brannalarmanlegg i kategori 2 blir oppfylt.
- Det må monteres linje- eller aspirasjonsdetektor i studiesenteret.

## 8 §7-28 TILRETTELEGGING FOR REDNINGS- OG SLOKKEMANNSKAP

### 8.1 Tilgjengelighet

#### VTEK:

- Det skal være kjørbart ankomst frem til bygningen og tilstrekkelig med oppstillingsplasser for brannvesenets kjøretøy ved hovedinngang.
- Loft må være tilgjengelig for slokkemannskapene via utvendig eller innvendig atkomst.
- Hulrom må være tilgjengelig for inspeksjon.
- Tilgjengelighet i sjakter kan sikres med luker i topp og bunn i sjakten.
- Tilgjengelighet til hulrom under nedforet himling kan ivaretas med luke i himling, eller ved at himling består av nedfellbare elementer.

#### Observasjoner:

- Det er kjørbart ankomst frem til bygningen og tilstrekkelig med oppstillingsplasser.
- Det er treullcementplater i tak. Det antas at når disse fjernes er det adgang til himlingen over. En slik løsning kan godkjennes uten at det monteres luke.
- Dersom det er hulrom/luftet rom over isolasjonen i yttertaket (ikke kompakttak), skal dette være oppdelt i brannceller på maksimalt 400 m<sup>2</sup>. En bør derfor benytte anledningen ved en evt. reparasjon eller liknende, til å få undersøkt og om mulig utbedret oppdelingen av hulrommet. Ellers er tiltaket for omfattende til at det lar seg gjennomføre innenfor en praktisk og økonomisk ramme.

#### Tiltak:

- Oppdeling av hulrom over isolasjonen i yttertak i flere brannceller må vurderes utført hvis anledningen byr seg ved en evt. reparasjon av taket (hvis det ikke er kompakttak).

### 8.2 Merking og informasjon

#### VTEK:

- Foruten den merkingen som skal gi publikum nødvendig informasjon under brann, må det være merking som gir brann- og redningspersonell nødvendig informasjon.
- Det skal være oversiktsplaner ved hovedinngangen til bygningen, som inneholder nødvendig informasjon, bl.a. oversikt over branntekniske installasjoner og informasjon om særskilte farer ved brann og ulykker.
- Etter som skolen er et særskilt brannobjekt, skal det utarbeides branndokumentasjon (brannperm og branntegninger).

#### Observasjoner:

- I korridor (212) ved personaldelen i 2.etasje, under brannalarmsentralen, var det branntegninger og informasjon til brannvesenet. Disse så ikke ut til å være oppdaterte.
- De branntekniske løsninger skal endres i bygningen. Dette medfører at dokumentasjon må endres.

#### Tiltak:

- Branndokumentasjon må kontrolleres og oppdateres.
- Branntegningene, som bl.a. skal ligge i brannpermen, oversiktsplan og eventuelle rømningsplaner, må oppdateres etter denne gjennomgangen.

## 9 VENTILASJONSANLEGG

Dersom ventilasjonsanlegget er basert på omluft, eller varmegjenvinner er roterende gjenvinner av gammel type, bør ventilasjonsanlegget stoppes ved utløst brannalarm.

### Tiltak:

- Spørsmålet om ventilasjonsanlegget baserer seg på omluft eller har roterende gjenvinner, med fare for spredning av røyk, legges fram for firma/person som har kjennskap til ventilasjonsanlegget.

## 10 ANALYSE

### 10.1 Registrerte fravik

Fravik fra VTEK må dokumenteres ved analyse og/eller beregninger.

Vi har registrert følgende fravik fra ytelseskravene i VTEK:

1. Systemvegger som brannskille
2. Rømning gjennom SFO
3. Manglende kjølesone
4. Studiesenteret
5. Trapp til 3. etasje

Analysen deles i en kvalitativ del med vurderinger og en kvantitativ del med beregninger.

### 10.2 Kvalitativ analyse

Den kvalitative analysen gjennomføres for å avklare om det er nødvendig og/eller mulig med en kvantitativ analyse. Dessuten skal man begrunne valg av de scenarioer en ser nærmere på.

#### 10.2.1 Fravik 1 og 3

##### Brannmotstand i systemvegger (fravik 1)

Mange av veggene i skolen, som etter oppdaterte branntegninger skal være branncellebegrensende vegger, er oppført som systemvegger uten brannmotstand EI60. Dette fraviker fra veiledningen fordi rømningsvei da ikke vil være egen branncelle som fører videre til sikkert sted.

Veggen består av 1 lag 13 mm gips på hver side. Den er sannsynligvis isolert med 75 mm mineralull. Veggelementene er skjøtet med stål.

Dersom elementskjøtene av stål ikke er gjennomgående, kan veggen være en godkjent branncellevegg med brannmotstand EI30. Dersom elementskjøtene av stål er gjennomgående, vil veggen ikke være en brannklassifisert vegg.

Det har ikke vært mulig å dokumentere brannmotstanden for disse systemveggene.

For å kunne se på muligheten for at systemveggene kan beholdes uten tiltak, er det gjennomført en deterministisk analyse. En kvantitativ analyse er mulig da en kan finne tilgjengelig rømningstid via simuleringsprogram og beregne nødvendig rømningstid, for så å sammenlikne disse. Fraviket vil hovedsakelig påvirke rømningsvei og det er valgt et scenario der brann oppstår i klasserom ved SFO. En brann i dette området vil føre til at en av rømningsveiene blokkeres og er dermed det minst gunstige tilfellet.

Dette scenarioet betegnes som scenario 1.

##### Rømning gjennom SFO (fravik 3)

Rømning skal i følge VTEK ikke skje gjennom annen branncelle. Rømning gjennom SFO er sikret ved at kopp over lås på rømningsdør og at rømningsveien er utstyrt med ledesystem. Døren må snus slik den slår i rømningsretningen.

Scenarioet som er beskrevet ovenfor (scenario 1) vil gi svar på om rømning gjennom SFO er akseptabelt, evt. hvilke ekstra tiltak som må utføres for at løsningen kan godtas.

### 10.2.2 Fravik 2

Vi har registrert at det er for liten kjølesone mellom vindu i forskjellige etasjer. Flammelengde ut av vindu kan være opp til 1,5 ganger høyden av vindu. Vindushøyden er ikke målt, men en antar den maksimalt er 1,8 m og at avstanden mellom vinduene vertikalt er minimum 1,2 m. Dette betyr at opp til 1 m høyde av flammespissen vil være utenfor vinduet i etasjen over.

#### Vurdering av brannspredning (fravik 2)

En brannsimulering i CFAST viser at overtenning i klasserom skjer etter ca 9 minutter forutsatt at brannrommet får nok luft. Dette vil skje dersom brannen starter nært vindu og et eller flere vindu knuses. Dette er det stor sannsynlighet for. Dersom glasset knuses, vil flammer ut av vinduet medføre stråling mot vindu i etasjen over. Ref./8/ angir en fluks på 20-30 kW/m<sup>2</sup> for å få dobbelglass til å knuses. En rask beregning, der vi forutsetter en temperatur i flammen utenfor vindu i etasjen over på 500 ° C, viser at flammen medfører en strålingsfluks på 16 kW/m<sup>2</sup>.

Dette viser at brannspredning til etasjen over ikke er sannsynlig. Ytterveggskledningen er hovedsakelig ubrennbar, men lekter kan muligens antennes. Skjer dette er muligheten for brannspredning til etasjen over større.

Tatt hensyn til resultatene overfor og innsattstiden for brannvesenet, vil en konkludere med at spredningsfaren fra en etasje til etasjen over via vindu, er liten.

Dersom vil likevel skulle får en slik spredning, vil det ikke ha betydning for personsikring. Brannvesenet vil i tilfelle ha store muligheter å stoppe brannen i den branscellen brannen har sprer seg til i etasjen over. Fraviket fra VTEK vil derfor ikke forringe verdisikringen vesentlig i forhold til dagens krav.

#### Konklusjon

Analysen viser at fraviket ikke medfører redusert personsikkerhet. Sannsynligheten for stort verditap er små. Fraviket må derfor godtas da det vil være utenfor en økonomisk forsvarlig ramme å utbedre fraviket.

### 10.2.3 Fravik 4 og 5

#### Studiesenteret som rømningsvei (fravik 4)

I 2.etasje er studiesenteret åpent og ligger slik plassert at rømning fra klasserommene vil gå via dette arealet. Det må gjøres en vurdering om dette arealet kan forbli åpent. I henhold til VTEK skal rømningsvei være egen bransceller. I dette tilfelle vil store deler av 2.etasje bli å betrakte som en stor bransceller. Det er grunn til å tro at tilgjengelig rømningstid kan bli tilstrekkelig på grunn av stor takhøyde. I tillegg er det fire rømningsveier fra etasjen, hvorav to fører direkte ut.

Lokalet kan sammenlignes med et lokale i risikoklasse 5, for eksempel et forsamlingslokale. Antallet personer som skal rømme i forhold til sum bredde på utganger er lite i forhold til krav i VTEK for et forsamlingslokale. Det er likevel noen forhold som avviker fra et forsamlingslokale:

- De fleste personene oppholder seg i tiliggende klasserom.
- Som røykmagasin vil studiesenteret være mindre enn et tilsvarende forsamlingslokale.
- Det er en risiko for at brannen blir sent oppdaget hvis det er få eller ingen personer i studiesenteret.
- Vi kan få en større brann enn i et forsamlingslokale som følge av stor brannbelastning.

Dette må imidlertid kontrolleres gjennom en analyse der brann starter i studiesenteret. En kvantitativ analyse er mulig da en kan finne tilgjengelig rømningstid via simuleringsprogram og beregne nødvendig rømningstid, for så å sammenlikne disse.

Dette scenarioet betegnes som scenario 2.

### Trapp Tr2 til 3.etasje (fravik 5)

Det går en liten trapp opp til 3.etasje der personalet har kontor. Denne trappen er åpen og tilhører branncellen i 2.etasje. Dette er ikke en preakseptert løsning og må vurderes nærmere. Løsningen kan vurderes uten en kvantitativ analyse da det er mulig å sammenlikne med andre preaksepterte løsninger angitt i VTEK.

Det stilles følgende krav til trapperom i VTEK:

- Trapperom må utføres som egen branncelle selv om trapperommet ikke er en del av rømningsvei
- Om trapperommet ikke leder direkte til det fri eller sikkert sted må rømningsveien videre utføres som trapperommet mht. omsluttende konstruksjoner, mellomliggende rom, dører m.v.
- Intertrapp forbinder to eller flere plan innenfor en og samme branncelle. Branncelle over flere plan kan tillates i risikoklasse 1, 2, 4 og 5.

I et kontorbygg kan trapp være utført som intertrapp mellom flere plan i samme branncelle. Det må da være tilstrekkelig rømning fra hvert plan. Den åpne trappen i Haukeland skole kan godtas med følgende begrunnelse:

- 3.etasje brukes kun av personalet og kan derfor anses som virksomhet i risikoklasse 2.
- Det er en uavhengig rømningsvei fra 3.etasje og direkte ut, slik at i et kontorbygg kunne denne løsningen vært god nok selv uten 3.etasje som egen branncelle.

## **10.3 Kvantitativ analyse**

Den kvantitative analysen utgjør en fordypning og kvantifisering av scenarioene som den kvalitative analysen viste at det var behov for. Dette innebærer en videre vurdering av rømningsvei i 1.etasje og studiesenteret i 2.etasje. Scenarioene kalles videre for henholdsvis scenario 1 og scenario 2.

### **10.3.1 Beskrivelse av scenariene**

#### Scenario 1

En brann i et klasserom vil kunne utgjøre fare for personer som skal rømme i den definerte rømningsveien utenfor klasserommet. Dette er tilfelle i 1.etasje. Den alternative rømningsveien i 1.etasje går gjennom klasserom (SFO). Scenarioet representerer en brann i rommet som er den alternative rømningsveien. Dette betyr at rømning kun kan foregå gjennom dør i korridor.

#### Scenario 2

Scenario 2 representerer en brann i studiesenteret. Dette anses som både sannsynlig og svært uheldig da en brann i dette rommet kan hindre rømning fra klasserommene.

### **10.3.2 Metode**

Det benyttes en deterministisk analysemetode der konsekvensene av et scenario vurderes. Analysen går ut på å sammenlikne nødvendig rømningstid med tilgjengelig rømningstid.

For å finne nødvendig rømningstid blir metoden som er angitt i ref. /4/ benyttet. Nødvendig rømningstid er sammensatt av deteksjons-, reaksjons-, og forflytningstid. Deteksjons- og reaksjonstid fastsettes ved vurdering av situasjonen, mens forflytningstiden beregnes ved hjelp av ganghastighet og kapasitet gjennom dører og ned trapper.

For å finne tilgjengelig rømningstid er det her benyttet dataverktøyet CFAST. CFAST er et røyksimuleringsprogram hvor en ved å legge inn data om rommene, åpninger og brann kan få informasjon om blant annet høyde på røyksjikt, temperatur og sikt.

### 10.3.3 Forutsetninger

Følgende forutsetninger er lagt til grunn i analysen:

#### Scenario 1, dimensjonerende branntilfelle

- Antall personer som skal rømme er satt til 90 personer.
- Personene er kjent i bygningen.
- Lengde på fluktvei er satt til 15 m.
- Rømningsdør på 0,9 m (via klasserom) og 2,0 m (utgang). Dette tilsvarer en kapasitet på henholdsvis 1 pers/s og 2,3 pers/s.
- Dimensjonerende brann er brann i klasserom.
- Det legges inn lekkasjer på 1 x 3000 mm (bxh) i alle skjøter på systemveggene, d.v.s. for hver 1,2 m.
- Det legges inn horisontale lekkasjer (topp og bunn systemvegg) på 5 mm.
- Det legges det inn 3 mm vertikal lekkasje i dør.
- Brannalarmanlegg

#### Scenario 1, dimensjonerende brann

- Brannvekst i.h.t. ref. /1/ settes lik medium brann.
- Brannens effekt pr. m<sup>2</sup> i.h.t. ref. /1/ settes lik 250 kW/m<sup>2</sup>.

#### Scenario 2, dimensjonerende branntilfelle

- Antall personer som skal rømme er satt til 270 personer.
- Personene er kjent i bygningen.
- Lengde på fluktvei er satt til 30 m.
- Rømningsdør på 2 x 1,4 m (direkte ut). Dette tilsvarer en kapasitet på 1,5 pers/s per dør.
- Rømning ut via trapperom med effektiv bredde på 0,9 m (1,2 m- 0,3 m). Dette tilsvarer en kapasitet på 1 pers/s ned trapp.
- Dimensjonerende brann er brann i studiesenteret.
- Brannalarmanlegg

#### Scenario 2, dimensjonerende brann

- Brannvekst i.h.t. ref. /1/ settes lik medium brann.
- Brannens effekt pr. m<sup>2</sup> i.h.t. ref. /1/ settes lik 250 kW/m<sup>2</sup>.

### 10.3.4 Følsomhetsanalyse

Ved følsomhetsanalyse vil en kontrollere sikkerheten ved svikt i et aktivt eller et passivt system. Følgende scenarioer vil være aktuelle:

- Brannalarmanlegg som ikke fungerer
- Dør mot brannrom som ikke lukkes

Sistnevnte punkt vil kun være aktuelt for Scenario 1.

### 10.3.5 Akseptkriterier

Følgende akseptkriterier ble satt før analysen:

#### Scenario 1

- Tilgjengelig rømningstid > Nødvendig rømningstid (nødvendig sikkerhet i tillegg)
- Akseptkriterium for røyksjikhøyde er satt til røyk i høyde 1,8 m over gulv (ref. /5/)
- Akseptkriterium for sikt er 10 m (OD=0,21 m<sup>-1</sup>) (ref. /5/).

#### Scenario 2

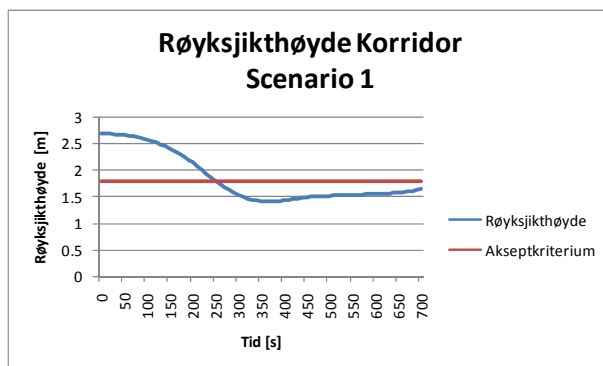
- Tilgjengelig rømningstid > Nødvendig rømningstid (nødvendig sikkerhet i tillegg)
- Akseptkriterium for røyksjikhøyde er satt til røyk i høyde 3 m over gulv i korridor (ref. /5/)
- Akseptkriterium for sikt i korridor er 10 m (OD=0,21 m<sup>-1</sup>) (ref. /5/).

### 10.3.6 Tilgjengelig rømningstid

#### Alle systemer fungerer

#### Scenario 1

Figur 2 viser utviklingen av røyksjikhøyde i korridoren/rømningsveien.

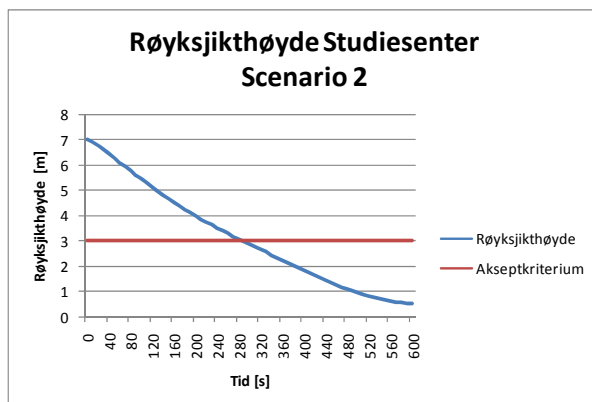


Figur 2: CFAST Røyksjikhøyde Scenario 1

Høyde på 1,8 m oppnås etter 250 sekunder.

#### Scenario 2

Figur 3 viser utviklingen av røyksjikhøyde i studiesenteret.



Figur 3: CFAST Røyksjikhøyde Scenario 2

Høyde på 3 m oppnås etter 290 sekunder.



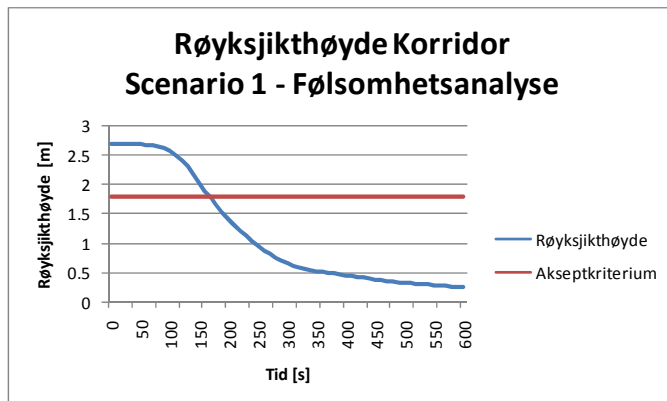
## Følsomhetsanalyse

### Scenario 1

Ved følsomhetsanalyse vil en som tidligere nevnt, kontrollere følgende scenarier:

- Brannalarmanlegg som ikke fungerer
- Dør mot brannrom som ikke lukkes

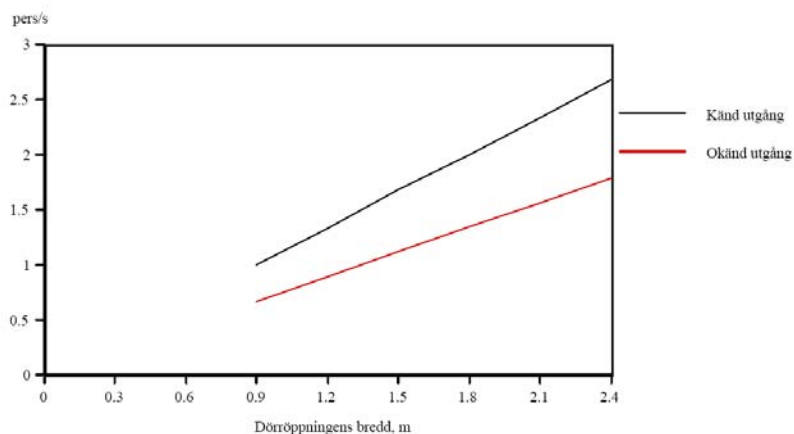
Når dør er åpen, vil vi få utvikling av røyksjikhøyde i korridoren/rømningsveien som Figur 4 viser. Akseptkriterium 1,8 m oppnås etter 160 sekunder.



Figur 4: CFAST Scenario 1 Følsomhetsanalyse

### 10.3.7 Nødvendig rømningstid

I vurderingen av deteksjonstid og reaksjonstid er det tatt hensyn til at personene er kjent i bygningen. I følge ref./6/ kan personstrømningen gjennom døråpning finnes ut av kurven som er vist nedenfor i Figur 5. Kurvene er fremkommet ved virkelige forsøk. Siden det i dette tilfellet forutsettes at personene er kjent, blir den sorte kurven benyttet i denne beregningen.



Figur 5: Personstrømning gjennom dør

Alle systemer fungererScenario 1

Deteksjonstiden er i følge simuleringen i CFAST 20 sekunder.

Tabell 1 viser nødvendig rømningstid hvor brannalarmanlegget fungerer. Personene blir varslet av brannalarmen på et tidlig tidspunkt og nødvendig rømningstid blir 134 sekunder.

Tabell 1: Nødvendig rømningstid Scenario 1

Hendelse	Tid [sek]
Deteksjonstid	20
Reaksjonstid	60
Forflytningstid <i>Gangtid</i>	
Lengde [m] / ganghastighet [m/s] 20 m / 1,3 m/s	15
<i>Kapasitet gjennom dør</i>	
Antall personer / dørkapasitet (pers/s) 90 personer / 2,3 pers/s	39
<i>Nødvendig rømningstid</i>	<i>134</i>

Scenario 2

Tabell 2 viser nødvendig rømningstid hvor brannalarmanlegget fungerer. Alle fire utganger forutsettes at er tilgjengelig for rømning. Personene blir varslet av brannalarmen på et tidlig tidspunkt og nødvendig rømningstid blir 173 sekunder.

Deteksjonstiden er i følge simuleringen 180 sekunder. Det finnes imidlertid ingen beregningsmetode for responstid for røykdetektor. CFAST benytter således samme beregningsmetodikk som varmedetektor der utløsningstemperatur er satt til 34 grader. Ref. /5/ angir 90 sekunder til deteksjon ved 6 m takhøyde. I tiltaksplanen er det forutsatt at det monteres linje- eller aspirasjonsdetektor. Denne kan justeres til det triggernivå som ønskes. Med triggernivå på 20 % vil responstiden på detektoren være 20 % av responstiden for en punkt-detektor. På denne bakgrunn setter vi responstiden for deteksjon lik 30 sekunder.

Tabell 2: Nødvendig rømningstid Scenario 2

Hendelse	Tid [sek]
Deteksjonstid	30
Reaksjonstid	60
Forflytningstid <i>Gangtid</i>	
Lengde [m] / ganghastighet [m/s] 30 m / 1,3 m/s	23
<i>Kapasitet gjennom dør/trapp</i>	
Antall personer / kapasitet (pers/s) 300 personer / 5,0 pers/s	60
<i>Nødvendig rømningstid</i>	<i>173</i>

FølsomhetsanalyseScenario 1

Ved følsomhetsanalyse vil en som tidligere nevnt, kontrollere følgende scenarioer:

- Brannalarmanlegg som ikke fungerer
- Dør mot brannrom som ikke lukkes

Deteksjonstiden settes skjønnsmessig lik 120 sekunder. Dette gjøres på bakgrunn i at en brann i SFO vil oppdages sent i de tidspunkt det foregår undervisning siden SFO vil være i mest bruk etter skoletid.

Tabell 4 viser nødvendig rømningstid hvor brannalarmanlegget ikke fungerer. Nødvendig rømningstid blir da 234 sekunder.

Tabell 3: Følsomhetsanalyse Scenario 1

Hendelse	Tid [sek]
Deteksjonstid	120
Reaksjonstid	60
Forflytningstid	
<i>Gangtid</i>	
Lengde [m] / ganghastighet [m/s]	15
20 m / 1.3 m/s	
<i>Kapasitet gjennom dør</i>	
Antall personer / dørkapasitet (pers/s)	39
90 personer / 2,3 pers/s	
<i>Nødvendig rømningstid</i>	234

## Scenario 2

Ved følsomhetsanalyse vil en som tidligere nevnt, kontrollere følgende scenario:

- Brannalarmanlegg som ikke fungerer

Deteksjonstiden settes skjønnsmessig lik 60 sekunder da det ikke vil gå langt tid før en brann i studiesenter blir oppdaget selv om brannalarmanlegget svikter. Det antas at det som regel vil være personer i studiesenteret.

Tabell 4 viser nødvendig rømningstid hvor brannalarmanlegget ikke fungerer. Nødvendig rømningstid blir da 203 sekunder.

Tabell 4: Følsomhetsanalyse Scenario 2

Hendelse	Tid [sek]
Deteksjonstid	60
Reaksjonstid	60
Forflytningstid	
<i>Gangtid</i>	
Lengde [m] / ganghastighet [m/s]	23
30 m / 1.3 m/s	
<i>Kapasitet gjennom dør/trapp</i>	
Antall personer / kapasitet (pers/s)	60
300 personer / 5,0 pers/s	
<i>Nødvendig rømningstid</i>	203

### 10.3.8 Resultat

En sammenlikning av nødvendig og tilgjengelig rømningstid viser følgende:

Tabell 5: Sammenlikning av resultater: nødvendig/tilgjengelig rømningstid

	Nødvendig rømningstid	Tilgjengelig rømningstid	Sikkerhetsmargin
Scenario 1	134 sekunder	250 sekunder	116 sekunder
Følsomhetsanalyse "Svikt i brannalarmanlegg" Scenario 1	234 sekunder	250 sekunder	16 sekunder
Følsomhetsanalyse "Åpen dør til brannrom" Scenario 1	134 sekunder	160 sekunder	26 sekunder
Scenario 2	173 sekunder	290 sekunder	117 sekunder
Følsomhetsanalyse "Svikt i brannalarmanlegg" Scenario 2	203 sekunder	290 sekunder	87 sekunder

Tabell 5 viser at Scenario 1 har i underkant av 2 minutter sikkerhetsmargin, mens ved svikt i et av systemene vil det ikke være mer enn 16 og 26 sekunders sikkerhetsmargin.

For å kontrollere om den oppnådde sikkerhet er tilstrekkelig, d.v.s. kalibrere modellen, sammenligner vi med hvilken sikkerhet VTEK kan akseptere. Dette er gjort i en rapport om Løvås oppveksttun. Denne viser at sikkerhetsmarginen ved følsomhetsanalyse på det laveste er 52 sekunder. Dette viser at scenario 1 ikke oppfyller akseptkriteriet.

Scenario 2 har god sikkerhetsmargin både med og uten svikt og i tillegg er følsomhetsanalysen en del høyere enn sikkerhetsnivået som VTEK tillater på 52 sekunder.

Ved svikt i et av systemene kan man tillate å se på andre akseptkriterier som sikt. Akseptkriteriet sikt oppnås ofte litt senere slik at hvis man ser på dette som dominerende, kan tilgjengelig rømningstid økes. Tabell 6 viser tidene når akseptkriteriet sikt oppnås. Tidene for sikt 10 m er hentet fra utdataene fra CFAST-simuleringen.

Tabell 6: Sammenlikning av resultater, Akseptkriterium Sikt

	Nødvendig rømningstid	Tilgjengelig rømningstid	Sikkerhetsmargin
Følsomhetsanalyse "Åpen dør til brannrom" Scenario 1	134 sekunder	170 sekunder	36 sekunder
Følsomhetsanalyse "Svikt i brannalarmanlegg" Scenario 2	203 sekunder	390 sekunder	187 sekunder

Som tabellen viser vil det ha liten betydning for scenario 1 å bruke tid til akseptkriteriet sikt som tilgjengelig rømningstid. Sikkerhetsmarginen er fortsatt under sikkerhetsnivået i VTEK.

### 10.3.9 Konklusjon

Sikkerhetsmarginen mellom tilgjengelig og nødvendig rømningstid i følsomhetsanalysen for Scenario 1 ble for lav til at systemveggene kan beholdes uten tiltak. Uformingen på systemveggene antas ikke å være tilfredsstillende som brannskille og forholdene i rømningsveien ved en evt. brann i et klasserom kan bli utålelige før alle elevene har kommet seg i trygghet. Ved normale rømningsforhold, dvs. brannalarm fungerer og alle klarer å bringe seg selv i sikkerhet, vil systemveggene gi tilstrekkelig beskyttelse. Det er derimot i situasjoner hvor brannalarmanlegget svikter, eller personer skader seg eller på annen måte blir hindret under rømning at situasjonen slik den er i dag ikke er tilstrekkelig. Det må også tas med i vurderingen at en brann skal hindres/begrenses i å spre seg til resten av bygningen. Systemveggene som benyttes må utbedres. Det er utenfor en økonomisk forsvarlig ramme å oppgradere veggene til EI60. Derimot kan systemveggene tettes og stålstenderne i veggene isoleres slik at veggene så langt det er mulig vil holde E30. Denne utbedringen av systemveggene er beskrevet i kapittel 4.3 i rapporten.

Studiesenteret i 2.etasje kan beholdes slik det er i dag. Siden rommet har et stort volum, vil personene i denne etasje kunne komme seg i sikkerhet tidsnok. Dette er imidlertid avhengig av gode utganger fra etasjen. Dette er opprettholdt med to dører direkte ut og to trapperom. Bredden på dørene som fører direkte ut må økes til 1,4 m (15 M) slik som forutsatt i analysen. Når det gjelder systemveggene rundt klasserommene, bør disse få samme behandling som systemveggene i 1.etasje. Dette tiltaket skal gjennomføres for å hindre/begrense spredningen av en brann i et av klasserommene.