

# KIPPERMOEN SKOLE

## NYBYGG 2005



### Prosjekteringsgrunnlag brannverntiltak.

### Dokumentasjon av brannsikkerhet.

#### Rapport

|                                                                                            |                         |                                                     |                   |              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|--------------|-----------|
| Tittel: Kippermoen VGS. Brannteknisk prosjekteringsgrunnlag.                               |                         |                                                     |                   |              |           |
| Dato:                                                                                      | 08.09.2005              | Kunde nr:                                           | 30690             | Prosjekt nr: | 203554-01 |
| T11\30690 Arkitektkontoret Kvadrat AS\203554-01 Kippermoen\Rapport\203554-01 RAP01 PRO.doc |                         |                                                     |                   |              |           |
| Utført av:                                                                                 | for Jon Kristian Storli | Sign.:                                              | Hart Viper Drøgli |              |           |
| Kontrollert av:                                                                            | Eirik Aune              | Sign.:                                              | Eirik Aune        |              |           |
| Oppdragsansvarlig:                                                                         | Eirik Aune              | Sign.:                                              | Eirik Aune        |              |           |
| Rev:                                                                                       | Dato:                   | Revisjon omhandler                                  |                   |              | Utf:      |
| A                                                                                          | 08.12.2005              | Røykventilasjon, bæring tak over kantine, dørbredde |                   |              | EAu       |
| B                                                                                          | 07.02.2006              | Dedikert sprinkler, herdet glass, dokumentasjon     |                   |              | EAu       |
| Sendt til:                                                                                 |                         | Arkitektkontoret Kvadrat for videre distribusjon.   |                   |              |           |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|            |                                                                        |           |
|------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INNLEDNING .....</b>                                                | <b>3</b>  |
| <b>2</b>   | <b>PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER .....</b>                              | <b>3</b>  |
| <b>3</b>   | <b>BRANNSTRATEGI, OVERORDNET .....</b>                                 | <b>4</b>  |
| <b>4</b>   | <b>BRANNTEKNISK PROSJEKTERINGSGRUNNLAG .....</b>                       | <b>5</b>  |
| <b>4.1</b> | <b>Kravspesifikasjon for bygget, § 7-23 - § 7-28 .....</b>             | <b>5</b>  |
| 4.1.1      | Ansvarsområder for ivaretagelse av brannsikkerheten .....              | 5         |
| <b>4.2</b> | <b>§7-23 Bæreevne og stabilitet ved brann .....</b>                    | <b>6</b>  |
| <b>4.3</b> | <b>§7-24 Antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk .....</b> | <b>6</b>  |
| <b>4.4</b> | <b>§7-25 Tilrettelegging for sløkking av brann .....</b>               | <b>9</b>  |
| <b>4.5</b> | <b>§ 7-26 Brannspredning mellom byggverk .....</b>                     | <b>9</b>  |
| <b>4.6</b> | <b>§7-27 Rømning av personer .....</b>                                 | <b>10</b> |
| 4.6.1      | Dekningsareal for brannalarmanlegg .....                               | 12        |
| <b>4.7</b> | <b>§7-28 Tilrettelegging for rednings- og sløkkemannskap .....</b>     | <b>13</b> |

### VEDLEGG:

- A BRANNTEGNINGER / RØMNINGSPLANER**
- B DOKUMENTASJON AV FRAVIK FRA REN**
- C REFERANSELISTE**

### Forkortelser:

- TEK:** Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997.  
Angir funksjonskrav som er minimumskrav for bygget.
- REN:** Veiledning til Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997 3. utgave.  
Angir ytelsesnivå (teknisk, bruks- og miljømessig kvalitet, standard og kapasitet for bygninger og bygningsdeler) utledet av forskriftenes funksjonskrav.

\* REN 3.utgave ble gjort gjeldende i april 2003. I dette dokumentet er det imidlertid valgt å benytte ytelser som angitt i 2.utgave. Dette p.g.a. at de nye definisjoner av brannteknisk klassifisering ikke er innført i praksis ennå. Frem til disse er innført i praksis, gjennom prøvningsmetoder og klassifisering, kan både nye og gamle betegnelser benyttes. Sikkerhetsnivået er også det samme i disse to utgavene REN.

## 1 INNLEDNING

Kippermoen skole er en ny ungdomsskole som skal oppføres i Vefs kommune. Bygget skal brukes som et undervisningsbygg med store åpne elevareal. Administrative funksjoner og elevkantene er lokalisert i 1. etasje.

Denne rapporten oppsummerer de branntekniske krav de enkelte prosjekterende/utførende skal ivareta og anbefales benyttet som sjekkliste som del av de enkelte firmas kvalitetssystem. Dokumentasjon på løsningene er utarbeidet i eget vedlegg (Vedlegg B).

## 2 PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

De løsninger som fremgår i dette prosjekteringsgrunnlaget er basert på følgende forutsetninger:

- Bruk/bruksområde:** - Undervisningsbygg, ungdomsskole, kantinevirksomhet (ikke fri-tyr/storkjøkken)
- Antall etasjer:** - To etasjer, kjeller benyttes kun som tilleggsdel.
- Areal:** - Kjeller og 1. etasje vil ha et areal på henholdsvis ca 690 m<sup>2</sup> og 3124 m<sup>2</sup>.  
2. etasje vil ha et areal på 2752 m<sup>2</sup>.
- Personbelastning:** - Totalt ca 500 elever og 100 ansatte.
- Brannbelastning:** - Brannbelastningen vil variere noe i de enkelte branncellene. Generelt vil spesifikk brannbelastning (brannbelastning pr kvm omhyllingsflate) ligge i normalområdet, dvs. mellom 50-400 MJ/m<sup>2</sup>. Lokal brannbelastning over 400 MJ/m<sup>2</sup> kan forekomme enkelte steder (biblioteket vil kunne ha høyere brannbelastning, men derimot er forbrenningsgraden langt lavere for slike arealer), andre steder vil brannbelastningen være langt lavere, eksempelvis kantine. [13]
- Arkiver:** - Arkivforskriften [3] stiller krav til at offentlige arkiv skal vernet mot bl.a. brann. Arkiver bør generelt være beskyttet med minst branncellebegrensede konstruksjon. Det er imidlertid ikke angitt branncellekrav som følge av Arkivforskriften på branntegning, da det ikke er angitt at det skal være offentlige arkiver i bygget.
- Brannvesen:** - Brannvesenet i Vefsn kommune, innsatstid 8-10 minutter men noe lengre vinter/natt.  
Styrke: Tilkallingsmannskap på 1 vaktlag med 6 mann stiller (vakttelefon/alarm går til samtlige). Ved bekreftet alarm (full alarm) møter ytterlige 6 mann (bakvakt).
- Risikoklasse:** - Risikoklasse 3 og 5
- Brannklasse:** - Brannklasse 1
- Særskilt brannobjekt:** - Bygget vil defineres som særskilt brannobjekt (ref §13-bygg i Brann- og eksplosjonsvernloven [4]). Det må presiseres overfor eier/bruker at branndokumentasjon, dokumentasjon av tekniske tiltak med instruksjoner og rutiner knyttet til organisatoriske forhold, skal være utarbeidet før bygget tas i bruk. Ref Forebyggendeforskriften [5].

*Egenpålagt økt*

*Sikkerhetsnivå:* - Tiltakshaver har ikke krevd sikkerhetsnivå ved brann utover TEK

*Brannfarlig vare:*

- NBC har ikke mottatt opplysninger vedrørende lagring av brannfarlige varer/væsker i bygget.

*Eksplosjonssikring:*

- NBC har ikke mottatt opplysninger vedrørende forhold som skulle tilsi eksplosjonsfare i bygget.

### 3 BRANNSTRATEGI, OVERORDNET

Bygget skal bevare sin stabilitet og bæreevne i minimum den tid som er nødvendig for å rømme og redde personer i og på byggverket. Kippermoen skole skal oppføres med fleksible og åpne arealer hvor flere trinn inngår i en branncelle. Rom for spesiell bruk, eksempelvis tekniske rom, rom med stor brannbelastning og rom med økt sannsynlighet for brannstart, skilles ut som egne brannceller. Alle elevareal vil ha utgang direkte til utvendig rømningstrapp i tillegg til rømningsmulighet via interntrapp. Det skal monteres brannalarmanlegg basert på strategisk deteksjon (varierende dekningsgrad i ulike arealer) samt heldekkende sprinkleranlegg. Kantinearealet skal røykventileres.

## 4 BRANNTÉKNISK PROSJEKTERINGSGRUNNLAG

I dette kapittelet sammenstilles de ytelseskrav som skal ivaretas ved detaljprosjektering. Disse ytelseskravene er basert på forutsetninger gitt i kap. 2.

### 4.1 Kravspesifikasjon for bygget, § 7-23 - § 7-28

I dette kapittelet oppsummeres krav vedrørende brannsikkerheten. Ansvar for ivaretagelse, valg av og utførelse av løsninger som tilfredsstiller dette prosjekteringsgrunnlaget tilfaller detaljprosjekterende/utførende. Kravspesifikasjonen\* må ses i sammenheng med branntegninger for bygget.

\* Kravspesifikasjon = Spesifikasjon av de krav som er gjeldende for bygget (eller skal tilfredsstilles for bygget). Dette er krav som er fremkommet basert på NBCs vurdering av bygget og kan avvike fra RENs forslag til detaljløsninger.

#### Forklaring til etterfølgende tabeller - **EKSEMPEL**:

| Beskriver planlagte ytelseskrav for gjeldende tiltak                                                                                                                                                                                                                                                      | Beskriver hvilket fag som har ansvar for ivaretagelse av angitte ytelse. Henvisning (vedlegg/kapittel) er angivelse av ytterligere beskrivelse av krav. |                         |                          |       |        |                                                     |   |     |                                                           |    |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|--------|-----------------------------------------------------|---|-----|-----------------------------------------------------------|----|-------------------------|
| <table><tr><th>Kravspesifikasjon § 7-23</th><th>Merk.</th><th>Ansvar</th></tr><tr><td>Bærende hovedsystem, R 60 ubrennbare konstruksjoner</td><td>-</td><td>RIB</td></tr><tr><td>Takkonstruksjonen kan oppføres uten krav til brannklasse.</td><td>Ja</td><td>RIB<br/>Vedlegg A<br/>3.1</td></tr></table> |                                                                                                                                                         |                         | Kravspesifikasjon § 7-23 | Merk. | Ansvar | Bærende hovedsystem, R 60 ubrennbare konstruksjoner | - | RIB | Takkonstruksjonen kan oppføres uten krav til brannklasse. | Ja | RIB<br>Vedlegg A<br>3.1 |
| Kravspesifikasjon § 7-23                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Merk.                                                                                                                                                   | Ansvar                  |                          |       |        |                                                     |   |     |                                                           |    |                         |
| Bærende hovedsystem, R 60 ubrennbare konstruksjoner                                                                                                                                                                                                                                                       | -                                                                                                                                                       | RIB                     |                          |       |        |                                                     |   |     |                                                           |    |                         |
| Takkonstruksjonen kan oppføres uten krav til brannklasse.                                                                                                                                                                                                                                                 | Ja                                                                                                                                                      | RIB<br>Vedlegg A<br>3.1 |                          |       |        |                                                     |   |     |                                                           |    |                         |
| Merknad: Angir om planlagt beskrivelse tilfredsstiller REN eller direkte følger REN. Følgende symbol benyttes<br>– (d.v.s. ingen merknad og derav ytelse iht REN og ingen ytterligere dokumentasjon)<br><b>ja</b> (fravik fra REN eller spesielt moment som dokumenteres/beskrives i Vedlegg B)           |                                                                                                                                                         |                         |                          |       |        |                                                     |   |     |                                                           |    |                         |

#### 4.1.1 Ansvarsområder for ivaretagelse av brannsikkerheten

Denne rapporten med vedlegg sammenstiller de overordnede krav vedrørende ivaretagelse av brannsikkerheten. Ansvar for ivaretagelse, valg av og utførelse av løsninger som tilfredsstiller dette prosjekteringsgrunnlaget påhviler de øvrige fag.

I det etterfølgende er branntekniske krav oppsummert med henvisning til hvilke fag/aktør som har ansvar for at dette blir ivare tatt. Angivelse er generelt knyttet til prosjektering, men vil også gjelde for utførelse av de samme fag.

**PLG/PL** Prosjekteringsgruppeleder evt. prosjektleder har det overordnede ansvar for å kontrollere at tiltak er kjent for de ansvarlige, evt. overflytte ansvar til en annen part.

**BL** Byggeleder – som angitt for PGL/PL

**ARK** Arkitekt

**RIB** Rådgivende ingeniør byggeteknikk

**RIE** Rådgivende ingeniør elektro

**RIV** Rådgivende ingeniør VVS (varme, ventilasjon og sanitær)

**LARK** Landskapsarkitekt

**RIBr** Rådgivende ingeniør brannteknikk (Vil normalt ikke være detaljprosjekterende, men vil kunne være deltakende i prosjektet f.eks. for bistand ved avgjørelse og kontroll av løsninger.)

Andre rådgivere, på spesialområder, må selv vurdere følger for sine fag, eventuelt med dette prosjekteringsgrunnlaget som underlag.

## 4.2 §7-23 Bæreevne og stabilitet ved brann

| Kravspesifikasjon §7-23                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Merk. | Ansvar |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|
| <b>Bærende konstruksjoner</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |        |
| Hoved- og sekundærbæresystem: R30, brennbare konstruksjoner                                                                                                                                                                                                                                                                | -     | RIB    |
| Trappeløp: Ingen særskilte brannkrav                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -     | RIB    |
| Takkonstruksjoner:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ja    | RIB    |
| I bygning uten loft eller med loft som bare kan benyttes som lager kan takkonstruksjon oppføres uten brannmotstand forutsatt at denne ikke har avgjørende betydning for bygningens stabilitet i rømningsfasen og at takkonstruksjonen er utført i ubrennbart materiale eller er beskyttet nedenfra med kledning klasse K1. |       |        |
| Bærende konstruksjoner i tak over kantine (røykventilert) skal holde R10.                                                                                                                                                                                                                                                  |       |        |

## 4.3 §7-24 Antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk

| Kravspesifikasjon §7-24                                                                                                                                                                                                     | Merk. | Ansvar      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <b>Overflater/ kledning</b>                                                                                                                                                                                                 |       |             |
| <i>Overflater i brannceller som ikke er rømningsvei:</i><br>In2 på kledning K2 (anbefales at det i stor grad benyttes In1 på kledning K1)                                                                                   | -     | ARK         |
| <i>Overflater i rømningsvei:</i><br>In1 på begrenset brennbar kledning K1                                                                                                                                                   | -     | ARK         |
| <i>Overflater i teknisk rom, søppelrom, rom med brannfarlig virksomhet:</i><br>In 1 på ubrennbart underlag kledning K1-A.                                                                                                   | -     | ARK         |
| <i>Overflate i sjakter og hulrom:</i><br>In1 på kledning K1                                                                                                                                                                 | -     | ARK         |
| <i>Gulvbelegg i rømningsvei</i><br>G                                                                                                                                                                                        | -     | ARK         |
| <i>Rør- og kanalisolasjon:</i><br>Generelt: PII.<br>I rømningsvei: PI (enkeltstående små rør og kanaler kan være PII)                                                                                                       | -     | RIV/<br>RIE |
| <i>Utvendig overflate:</i><br>Ut2                                                                                                                                                                                           | -     | ARK         |
| <i>Taktekking:</i><br>Ta                                                                                                                                                                                                    | -     | ARK         |
| <b>Isolasjonsmaterialer</b>                                                                                                                                                                                                 |       |             |
| Isolasjon skal være ubrennbar/begrenset brennbar. Dersom det benyttes brennbar isolasjon på tak må dette utføres iht. anerkjente retningslinjer (NB, takkonstruksjon kan da ikke følge angivelse over, uten brannmotstand). | Ja    | ARK         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------|
| <b>Brannceller</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                          |
| <p>Det vises til vedlagte brannskisser.</p> <p>Bygget inneholder store brannceller med flere store arealer for elever. Åpne brannceller over flere plan.</p> <p>Dekket mellom kjeller og 1. etasje skal være branncellebegrensende.</p>                                                                                                                                                            | -  | ARK<br>(alle)<br>Vedl. A |
| <p><b>Brannmotstand på branncellebegrensende konstruksjoner</b></p> <p>Generelt skal branncellebegrensende konstruksjoner holde EI30. I tillegg benyttes røyk-skillende konstruksjoner E30 i deler av bygget.</p> <p>Enkelte konstruksjoner er utført i herdet glass med dedikerte sprinklere.</p> <p>Tilslutninger og gjennomføringer skal utføres iht klassifisering og monteringsanvisning.</p> | Ja | ARK                      |
| <p><b>Dører</b></p> <p>Klassifisering er angitt på tegninger Vedlegg A:</p> <p>Dører skal generelt ha samme brannmotstand krav som veggen og utføres med selvlukkerfunksjon. Dører med selvlukkerfunksjon og som i normal bruk utfra funksjonalitet ønskes holdt åpne, må settes på holdemagnet forriglet mot brannalarmanlegget.</p> <p>Branncellebegrensende dører skal ha terskel.</p>          | -  | ARK/<br>RIE<br>Vedl. A   |
| <p><b>Innvendige hjørner</b></p> <p>Bygget skal sprinkles og brannspredning via innvendige hjørner er dermed ivaretatt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ja | ARK                      |
| <p><b>Installasjonssjakt</b></p> <p>Tekniske sjakter må utføres som egne brannceller.</p> <p>Inspeksjonssluker i installasjonssjakter må ha anslag på alle sider. Dersom sjakter tettes i dekket blir ikke føringsveiene lenger betraktet som sjakt, men gjennomføring i brann-skillende konstruksjon. Det stilles da ikke krav til brannmotstand på "sjaktveggen".</p>                            | -  | ARK/<br>RIV              |
| <p><b>Heisesjakt / Heismaskinrom</b></p> <p>Heis ligger i tilknytning til areal som er åpent mellom etasjene. Det stilles ikke brann-tekniske krav til heissjakt/-dører mot dette arealet (heisen går kun internt i en branncelle).</p> <p>Heismaskinrom skal være utført som egen branncelle.</p>                                                                                                 | -  | ARK<br>Vedl.A            |
| <b>Seksjonering</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |                          |
| <p>Bygget skal fullsprinkles og skal dermed ikke seksjoneres. Ingen av etasjene oversiger REN arealgrenser uten seksjonering.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  | -  | ARK                      |

| <b>Tekniske installasjoner</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|
| <b>Generelt</b><br>Installasjoner som forutsettes å fungere under rømning skal utføres slik at de bibeholder sin funksjon i 30 minutter (brannalarm, ledesystem og røykventilasjon).<br>Ved gjennomføringer i konstruksjoner som har brannskillende funksjon må det benyttes godkjente/ klassifiserte tettesystemer. Tetting av gjennomføringer skal merkes med tanke på sporbarhet.<br>Oversikt over godkjente eller klassifiserte/sertifiserte produkter kan finnes i Byggenormen, perm 3 og i Byggforskserien fra NBI. Det henvises også til NBI blad 520.342, 520.346 og 520.351 [6,7,8]                                                                                                                                                                                                                                                                         | -                    | RIE/<br>RIV |
| <b>Ventilasjonsanlegg</b><br>Ventilasjonsaggregat som forsyner flere brannceller må stå i rom utført som egen branncelle. Ventilasjonsaggregatet må sikres best mulig, slik at brann ikke kan oppstå i elektriske motorer, varmemotører, remdrifter o.l. Ventilasjonsanlegget må derfor normalt utføres i ubrennbare materialer. Unntak kan gjøres for filtre, lydfeller som er typegodkjent for slik bruk, og små detaljer som tetningstape o.l. av kunststoff.<br>Det skal være minimum 250 mm mellom ventilasjonskanal og brennbart materiale ved gjennomføring i branncellebegrensende konstruksjon.<br>Brannisolasjon av kanaler kan utelates, men gjennomføringer må tettes.<br>Ventilasjonsanlegget skal holdes i drift også etter at en eventuell brann har oppstått, noe som hindrer røykspredning i ventilasjonskanaler i en tidlig fase av brannforløpet. | Ja                   | RIV         |
| <b>Kjøkken – Avtrekkskanaler</b><br>Avtrekkskanaler (evt. sjakt) fra ordinært kjøkken (Heimkunnskap og lignende) skal utføres med brannmotstand minst EI30.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ja,<br>utover<br>REN | RIV/<br>ARK |
| <b>Fyrrom. Rom for lagring av brensel</b><br>Det er ikke fyrrom eller rom for lagring av brensel i bygget.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | -                    | -           |
| <b>Elektriske installasjoner</b><br>Elektriske anlegg forutsettes utført iht. gjeldende <i>Norsk elektroteknisk norm</i><br>Kabelføringer over himling skal sprinkles iht sprinkler-regelverk. (CEA4001)<br>Kabel som føres gjennom brannklassifiserte bygningsdeler sikres ved: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Det benyttes produkter og tettsystemer som er klassifiserte/sertifiserte.</li> <li>▪ Enkeltstående kontinuerlige trekkerør med ytre diameter til og med 32 mm kan føres gjennom murte eller støpte konstruksjoner i inntil klasse EI90 og isolerte lettvegger i inntil klasse EI60, under forutsetning av at det pusses rundt rørene eller benyttes godkjent fugemasse. Dersom flere rør med diameter til og med 32 mm føres gjennom veggen, må avstanden mellom rørene være minimum 100 mm.</li> </ul>                                    | -                    | RIE         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|
| <b>Vann-, avløpsrør o.l.</b><br>Gjennomføring i konstruksjoner med brannskillende funksjon sikres ved at: <ul style="list-style-type: none"> <li>Plastrør/brennbare rør gjennom brannklassifiserte bygningsdeler påmonteres godkjent brannmansjett.</li> <li>Det tettes rundt rørene med klassifiserte/sertifiserte tettesystemer.</li> <li>Plastrør med diameter til og med 32 mm kan likevel føres gjennom murte eller støpte konstruksjoner i inntil klasse EI90 og isolerte lettvegger i inntil klasse EI60, når det tettes rundt rørene med en godkjent masse.</li> <li>Støpejernsrør (MA-rør) og stålrør kan normalt føres gjennom en brannskillende bygningsdel uten spesiell brannbeskyttelse. Utettheter mellom rør og konstruksjon skal tettes. Tetting mellom rør og brannskillende bygningsdel i betong kan utføres i betong, men det anbefales klassifisert tettemasse. Støpejernsrør med diameter inntil 110 mm kan føres gjennom murte/støpte konstruksjoner inntil klasse EI60 [A60] når det tettes rundt rørene med godkjent/klassifisert tettemasse, eller støpes rundt og konstruksjonen har tykkelse minst 180 mm.</li> <li>Avstand til brennbart materiale fra rør som går gjennom brannklassifisert bygningsdel, må være minst 250 mm.</li> </ul> | - | RIV |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|

#### 4.4 §7-25 Tilrettelegging for slokking av brann

| Kravspesifikasjon § 7-25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Merk. | Ansvar        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|
| <b>Brannsløkkeutstyr og merking</b><br>Alle områder av bygget skal ha tilgjengelig fastmontert og merket sløkkeutstyr. Forslag til plassering er vist på branntegninger.<br><b>Generelt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brannslanger skal ikke være lengre enn 30 m</li> <li>Avstand til nærmeste sløkkeutstyr bør ikke overstige 25 m</li> <li>Brannslangeskap skal ikke monteres i trapperom</li> <li>Håndsløkkeapparat monteres i/ ved tekniske rom samt CO<sub>2</sub> apparat i kiosk og heimkunnskap.</li> <li>Sløkkeutstyr skal være tilfredsstillende merket (fortrinnsvis med etterlysende plogskilt på tvers av ferdselsretningen)</li> </ul> | -     | RIV<br>Vedl.A |

#### 4.5 § 7-26 Brannspredning mellom byggverk

| Kravspesifikasjon § 7-26                                                                                               | Merk. | Ansvar |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|
| <b>Brannspredning mellom byggverk</b><br>Forutsatt avstand til nabobygg over 8 m; ingen særskilte krav til fasade/tak. | -     | ARK    |

## 4.6 §7-27 Rømning av personer

| Kravspesifikasjon § 7-27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Merk. | Ansvar           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|------------------|
| <b>Utgang fra branncelle / Rømningsvei</b><br>Utgang fra brannceller og rømningsveier er vist på Vedlegg A.<br>Etterfølgende er utdrag av generelle retningslinjer fra REN for prosjektering.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |       |                  |
| <b>Antall og avstand:</b><br>Utgang fra brannceller må føre direkte til sikkert sted eller til korridor/sluse med adgang til minst to uavhengige rømningsveier.<br>Innredningen i en branncelle må ikke vanskeliggjøre rømning.<br>Slagretning på dør til rømningsvei: ut i rømningsretning. For få personer (< 10) kan slagretning være mot rømningsretning.<br>Lengste fluktvei (avstand fra vilkårlig sted til nærmeste utgang til rømningsvei):<br>- RK3 og RK5: 30 m (skole og allrom/elevkantine)<br>- RK2: 50 m (administrative delen)<br>Maks avstand i rømningsvei til nærmeste trapp eller utgang til sikkert sted: 30 m.<br>Fra administrasjonsareal (generelt) samt fra elevareal med avstand mindre enn 1,5 meter fra underkant vindu til terreng skal det tilrettelegges for rømning via rømningsvindu.<br>Fra alle elevareal skal det tilrettelegges for alternativ rømningsvei (direkte til utvendig trapp) utenom felles aktivitetsareal. |  | Ja    | ARK<br>↓         |
| <b>Bredder:</b><br>Samlet fri bredde på dør til rømningsvei: 1 cm pr. person, dog for hver dør minst 0,9 m. Fra kantine må hver dør være minst 1,2 m. Dør nr. 11.08.01 vil kunne være 10M-dør.<br>Samlet fri bredde i rømningsvei: dimensjonert utfra 1 cm pr. person og for samtidig rømning fra 2 etasjer, dog minst 1,2 m. i administrativ del: 0,9 m<br>Rekkverk kan stikke inntil 10 cm ut fra vegg uten at den frie bredden regnes redusert.<br>Vindu kan benyttes som alternativ rømningsvei. Vinduet skal merkes og ha minste fri åpning: h=60cm, b=50cm samt at h+b skal minimum være 150 cm. Avstand underkant vindu til terreng maks 1,5 m.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |       | ARK/<br>RIE<br>↓ |
| <b>Krav til funksjon:</b><br>Dører skal være lett å åpne. Åpningskraft maks 67 N.<br>Selvlukkende dører som er ønsket normalt holdt åpne, settes på holdemagnet forriglet mot brannalarmanlegget.<br>Låssystemet kan evt. åpnes automatisk ved brannalarm. Det skal da i tillegg være knapp for manuell åpning av døren, med max tidsforsinkelse 10 sek.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |       |                  |
| <b>Brannalarmanlegg</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |       |                  |
| Det skal installeres strategisk brannalarmanlegg i bygningen [9]. Skisser i avsnitt 4.6.1 under angir nødvendig dekningsareal for å sikre tidlig nok deteksjon i forhold til rømning. Generelt forutsettes utstrakt bruk av optiske detektorer.<br>Nøkkelboks ved hovedinngang 1.etasje. Orienteringsplan skal monteres ved sentral.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | -     | RIE              |

| Kravspesifikasjon § 7-27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Merk. | Ansvar              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|---------------------|
| Brannalarmanlegget forrigles mot:<br>- Magnetholdere (f.eks. selvlukkende dører)<br>- Åpning av rømningsdører (elektriske sluttstykker med omvendt funksjon)<br>- Styring av røykventilasjon kantine<br>- Sprinkleranlegg. Signal fra sprinklerventil ved avstengt sprinkler og fra strømningsvakt ved utløst sprinkler (stor alarm).<br>- Alarmoverføring til brannvesenet.                                                                |  | -     | RIE/RIV             |
| <b>Sprinkleranlegg</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |       |                     |
| Hele bygget skal dekkes av sprinkleranlegg [10], dette med unntak av røykventilerte arealer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | -     | RIV<br>Vedl.A       |
| Sprinkleranlegget må ha signaloverføring (sprinkler kontrollboks), slik at det ved utløsning gis signal til brannalarmanlegg. Videre skal det etableres overvåking av sprinklerventil slik at det ved avstengt sprinkler gis signal til brannalarmanlegget.<br>Enkelte konstruksjoner skal dekkes med dedikerte sprinklere. Med dette menes taksprinklere montert maks. 30 cm fra herdet glasskonstruksjon, for beskyttelse av glassflater. |  | -     | RIV/<br>RIE         |
| <b>Røykventilasjon (Forutsatt ingen endringer fra forprosjekt)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |       |                     |
| <b>Kantine</b><br>Røyklukeareal: 26 m <sup>2</sup> *<br>Tilluftsareal: 25 m <sup>2</sup> * Røykluker er basert på utadslående luker med senter røykluke 10,0 m over nedre gulv i kantine).<br>* Ved å øke tilluftsareal kan man redusere røyklukearealet noe, og omvendt. Det må da gjøres nye beregninger for verifisering av effekt.                                                                                                      |  | -     | ARK/<br>RIV/<br>RIE |
| <b>Styring av røykventilasjon</b><br>Alle røykluker åpnes automatisk ved deteksjon av røyk i kantine.<br>For tilluftsareal (eksempelvis dører) vil det være akseptabelt at denne åpningsautomatikken kun fungerer når bygget er i bruk, d.v.s. at dørene ikke kreves åpnet automatisk ved natt.<br>I tillegg skal det ved hovedangrepsvei monteres styrepanel for manuell utløsning av røykluker.                                           |  | -     | ARK/<br>RIV/<br>RIE |
| <b>Ledesystem</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |       |                     |
| Det skal monteres ledesystem i rømningsveier, fellesareal og i store brannceller (de fleste undervisningsarealene krever ledesystem ved at de kan være noe uoversiktlige mht adkomst til rømningsvei). [11, 12]                                                                                                                                                                                                                             |  | Ja    | RIE                 |



## 4.7 §7-28 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap

| Kravspesifikasjon §7-28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Merk. | Ansvar      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <b>Brannvesenets innsatsmuligheter, tilgjengelighet til bygning, sløkkevann etc</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |             |
| <b>Tilgjengelighet til bygningen for brannvesenet</b><br>Bygget ligger i ett flatt område og det er kjørbare adkomster til og delvis rundt bygget.                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -     | LARK        |
| Inngangsdører og dører til de enkelte rom må lett kunne åpnes vha universalnøkkel.<br>Nøkkel plasseres i nøkkelsafe ved hovedangrepsvei.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -     | ARK/<br>RIE |
| Hulrom (som sjakter og nedforede himlinger) skal ha tilstrekkelig med inspeksjonsluker. For vertikal sjakt må det være inspeksjonsluke i topp og bunn av sjakt, mens horisontal sjakt må ha inspeksjonsluke ca hver 10 m.                                                                                                                                                                                                                  | -     | ARK/<br>RIV |
| <b>Vannforsyning til brannsløkking</b><br>I følge Vefsn kommune, Brann og feiing, ved brannsjef Atle Lien skal det være tilstrekkelig med sløkkevann*. Nytt ledningsnett med flere nye brannkummer. Kommunalt vannverk. Kapasitet må verifiseres med minst 50 l/s på to uttak.<br>* Det kan av dette forutsettes at det ikke er behov for å etablere nye brannkummer, men dette samt kapasitet på vannforsyningen, må verifiseres av RIV   | -     | RIV         |
| <b>Branntekniske installasjoner, merking og informasjon.</b><br>Følgende installasjoner skal merkes på bygget:<br>- Adkomst til brannalarmsentral og sprinklerventil (hovedstengeventil)<br>- Sløkke- og redningsmateriell på bygget<br>- Manuell utløsningsbryter for røykventilasjon.                                                                                                                                                    | -     | ARK         |
| Ved inngang til hovedangrepsvei skal det være en oversiktsplan (O-plan) som inneholder nødvendig informasjon om branntekniske installasjoner og andre tekniske installasjoner som er vesentlige ved et branntilfelle (rømnings- og angrepsveier, sløkkeutstyr, branntekniske installasjoner, oversikt over ansvarlig leder for brannvernet og annet viktig personell samt oversikt over særskilte farer i sammenheng med brann og ulykker) | -     | ARK         |
| <b>Sikring mot nedfall av bygningsdeler</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |             |
| Bygget innehar ikke spesiell risiko knyttet til nedfall av bygningsdeler.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -     |             |

## VEDLEGG B

### DOKUMENTASJON AV BRANNSIKKERHETEN

#### INNHold

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>B-1 INNLEDNING. SIKKERHET VED BRANN</b>             | <b>2</b>  |
| B-1.1 Generelle opplysninger om tiltaket               | 2         |
| B-1.2 Definisjoner                                     | 2         |
| B-1.3 Dokumentasjon. Bakgrunn for analysen             | 3         |
| B-1.4 Grunnlag og forutsetninger                       | 4         |
| <b>B-2 FREMGANGSMÅTE OG METODE</b>                     | <b>4</b>  |
| B-2.1 Analysens forutsetninger og begrensninger        | 4         |
| <b>B-3 AKSEPTKRITERIER</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>B-4 PROBLEMOMRÅDER. SPESIELLE FORHOLD</b>           | <b>6</b>  |
| B-4.1 Analysemoment                                    | 6         |
| <b>B-5 IDENTIFISERING AV MULIGE BRANNTILLØP</b>        | <b>7</b>  |
| <b>B-6 KOMPARATIV ANALYSE</b>                          | <b>9</b>  |
| B-6.1 Inngangsdata                                     | 9         |
| B-6.2 Effekt av brannverntiltak                        | 10        |
| B-6.2.1 Sikkerhet iht. REN                             | 10        |
| B-6.2.2 Sikkerhet iht. planlagt løsning                | 11        |
| B-6.2.3 Komparativ vurdering                           | 12        |
| <b>B-7 VURDERING PROBLEMOMRÅDER/FRAVIK FRA REN</b>     | <b>13</b> |
| B-7.1 Redusert brannmotstand på bærende konstruksjoner | 13        |
| B-7.2 Store brannceller inneholdende flere rom         | 14        |
| B-7.3 Røykskillende konstruksjoner                     | 16        |
| B-7.3.1 Dedikert sprinkler – herdet glass              | 16        |
| B-7.4 Innvendige hjørner                               | 17        |
| B-7.5 Brannisolering av kanaler                        | 17        |
| B-7.6 Rømningsforhold                                  | 18        |
| B-7.7 Rømningstid                                      | 18        |
| B-7.8 Røykventilasjon                                  | 19        |
| <b>B-8 TILTAKENES SENSITIVITET. KONKLUSJON</b>         | <b>23</b> |
| <b>B-9 REFERANSELISTE</b>                              | <b>24</b> |
| <b>B-10 VEDLEGG</b>                                    | <b>25</b> |

## B-1 INNLEDNING. SIKKERHET VED BRANN

NEAS Brannconsult AS (NBC) er engasjert som brannteknisk rådgiver (RiBr) i prosjektet "Kippermoen skole, nybygg" for å sikre at brannsikkerheten blir tilfredsstillende ivaretatt i henhold til *Teknisk Forskrift til Plan- og bygningsloven av 1997*.

Dette dokumentet er vedlegg til det branntekniske prosjekteringsgrunnlaget og dokumenterer de fra-  
vik fra REN som er akseptert gjennom prosjekteringsarbeidet. Det branntekniske prosjekterings-  
grunnlaget sammenstiller det sett med ytelsesnivå som er gjeldende for bygget og som skal tas hen-  
syn til ved detaljprosjektering og utførelse av de enkelte fag. Prosjekteringsgrunnlaget tilfredsstiller  
krav til sikkerhetsnivå gitt av TEK.

### B-1.1 Generelle opplysninger om tiltaket

- *Kippermoen skole, nybygg 2005*
- Tiltakshaver: Vefsn kommune
- Brukere: Elever og lærere/ansatte ved Kippermoen skole.
- Arkitekt: Arkitektkontoret Kvadrat AS
- Brannteknisk prosjekterende: NEAS Brannconsult AS
- Tiltaksklasse brannteknisk prosjektering: 3

### B-1.2 Definisjoner

Følgende benevelser er benyttet i det etterfølgende:

- Pålitelighet:** Et mål for at en hendelse får et bestemt utfall. Sannsynligheten for at tiltaket/kom-  
ponenten aktiviseres, samt dennes evne til å levere ønsket ytelse.
- Redundans:** "Dobbelsikring". Flere tiltak med tilsvarende effekt, slik at hvis ett tiltak svikter trer  
et annet i kraft.

#### Definisjoner (lover, forskrifter etc)

- TEK:** *Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997.*  
Angir funksjonskrav som er minimumskrav for bygget.
- REN:** *Veiledning til Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997 3. utgave.*  
Angir ytelsesnivå (teknisk, bruks- og miljømessig kvalitet, standard og kapasitet for  
bygninger og bygningsdeler) utledet av forskriftenes funksjonskrav.
- Brann- og eksplosjonsvernloven:** *Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og  
om brannvesenets redningsoppgaver av 14.juni 2002*  
(Erstatter tidligere Lov om Brannvern av 5.juni 1987)
- Forebyggendeforskriften:** *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn av 26.juni 2002*  
(Forskrift til Brann- og eksplosjonsvernloven og erstatter 5. Forskrift om brannforebyg-  
gende tiltak og brannsyn (FOBTB) av 5.juli 1990)
- Dimensjoneringsforskriften:** *Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen av 26.juni  
2002(Forskrift til Brann- og eksplosjonsvernloven)*

## B-1.3 Dokumentasjon. Bakgrunn for analysen

Ref. TEK § 7-2:

*Byggverk skal ha planløsning og utførelse som gir tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold. Herunder skal det være forsvarlige muligheter for å redde mennesker og dyr og for sløkkearbeide. Byggverk skal plasseres og utføres slik at risiko for brannspredning til andre byggverk blir akseptabel liten.*

Ved brannteknisk prosjektering av et tiltak iht. TEK skal bygningen først defineres med hensyn til valg av risikoklasse og brannklasse etter § 7-22. TEK angir videre funksjonskrav innen 6 hovedområder som skal tilfredsstilles:

- § 7-23 Bæreevne og stabilitet
- § 7-24 Antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk
- § 7-25 Tilrettelegging for sløkking av brann
- § 7-26 Brannspredning mellom byggverk
- § 7-27 Rømning av personer
- § 7-28 Tilrettelegging for rednings- og sløkkemannskap

Ref. TEK § 7-21:

*Oppfyllelse av kravene til sikkerhet ved brann, kan dokumenteres på to måter, enten*

- *ved at byggverket utføres i samsvar med preaksepterte løsninger, eller*
- *ved analyse og/eller beregninger som dokumenterer at sikkerheten mot brann er tilfredsstillende.*

Dokumentasjon ved bruk av veiledningen (REN) eller dokumentasjon gjennom analyse, er likeverdige måter å tilfredsstille forskriftens krav til sikkerhetsnivå ved brann.

Ved oppføring av nybygg skal funksjonskrav i TEK, som angir myndighetenes minstekrav for ivaretagelse av sikkerhet ved brann, tilfredsstilles. Ved å følge REN\*, som beskriver ett sett med løsninger som skal gi et sikkerhetsnivå som tilfredsstiller TEK, kreves ikke ytterligere dokumentasjon av sikkerheten. REN er basert på erfaringer gjennom tid mht. hvilke tiltak som gir tilfredsstillende sikkerhetsnivå for tradisjonelle bygg. For bygg som p.g.a. sitt innhold eller utforming faller utenfor RENs løsninger må sikkerheten i bygget dokumenteres ved hjelp av analyser/beregninger.

Det er valgt en strategi som tar utgangspunkt i spesifiserte ytelser gitt i REN. Imidlertid og med bakgrunn i at skolen skal utføres iht. til ny læreplan, noe som tilsier fleksible og åpne arealer, medfører dette fravik fra preaksepterte løsningene mht sikkerhet mot brann i REN. Skoler iht. den nye reformen er ikke lenger et tradisjonelt skolebygg utformet etter tidligere normer, som REN bygger på. Sikkerheten må derav vurderes og dokumenteres spesielt. Dokumentasjon er utarbeidet i dette vedlegget.

\* Veiledningen (REN) gir eksempler på preaksepterte løsninger for å oppnå brannsikkerhet i samsvar med forskriftens krav, og er basert på løsninger som var i samsvar med tidligere regelverk. Eksempelene kan være noe konservative og tar i liten grad hensyn til alternative løsningsmåter. Arven fra tidligere regelverk gjør også at enkelte av løsningene er bastant beskrevet og kan fremstå som krav. Det er imidlertid forskriften, TEK, som inneholder krav til byggverk. REN er en veiledning og gir kun uttrykk for en løsningsmodell som kan tilfredsstille TEK.

## B-1.4 Grunnlag og forutsetninger

Vedrørende grunnlag og forutsetning for analysen så vises det til prosjekteringsgrunnlaget (kap.2) hvor dette er oppsummert.

Videre forutsettes det at:

- Krav til ytelsesnivå som spesifisert i prosjekteringsgrunnlaget blir tilfredsstillt.
- Tekniske løsninger, installasjoner og utstyr for elektro og VVS prosjekteres og utføres iht. anerkjente retningslinjer og regelverk.
- Branntekniske installasjoner som implementeres i bygningen vedlikeholdes slik at de til enhver tid opprettholder sin branntekniske funksjon.

Bygget vil bli et særskilt brannobjekt iht Brann- og eksplosjonsvernloven og dette pålegger at organisatoriske planer og instruksjoner utarbeides og etableres i organisasjonen slik at Forebyggendeforskriften tilfredsstilles.

## B-2 FREMGANGSMÅTE OG METODE

Analysen følger hovedlinjen i NS 3901 "Risikoanalyse for brann i byggverk" [B-9.1].

Fremgangsmåten for analysen er følgende:

- Definerings av akseptkriterier.
- Identifisering av problemområder, det vil si her ytelsesnivå som avviker fra REN, som ikke er beskrevet i REN eller som er spesielt kompliserte p.g.a. byggets utforming.
- Analyse av problemområdene ved bruk av beregninger og/eller kvalifisert vurdering/skjønn, for å vise at akseptkriteriene er tilfredsstillt.

I det etterfølgende vurderes bygget med utgangspunktet å oppnå tilfredsstillende sikkerhet tilsvarende hva som oppnås ved prosjektering iht. REN.

### B-2.1 Analysens forutsetninger og begrensninger

Det er benyttet forenklet analyse basert på vurdering av avvik fra REN mot effekt av kompenserende tiltak. Analysen er i utgangspunktet utført som en kvalitativ analyse for dokumentasjon av at valgt løsning fyller sikkerhetsmål (dokumentere = bevisføre). Denne kvalitative vurderingen er ved behov underbygget med beregninger. Følsomhetsbetraktninger er utført for å vurdere hvor sensitivt sikkerhetsnivået i bygget er, basert på de enkelte tiltak. Det er videre gjort kvantitative analyse/beregninger av røykventilasjon og rømning.

Usikkerhet foreligger i vurderinger som er utført og de brannscenarier som er valgt, da disse velges ut fra subjektive men faglig forankrede vurderinger. For å ivareta usikkerhet i slike kvalitative vurderinger har NBC et kvalitetssikringssystem som gjør at alle vurderinger som gjøres av saksbehandlere/bistående ingeniør, gjennomgår separat faglig kvalitetskontroll.

## B-3 AKSEPTKRITERIER

Det overordnede akseptkriteriet for den branntekniske analysen er at krav til sikkerhet ved brann jfr. *Tekniske forskrifter til plan og bygningsloven 1997 (TEK)* skal tilfredsstilles. Det vil derfor bli dokumentert at byggverket har en planløsning og utførelse som gir tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold. Jf. TEK § 7-2 til § 7-21.

Det benyttes komparativt akseptkriterium\*. Prosjektet løsning skal gi minst tilsvarende sikkerhetsnivå som løsning basert på preaksepterte ytelsesnivåer gitt i REN.

\* Komparativt akseptkriterie: Prinsippet er beskrevet i og anerkjent av Veiledning til NS 3901 [B-9.1] og i BSI DD 240 [B-9.2].

Analysen skal vise hvor sikkerhetsnivået for analyseobjektet ligger i forhold til sikkerhetsnivået for byggverket som danner akseptkriteriet.

Usikkerhet: Tvil skal falle sikkerhet til gode. Detaljering av analyse søkes ført så langt at det blir entydighet i vurderinger og resultat. Hvis ikke skal konservative alternativ velges for å fjerne kvalifisert brannfaglig tvil.

## B-4 PROBLEMOMRÅDER. SPESIELLE FORHOLD

I det etterfølgende defineres og vurderes de spesielle problemstillinger (analysemoment) som er avdekket og akseptert gjennom den branntekniske prosjekteringen. Enkelte av problemstillingene er ikke direkte fravik fra REN, men behandles som følge av at det medfører en spesiell problemstilling.

I de etterfølgende er det også utført følsomhetsbetraktninger knyttet til konsekvens ved svikt i hovedbærende brannverntiltak.

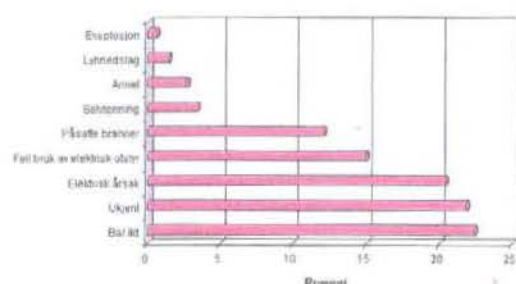
### B-4.1 Analysemoment

Fra prosjekteringsgrunnlaget er problemområder, det vil si krav til ytelsesnivå som ikke er iht løsninger gitt av REN, identifisert i rapportens kapittel 4. I det etterfølgende listes de ytelser som er angitt å ikke være iht REN, samt angivelse av hvilken ytelse REN angir.

|                           | Angitt krav i prosjekteringsgrunnlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Iht til REN                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Risikoklasse              | Definering av risikoklasse gjøres ikke direkte/ukritisk fra REN, men med bakgrunn i en vurdering av den brukergruppe som vil være i bygget.                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Takkonstruksjoner         | Bærende konstruksjoner <b>R10</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Takkonstruksjonen er å anse som sekundært bærende bygningsdel, når den ikke er en del av byggets hovedbæresystem eller medvirker til å stabilisere dette.<br><br>Sekundære bærende konstruksjoner i risikoklasse 3 / brannklasse 1 utføres som <b>R30</b> . |
| Branncelleinndeling       | Store brannceller er generelt ikke et direkte fravik fra REN. Skolen har imidlertid langt større brannceller enn hva en tradisjonell skole har. Skolen skal utføres med fleksible og åpne arealer som medfører at branncelleinndeling avviker fra den gamle tradisjonelle skole-utformingen, noe som gjør at sikkerheten må vurderes spesielt med bakgrunn i dette. |                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Innvendige hjørner        | Ikke brannkrav til fasade mot innvendig hjørne eller parallelle fasader (motstående brannceller).                                                                                                                                                                                                                                                                   | Brannkrav på fasade mot innvendige hjørne/parallelle fasader ved avstand under 8m.                                                                                                                                                                          |
| Brannisolasjon av kanaler | Brannisolasjon av kanaler gjennom brannskiller kan utelates, gitt sprinkling på begge sider av gjennomføringen.                                                                                                                                                                                                                                                     | Kanaler må isoleres ved gjennomføring i branncellebegrensende konstruksjoner.                                                                                                                                                                               |
| Rømning av personer       | Angitte ytelser er iht REN, men utforming av branncelleinndeling og rømningsveier avviker fra tradisjonell skoleutforming og er derav underlagt særskilt vurdering.                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Røykventilasjon           | Røykventilering av kantine og fellesareal er ikke fravik fra REN, men er medtatt for å dokumentere forutsetninger og beregninger som er gjort for valg av røyklukeareal.                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                             |

## B-5 IDENTIFISERING AV MULIGE BRANNTILLØP

Årsaksfordeling branner i bygninger er vist i figur B-1 under. Dette er en sammenstilling for de siste 4 årene (2000-2004) og gjelder for bygninger generelt.



| Brannårsak                    | Prosent |
|-------------------------------|---------|
| Eksplosjon                    | 0,59    |
| Lynnedslag                    | 1,47    |
| Annet                         | 2,71    |
| Selvtenning                   | 3,40    |
| Påsatte branner               | 12,10   |
| Feil bruk av elektrisk utstyr | 14,98   |
| Elektrisk årsak               | 20,43   |
| Ukjent                        | 21,88   |
| Bar ild                       | 22,44   |

Figur B-1: Årsaksfordeling branner i bygninger 2000-2004 (oppdatert 16.12.2005) Tabell til høyre oppsummerer prosentandel [B-9.3]

### ÅRSAKSFORDELING BRANN I BYGNINGER - 2003 OG 2004

Det finnes statistikk som viser typisk årsaksfordeling for branner i forskjellige kategorier bygg. For skoler gjenspeiler det seg følgende (DBE Brannårsakstatistikk 2004 [B-9.4]):

Hovedandelen av branner med kjent årsak for skolebygninger, er påsatte branner med 26 % og 30 % for hhv 2003 og 2004 og elektrisk årsak (serielysbue, termostatsvikt, kypestrøm etc) med 23 % og 36 % for hhv 2003 og 2004. Videre på statistikken kommer branner med årsak i feil bruk av elektrisk utstyr på ca 13 % pr. år.

Ut i fra statistikk finnes altså det som sannsynlig vil være brannårsak i bygget. Utfra type brannårsak kan det også gjøres en vurdering av sannsynlig brannutvikling.

### BRANNUTVIKLING

Påsatte branner er typisk branner som starter som flammebrann og utvikler seg raskt. Brann med elektrisk årsak vil trolig kunne utvikle seg både som flamme- og ulmebrann, men mest sannsynlig som ulmebrann i den første fasen. Ulmebrann vil typisk kunne oppstå som konsekvens av kortslutning/overopphetning/jordfeil/serielysbue i elektriske installasjoner, hvilket medfører at omkringliggende materialer når sin antennelsetemperatur og glødingen starter. Et eksempel på flammebrann er f.eks. at elektrisk utstyr tildekkes med lett antennelig materiale. Branntilløp som følge av bar ild vil også kunne medføre både ulme- og flammebrann. Et typisk eksempel på årsak til ulmebrann er f.eks. sigarettglo i sofa. Flammebrann kan f.eks. skyldes at stearinlys antenner omliggende dekorasjoner.

Flammebrann skaper varm røyk som stiger opp mot taket, mens frisk luft suges inn ved gulvnivå. Røyken danner et røyksjikt, med "klart" skille mellom den varme røyken og den kalde luften under røyken. Små rom og rom med liten takhøyde vil raskt få røykfylling i hele rommets høyde.

Ulmebrann utvikler seg svært langsomt med lave temperaturer i yttersjikt. En slik type brann vil kunne utvikle seg i relativt kompakte materialer og kan avgi store mengder røyk. Røyken vil være forholdsvis kald og blande seg med luften i rommet slik at det ikke dannes et røyksjikt ved tak som er karakteristisk for flammebrann.

En flammebrann vil raskere medføre kritiske forhold for personer enn en ulmebrann. Ulmebrann kan være svært kritisk for sovende personer ved at det dannes CO som ikke oppdages av de som sover og som er dødelig. Som ordinær undervisningsbygg vil ikke dette brannscenariet være kritisk. Ekstraordinær bruk av skolen (som overnatting) er ikke behandlet i denne rapporten da dette ikke er angitt

som bruksformål. Ved slike situasjoner skal det også være etablert organisatoriske rutiner som ivaretar denne risikoen.

## DØDSBRANNER

Med bakgrunn i samme kilde [B-9.4] oppsummeres følgende mht årsak til dødsbranner: 56 personer omkom i 51 dødsbranner i 2003, mens i 2004 omkom 55 personer i 52 dødsbranner.

Det er ikke registrert omkomne som følge av brann i sprinklede bygg.

## VURDERING KRITISK SCENARIUM

Kritisk scenarium vil være brann med rask brannutvikling og som kan medføre påkjenning/trussel i forhold til de prosjekterte løsningene. Flammebrannutvikling vil raskt kunne medføre store mengder røyk og temperaturer som forhindrer evakuering.

### ▪ *Brann i undervisningsarealer.*

Flammebrannutvikling som følge av varme arbeider i undervisningsarealer/arbeidsrom. Område hvor det blir raskest kritisk vil være rom nærliggende til brannen. Brann vil p.g.a. stor åpenhet og glass i konstruksjoner raskt oppdages av personer som dermed vil forsøke å slukke/beslutte å rømme. For områder hvor brannen ikke kan observeres så er det etablert strategisk deteksjon som også raskt vil gi alarm i bygget. Ved at alle undervisningsareal er sprinklet vil også dette begrense brannutvikling og brannens størrelse. Sprinkler vil ikke hindre røykproduksjon og -spredning, men ordinære konstruksjoner (vegger/glass) vil begrense røykspredningen. Det vil for alle områder være alternative fluktveier/rømningsretninger slik at man vil kunne rømme bort fra brannstartsted.

### ▪ *Brann i fullsatt kantine (benyttet til forsamling, eksempelvis fellesinformasjon for skole).*

Brann kan oppstå som flammebrann i dekorasjoner, i arealer åpent mot kantine etc. Brann vil raskt oppdages av personer, med dertil hurtig oppstart av rømning. Det vil også raskt bli så mye røyk ved taket at detektorer detekterer røyken og røyklukene åpnes. Dette vil da hindre røykspredning ned til oppholdssone slik at rømning vil kunne foregå i akseptable forhold. Røykventilasjon vil også forsinke at brann går til overtenning og at brannvesenet vil ha gode angrepsmuligheter. Den relativt lave temperaturen i røyken (pga røykventilasjon ventilerer ut varm røyk) vil også hindre at bærende konstruksjoner vil kollapse.

## B-6 KOMPARATIV ANALYSE

Byggets hovedstrategi for ivaretagelse av sikkerheten ved brann fraviker på enkelte punkt fra preaksepterte løsninger gitt i REN. Disse fravikene er vurdert spesielt i kapittel B-7. Ved å følge løsningsforslag direkte fra REN vil imidlertid dette gi ett nivå på sikkerheten i bygget. For overordnet å sammenligne disse to løsningene (løsning direkte fra REN mot valgt løsning) har vi sammenstilt pålitelighetsverdier for hovedtiltak. Målsetningen er at valgt løsning skal gi en sikkerhet på minst tilsvarende nivå som prosjektering iht. REN. Prinsippet, komparativt akseptkriterie, er beskrevet i Veiledning til NS 3901 [B-9.1], og i ISO/BSI DD 240 [B-9.2].

### B-6.1 Inngangsdata

For sammenligning av tiltak og effekt på sikkerhetsnivået har vi valgt å sammenligne pålitelighet til de enkelte tiltak. Det benyttes da statistisk underlag. Ved bruk av statistikk må det vurderes hvilke rapporteringsrutiner statistikken bygger på samt hvilke sviktkriterier som ligger til grunn for dataene. Vi har hentet verdiene fra det samme underlaget [B-9.2] slik at tallverdiene ikke skal variere basert på hvilke forutsetninger som ligger til grunn.

I det etterfølgende er pålitelighetsverdier for sprinkler, brannalarmanlegg og bygningskonstruksjoner sammenstilt. Dokumentet vi har valgt som underlag for innhenting av data [B-9.2] gir generelle retningslinjer og inngangsdata for brannanalyse og benyttes inntil videre som forslag til CEN norm og samsvarer med ISO. Det er anbefalt brukt i veiledningen til Norsk Standard 3901 [B-9.1].

Tallverdiene er beheftet med usikkerhet, men indikerer likevel pålitelighetsnivå for de forskjellige tiltak. Selv om verdiene presenteres som eksakte tall i det etterfølgende, skal ikke dette aksepteres ukritisk. Verdiene betegner et nivå på påliteligheten av tiltakene, og dermed sannsynligheten for at de enkelte tiltak skal fungere med planlagt funksjon i brann, og benyttes kun for å sammenligne de to alternative løsningene, og for å få et komparativt nivå på sikkerheten.

#### SPRINKLER

De fleste branner som oppstår i bygg når det er personer tilstede, eller i bygg som har brannalarmanlegg, blir slukket av tilfeldige personer i nærheten eller brannvesenet. Det er likevel enn viss sannsynlighet for at brannforløpet skal utvikle seg utover det som enkelt lar seg slukke manuelt.

Sprinkleranleggets funksjon har stor betydning for brannutviklingen. Dersom sprinkleranlegget fungerer, enten ved at brannen slukkes eller holdes under kontroll til brannvesenet ankommer, vil bærende og skillende konstruksjoner beholde sin stabilitet og bæreevne i "uendelig" tid (ved at det ikke oppstår temperaturer/påkjenning over kritisk verdi)

Automatisk sprinkleranlegg er historisk sett ett av de eldste brannsikringstiltak som finnes. Dette gjør at det finnes svært mye dokumentasjon på påliteligheten og effekten til systemet. Vanlig oppfatning er at sprinkleranlegg er et svært pålitelig system og at det fungerer i 96 – 99 % av tilfellene [B-9.5] [B-9.6]. Under forutsetning av at det etableres overvåket sprinklerventil kan påliteligheten til sprinkleranlegget settes konservativt til 95 % [B-9.2]. Det gjøres oppmerksom på at dette er sannsynligheten for at sprinkleranlegget kontrollerer brannen. Sannsynligheten for at sprinkleranlegget slukker brannen er lavere.

Sprinkler skal sikre at brann slukkes der den oppstår, eller minst kontrollere den der den oppstår, slik at manuell brannslukking blir enkelt. Brann begrenses til startbrannrommet (selv om det ikke er egen branncelle), den vil ikke nå overtenningsfase og vil med stor sannsynligvis begrense branngulvarealet til mindre enn 20 m<sup>2</sup>, oftest mindre enn 10 m<sup>2</sup>. [B-9.2]

## BRANNALARMANLEGG

Brannalarmanlegg sammen med personellinnsats (betjening/ansatt eller andre personer i nærheten) og automatisk tilkalling av brannmannskap utgjør et "automatisk sløkkesystem" som sikrer at startbranner, ulme- eller flammebranner, kan slås ned i en meget tidlig fase. Dessuten innebærer dette at personer som oppholder seg i bygget får økt tid til rømning. Sløkkesystemet "detektortilkalt innsats" har som alle tiltak begrenset pålitelighet, og settes her til 90 % [B-9.2].

## BYGNINGSKONSTRUKSJONER

Passive tiltak som isolering av stål har pålitelighet som varierer fra 70 til 95 % [B-9.2]. Forutsettes det optimal utførelse, også i forbindelse med senere inngrep i bygningen, antas en pålitelighet på 95 %.

Branncellebegrensende skiller har en relativt dårlig pålitelighet: hvis vi antar at alle kanal- og kabelgjennomføringer er 100 % i orden og at det kun er svakhet ved at dører kan være åpne, settes påliteligheten til branncellene til 70 % (selvlukkende dører har en pålitelighet på 90 %). Dette gir analysemessig fordel til REN- løsning da det erfaringsmessig ofte avdekkes mangelfullt tettede gjennomføringer i bygg.

## B-6.2 Effekt av brannverntiltak

Pålitelighet til sikkerhetstiltak med tanke på å virke som forventet ved branntilløp vurderes i det etterfølgende. Effekten av de enkelte tekniske brannverntiltak er vurdert for å påvise det sikkerhetsnivå som bygget vil inneha. I tillegg til disse tiltakene som er oppsummert over er forhold som rømningsmuligheter, planløsning og antall personer i bygget spesielt vurdert. For særskilt vurdering av dette samt prosjekteringsavvik som er påpekt i prosjekteringsgrunnlaget vises det til kapittel B-7.

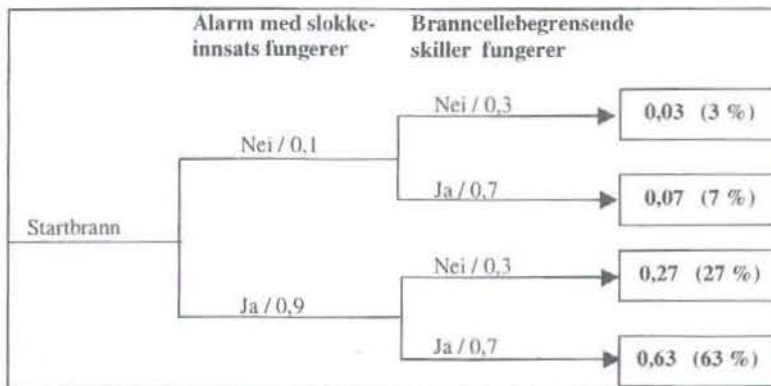
### B-6.2.1 Sikkerhet iht. REN

Preakseptert løsning vil for dette bygget kunne tilsi i hovedsak brannalarmanlegg\*, basert på røykdeteksjon, i tillegg til brannmotstandskrav for bygningskonstruksjoner. Bygget vil kunne oppføres uten sprinkler under forutsetning av at det etableres seksjoneringsvegg slik at største areal pr. etasje og seksjon er 1800 m<sup>2</sup>.

\* Mht rømningssikkerhet og ved areal pr etasje opp til 1200m<sup>2</sup> uten seksjonering angir REN strategisk dekningsareal (dvs rømningsvei og fellesareal). Heldekkende brannalarmanlegg som verdisikkerhetstiltak ved areal fra 1200-1800m<sup>2</sup> uten seksjoneringsvegg.

REN angir bærende hovedsystem R30 og branncellebegrensende konstruksjoner EI30, samt største areal uten seksjonering på 1800 m<sup>2</sup>. Det er dette som representerer sikkerhetsnivået som følge av prosjektering iht. REN og som tilfredsstiller TEK. REN gir ved dette et sikkerhetsnivå som kan uttrykkes ved at utbrenning og totalskade innenfor en seksjon på 1 800 m<sup>2</sup> er akseptert største materiell konsekvens - restrisiko. Videre har seksjoneringsvegg en viss pålitelighet, gitt som generell retningsverdi på 95 % (brannjør er angitt med kun 70 %).

Figur B-2 under sammenstiller pålitelighet for de to hovedtiltakene som preakseptert løsning beskriver for å begrense brannen innenfor en branncelle.



Figur B-2: Pålitelighet for at brann begrenses til startbranncelle iht. REN

Som figur B-2 viser er det 3 % sannsynlighet for at både tilkalt sløkkeinnsats og branncelleskillene svikter.

*Dette gir totalpålitelighet på 97 % for at brann ikke skal føre til kritiske forhold utenfor startbranncellen i løpet av 30 minutter. (Ved at REN har akseptert dør med 15 min brannmotstand er i praksis dette det svakeste punktet.)*

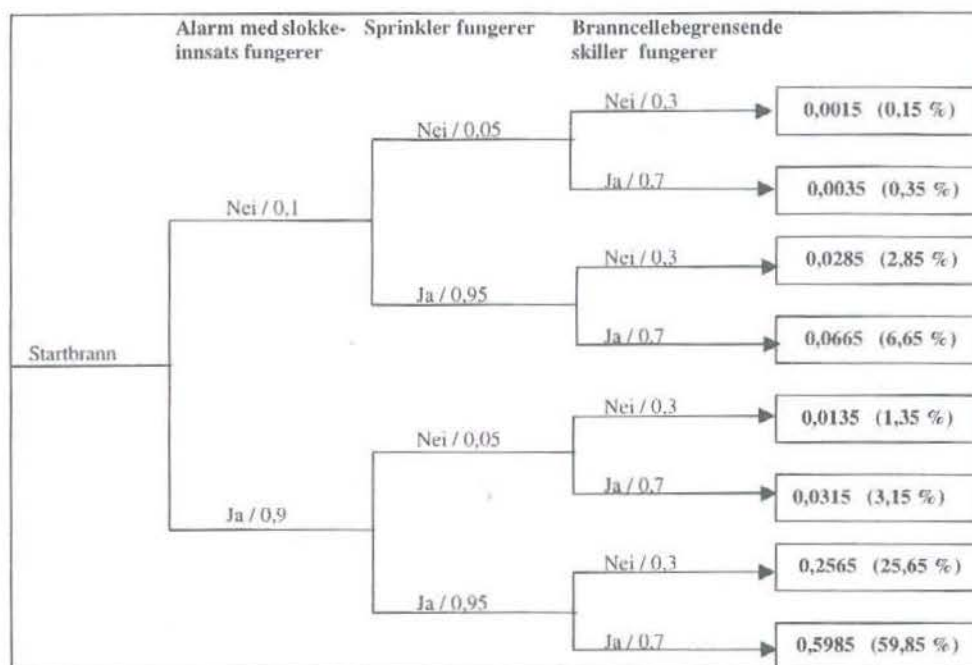
#### B-6.2.2 Sikkerhet iht. planlagt løsning

I tillegg til at bygget utføres med brannalarmanlegg (strategisk mht å ivareta tilstrekkelig rømningsvarsling\*), installeres det sprinkler\*\* i bygget. Sprinkler skal sikre at brann sløkkes der den oppstår, eller minst kontrolleres slik at manuell brannsløkking blir enkelt. Bygget oppføres ikke med seksjoneringsvegg, noe som er preakseptert etter REN.

\* Strategisk deteksjon er preakseptert for skoler iht. REN mht rømning. REN angir dette som detektorer i rømningsveier og fellesrom. Ved at den tradisjonelle skolen utføres med korridorer som rømningsvei, så vil deteksjon av røyk først skje når røyk er kommet ut i rømningsvei(!). For Kippermoen skole er det valgt å detektere strategisk også i de store branncellene, samt at det er forutsatt at skolen utformes med en stor grad av glass i grupperom, noe som gjør at personer lettere og raskere vil kunne oppdage evt. røykutvikling også i tiliggende rom. Dette i seg selv medfører en høyere sikkerhet for at personer rømmer før forhold blir kritiske. (Det å selv se røyk/brann medfører raskere beslutning om å rømme enn i de tilfeller hvor brann kun varsles gjennom alarm og man ikke observerer at brann er oppstått [B-9.7].)

\*\* Sprinkleranlegg er også en form for brannalarmanlegg. Når sprinkler løser ut vil det gå alarm i bygget. Sprinklerhoder løser ut når temperatur er rundt 70 °C i væske i sprinkler-bulb (avhengig av RTI-faktor/sprinklertype).

Figur B-3 under sammenstiller pålitelighet for de tre hovedtiltakene som er prosjektert for å ivareta sikkerheten ved brann. Som figuren viser er det 0,15 % sannsynlighet for at både tilkalt sløkkeinnsats, sprinkler og branncelleskillene svikter.



Figur B-3: Pålitelighet for at brann begrenses til startbranncelle valgt løsning

Med detektortilkalt personellinnsats og sprinkler alene (uten branncellebegrensende skiller) gir dette en pålitelighet på 99,5 %. Det er også her snakk om pålitelighet for at brann blir sløkket eller i det minste kontrollert før den blir 10-20 m<sup>2</sup> stor [B-9.2] (er altså uavhengig av branncelleinndeling). Tallet 97 % fra vurderingen av REN ovenfor angir pålitelighet for at brann er begrenset til maksimum en hel branncelle i 30 minutt.

I tillegg til de angitte tekniske tiltakene (brannalarmanlegg og sprinkler) vil det etableres røykventilasjon i kantineareal, som vil bidra til å forhindre høye temperaturer mot takkonstruksjonen og svikt i denne på et tidlig tidspunkt.

Videre etableres det strategiske branncellebegrensende konstruksjoner og røykskiller som vil bidra i å hindre røykspredning i bygget.

### B-6.2.3 Komparativ vurdering

Pålitelighet for at en brann skal kontrolleres slik at den kan enkelt sløkkes manuelt av slukkepersonell er langt høyere ved en sprinklet løsning enn ved en løsning uten sprinkler men med branncelleinndeling. Påliteligheten for at dører (og at konstruksjoner) holder branncellebegrensende funksjon er begrenset, slik at en brann relativt raskt kan spres til flere brannceller.

REN beskriver seksjoneringsvegger som tiltak spesielt for ivaretagelse av verdisikkerhet. Seksjoneringsvegger har også en relativt lav pålitelighet (dess flere dører og gjennomføringer dess lavere totalpålitelighet). En løsning med heldekkende sprinkleranlegg gir større sikkerhet for verdier i bygget enn en seksjoneringsvegg vil gi, noe som også REN innrømmer gjennom bestemmelse av maksimale arealgrenser uten seksjonering.

*Oppsummert, og uavhengig av de gitte pålitelighetsverdier, verifiseres valgt løsning å gi et høyere sikkerhetsnivå enn den preaksepterte løsningen.*

## B-7 VURDERING PROBLEMOMRÅDER/FRAVIK FRA REN

Det relevante er å dokumentere at sikkerheten er ivaretatt ved branntilløp/brannscenarier som er knyttet til de områder som inneholder fravik fra preaksepterte løsninger eller som ikke direkte er angitt i REN. I dette kapittelet har vi sammenstilt dokumentasjon på hvorfor de enkelte avvik fra REN anses akseptable.

### B-7.1 Redusert brannmotstand på bærende konstruksjoner

Bygget i sin helhet har to tellende etasjer. REN beskriver hoved- og sekundærbæresystem med brannmotstand **R30**. Iht. REN er også en takkonstruksjon å anse som sekundært bærende bygningsdel når den ikke er en del av byggets hovedbæresystem eller medvirket til å stabilisere dette, og skal av dette ha tilsvarende brannmotstand.

#### *Beskrivelse fravik*

Bærende konstruksjoner i tak over kantine etableres med brannmotstand **R10**.

#### *Kompenserende tiltak*

Det etableres heldekkende sprinkleranlegg samt røykventilasjon.

#### *Sannsynlig brannforløp, konsekvens av fraviket og sensitivitetsbetraktning*

Sprinkleranleggets funksjon har stor betydning for brannutviklingen. Dersom sprinkleranlegget fungerer, enten ved at brannen slukkes eller holdes under kontroll til brannvesenet ankommer, vil bærende og skillende konstruksjoner beholde sin stabilitet og bæreevne i "uendelig" tid. Dette ved at det ikke oppstår temperaturer over kritisk temperatur for de bærende element. Automatisk sprinkleranlegg har en pålitelighet på ca 95 % (det vises her til kapittel B-6 for vurdering av pålitelighet for de enkelte tiltak).

Personsikkerheten i bygget skal imidlertid også være ivaretatt ved svikt i sprinkleranlegget. Mht. ivaretagelse av personsikkerheten er tilgjengelig tid for rømning og redning dimensjonerende.

Tradisjonelt har man stilt strenge krav til brannmotstand i bærende konstruksjoner. Tilgang til statistikk [B-9.8] viser at dødsfall eller skader på mennesker ved brann sjelden kan tilskrives kollaps i bærende konstruksjoner. Ved en brann er konsekvensene av et brudd i bærende konstruksjoner i høy grad avhengig av om det er mennesker i bygningen. Dette innebærer at desto lengre tid etter brannens utbrudd det med en viss sannsynlighet finnes mennesker igjen i bygningen, desto strengere må kravet til bæreevne og stabilitet i de bærende konstruksjonene være. Faktorer som påvirker rømningsmulighetene slik som bygningens etasjeantall og volum, antallet mennesker i bygningen og menneskenes forutsetninger for å komme seg i sikkerhet er viktige ved bestemmelse av konstruksjoners nødvendige bæreevne ved brann.

Fra elevarealene i 2. etasje ved Kippermoen skole er det lagt opp til rømning fra alle arealer via utvendig rampe og trapp ned til bakkenivå. I tillegg vil rømning kunne foregå til røykventilert kantineareal og videre ut flere ulike innganger. Bygget har store og oversiktlige arealer slik at man fra alle arealer raskt vil kunne oppdage røyk og dermed beslutte å rømme. Gjennom strategisk detektorplasing vil også dette bidra til rask deteksjon av røykutvikling og varsling i bygget.

Til sammenligning angir REN følgende for skoler i to etasjer:

- bærende konstruksjoner med 30 min brannmotstand
- røykdeteksjon i rømningsveier
- branncellebegrensende konstruksjon med 30 min brannmotstand mellom klasserom og rømningvei.

Dette medfører at en brann i klasserom (uten personer tilstede) vil kunne ha vedvart vesentlig lenger før den detekteres enn i valgt løsning og slik sett gir ikke R30 vesentlig lenger sikkerhetsmargin enn valgt løsning med R10. Dette verifiseres også gjennom Allsafe [B-9.7] hvor sprinklede bygg gis uendelig tid til rømning (med unntak av i startbrannrom hvor det vil være stor røykproduksjon, uavhengig av sprinklerutløsning).

I tillegg til overstående har det blitt gjennomført beregninger for røykventilasjon som viser temperaturer i røyklaget ved dimensjonerende brann. Denne temperaturen ble beregnet til ca 69 °C 7,5 minutter etter brannstart. Kritisk temperatur for stål er ca 500 °C. Se kapittel B-7.8 og B-10 for beregninger og resultater.

Det har også blitt utført beregninger av rømningstid fra de åpne arealene i 2. etasje. Arealet ble delt inn i tre soner med et elevantal på ca 167 pr. sone. Fra hver sone rømte halvparten av elevene via utvendig rampe og ned til terreng, mens den andre halvparten rømte ned innvendig trapp til kantine og videre ut til terreng. Resultatene fra beregningene viste at alle elevene var ute av 2. etasje i løpet av ca 4 minutter. Se kapittel B-10 for inngangsdata og beregningsresultater.

Resultatene etter beregning av røykventilasjon og rømningstid viser for det første at en vil ha en dimensjonerende brann i det åpne arealet 7,5 minutter etter brannstart. Ved dette tidspunktet vil stålkonstruksjonen være påkjent med en temperatur på kun 69 °C. I tillegg viser rømningsberegningene at alle elever vil være ute fra 2. etasje etter ca 4 minutter.

### **Konklusjon**

Funksjonskrav i TEK § 7-23 er at byggverket skal bevare sin stabilitet og bæreevne i minimum den tid som er nødvendig for å rømme og redde personer i og på byggverket. Prosjektet løsning verifiseres ved hjelp av kvalitative og kvantitative metoder å tilfredsstille TEK på tilsvarende nivå som angitt i REN, både mht verdisikkerhet og personsikkerhet i bygget.

## **B-7.2 Store brannceller inneholdende flere rom**

Generelt beskriver REN at "rom som har forskjellig bruk og/eller brannbelastning bør normalt være egne brannceller". Tradisjonelt er skoler utformet med mindre klasserom utført som egne brannceller adskilt fra rømningsvei. Sikkerhetsnivået som fremkommer fra REN er basert på denne løsningen. Ved at det ved Kippermoen skole velges en utradisjonell inndeling av brannceller (store arealer i en branncelle) medfører dette ett avvik fra RENs sikkerhetsnivå.

Utformingen av Kippermoen skole skal tilfredsstille akseptkriteriene gitt i TEK. Iht. TEK skal bygninger inndeles på hensiktsmessig måte i brannceller. Videre skal branncellene ha slik form og innredning at rømning og slokking av brann kan skje på en rask og effektiv måte.

### **Beskrivelse avvik**

Undervisningsarealer bestående av flere store og mindre rom, fellesareal, garderober etc inngår i én felles branncelle over to plan.

### **Kompenserende tiltak**

Det etableres heldekkende sprinkleranlegg samt strategisk brannalarmanlegg.

### **Sannsynlig brannforløp, konsekvens av avviket og sensitivitetsbetraktning**

Ved utløst sprinkler vil brannens omfang begrenses til startbrannrommet (selv om det ikke er egen branncelle), den vil ikke nå overtenningsfase og vil i de største rommene begrense brann-gulvarealet til mindre enn 20 m<sup>2</sup>, oftest mindre enn 10 m<sup>2</sup>. [B-9.2]

**Prosjekt:** 203554-01 Kippermoen skole  
**Kunde:** 30690 Arkitektkontoret Kvadrat AS  
**Utført:** Marit Sliper Drugli  
**Kval.sikret:** Eirik Aune

**Dato:** 08.09.2005  
**Revidert:** 07.02.2006



Ved svikt i sprinkleranlegget vil det kunne medføre større omfang av brannen enn ved inndeling av bygget i små brannceller. Imidlertid vil personsikkerheten være ivaretatt ved at alle områder av "storbranncellen" har god tilgang til rømningsveier. Åpenhet mellom rom bidrar også til ivaretagelse av personsikkerhet, ref B-7.1. Rømningsforhold er beskrevet ytterligere i B-7.6.

Sikkerhetsnivået for verdier og personer er bedre enn som gitt av REN ved at det etableres sprinkleranlegg i bygget. Ref. B-6.

### **Konklusjon**

Iht. TEK § 7-24 skal brannceller være utført slik at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre deler av brannseksjonene i den tiden som er nødvendig for rømning og redning. Prosjektet løsning verifiseres å tilfredstille TEK på dette punktet.

## B-7.3 Røykskillende konstruksjoner

Iht. REN er en bygningsdel med brannmotstand E definert som bygningsdelens evne til å motstå brannpåkjenning på en av sidene, uten at brannen smitter igjennom, som følge av gjennomtrekking av flammer og/eller varme gasser. Dette betyr at det er en røyktett konstruksjon som holder røyk tilbake, men som kan slippe igjennom noe stråling.

### *Beskrivelse fravik*

Ved Kippermoen skole er enkelte arealer etablert med røykskillekonstruksjoner **E30**. Arealene vender mot allrom/kantine som er åpen over to plan.

### *Kompenserende tiltak*

Det etableres heldekkende sprinkleranlegg samt røykventilering av kantineareal for Kippermoen skole. Skolen etableres i tillegg med brannalarmanlegg basert på strategisk deteksjon.

### *Sannsynlig brannforløp, konsekvens av fraviket og sensitivitetsbetraktning*

Ved utløst sprinkler vil brannens omfang begrenses til startbrannrommet og vil ikke nå overtenningsfase, ref. kapittel B-7.1.

Ved svikt i sprinkleranlegget vil brannen få utvikle seg i de angitte arealene. Siden arealene etableres med E30 konstruksjoner mot kantineareal og store åpne brannceller i 2. etasje, vil ikke røyk slippe igjennom mot rømningsveiene i de åpne arealene. I tillegg detekteres heimkunnskapsrom, noe som medfører rask deteksjon og evakuering ved brannstart i dette arealet.

Rømning/fluktvei vil ikke gå inntil konstruksjoner som etableres med brannmotstand **E30**. Rømning vil av den grunn foregå i fluktveier fri for røyk.

### *Konklusjon*

Iht. TEK § 7-24 skal brannceller være utført slik at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre deler av brannseksjonene i den tiden som er nødvendig for rømning og redning. Prosjektet løsning verifiseres å tilfredstille TEK på dette punktet.

### B-7.3.1 Dedikert sprinkler – herdet glass

I enkelte arealer av Kippermoen skole, hvor en ønsker glasskonstruksjoner for å skape åpenhet, kan en benytte herdet, uklassifisert glass sammen med et dedikert sprinkleranlegg [B-9.15, B-9.16 og B-9.17]. Dette vil gi konstruksjoner med en brannmotstand tilsvarende **E30**.

Ved bruk av dedikert sprinkler og herdet glass vil dette kunne tilsvare **E30**-konstruksjoner dersom utførelse av konstruksjoner og sprinkler følger etterfølgende prinsipper [B-9.17]:

- Sprinklerhodene som benyttes til dette formålet skal være av typen "Quick response".
- Sprinklerhodene plasseres med en avstand 0,3 m fra glassets overflate og 0,3 m fra overkant glass.
- Ett sprinklerhode kan beskytte et glasfelt med maks bredde 3,6 m dersom sprinklerhodet plasseres med avstander som gitt over og i senter glassets bredde.
- Ved bredere vindusfelt etableres et multisprinklersystem med innbyrdes avstand mellom sprinklerhodene på minimum 1,8 m.
- Sprinklersystemet etableres på begge sider av glassfeltet.

## B-7.4 Innvendige hjørner

Angivelse i REN: Ved motstående vinduer i innvendige hjørner, hvor dette også er skille mellom brannceller beskriver REN at disse vinduene må ha brannklassifisering EI30/EI15 inntil avstand er 8 m.

### *Beskrivelse avvik*

Vinduer mot innvendige hjørner oppføres uten krav til brannklassifisering.

### *Kompenserende tiltak*

Installert heldekkende sprinkleranlegg.

### *Konsekvens av avviket og sensitivitetsbetraktning*

Sprinkleranlegget vil være et tilstrekkelig tiltak for å hindre strålesmitte mellom brannceller da anlegget dimensjoneres for å slokke eller kontrollere en brann før overtenning inntreffer. En reell smittefare mellom brannceller ved innvendig hjørne vil ikke oppstå før overtenning inntreffer. Det vil derfor være uhensiktsmessig å installere vinduer med brannmotstand, når sprinkleranlegget allerede ivaretar den sikkerhetsmessige funksjonen brannklassifiserte vinduer er tenkt å ha.

Dersom sprinkleranlegget ikke fungerer, vil en brann i startbranncellen kunne utvikle seg til å nå overtenning. Muligheten for at både brannalarmanlegget og sprinkleranlegget er ute av funksjon er lite sannsynlig, se kapittel B-6. Ansatte vil varsles tidlig og manuell slokkeinnsats vil også bidra til å redusere faren for overtenning. Dersom det ikke lar seg gjøre å kontrollere brannen i startbranncellen vil en overtent brann kunne medføre spredning via vindu til annen branncelle. Dette vil ikke medføre fare for personer i branncellen, da rømning skal ha foregått før overtenning i startbranncellen. Ingen innvendige hjørner vender mot rømningsvei.

### *Konklusjon*

Iht TEK § 7-24 skal brannceller være utført slik at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre deler av brannseksjonene i den tiden som er nødvendig for rømning og redning. På bakgrunn overstående betraktning, basert på heldekkende sprinkleranlegg, verifiseres kravet i TEK å være tilfredsstillende.

## B-7.5 Brannisolering av kanaler

Preakseptert løsning etter REN krever at kanal som føres gjennom brannklassifisert bygningsdel skal utføres med brannisolasjon.

### *Beskrivelse avvik*

Brannisolasjon av kanaler gjennom brannskiller kan utelates. Gjennomføringene skal forskriftsmessig tettes.

### *Kompenserende tiltak*

Installering av sprinkleranlegg.

### *Sannsynlig brannforløp, konsekvens av avviket og sensitivitetsbetraktning*

Hensikten med å brannisolere ventilasjonskanaler er å bibeholde veggens isolasjonsevne. Årsaken til ikke å følge preakseptert løsning er at det installerte sprinkleranlegget vil ivareta den funksjonen en slik brannisolering er tiltenkt å ha.

Med bakgrunn i dette og den kjøleende effekt som sprinklerutløsning vil medføre på røyk, branngasser og overflater, er det rimelig å anta at en spredning av brann via varmeledning i kanalogså ikke vil

være tilstede. Blant annet er løsning med å utelate brannisolering av ventilasjonskanaler ved sprinkling beskrevet som en løsning i NBI-byggedetaljblad 520.351 pkt 33 [B-9.9].

Ved svikt i sprinkleranlegget vil likevel ikke brannspredningen bli kritisk i fasen for rømning og redning. Dette begrunnes som følger: Kanalene skal branntettes. Brannspredning i form av flammer/antennelse på ueksponert side via kanalnettet ansees ikke som kritisk så lenge det er en viss avstand mellom ventilasjonskanal og brennbart materiale (minimum 250 mm). Faren for brannspredning i form av røyk og branngasser er mer påvirket av ventilasjonsanleggets funksjonalitet under brann enn om ventilasjonskanalene er isolert eller ikke.

### **Konklusjon**

Kravet TEK stiller til slike installasjoner er at de skal utføres eller utstyres slik at installasjonen ikke vesentlig øker faren for at brann oppstår eller at brann sprer seg. Basert på overstående verifiseres dette tilfredsstillende.

## **B-7.6 Rømningsforhold**

Krav til rømningsveier, fysisk utforming av disse, samt rømningstiltak er angitt i samsvar med REN, det vises her til rapport § 7-27. Hvordan rømning vil foregå avhenger av de ulike delenes bruk i bygningen. Elevarealer skal ha tilrettelagt alternativ rømningsvei via utvendig rampe og trapp til bakkeplan utenom rømning via felles kantine/aktivitetsareal. Der hvor avstand fra vindu til bakkenivå er mindre enn 1,5 m kan vindu benyttes som alternativ rømningsvei. Administrasjonsdel og lærerareal kan ha alternativ rømningsvei via vindu dersom dette er under 5 m fra bakkenivå.

På grunn av stor åpenhet og glass i konstruksjoner vil et branntilløp raskt oppdages av personer som dermed vil beslutte å rømme. For områder hvor brannen ikke kan observeres så er det etablert strategisk deteksjon som også raskt vil gi alarm i bygget. Ved at alle undervisningsareal er sprinklet vil også dette begrense brannutvikling og brannens størrelse. Sprinkler vil ikke hindre røykproduksjon og -spredning, men ordinære konstruksjoner (vegger/glass) vil begrense røykspredningen. Det vil for alle områder være alternative fluktveier/rømningsretninger slik at man vil kunne rømme bort fra brannstartsted. For kantine/aktivitetsareal vil røykventilasjon også øke den tilgjengelige tiden for rømning gjennom disse arealene.

## **B-7.7 Rømningstid**

Det har i tillegg blitt utført beregning av rømningstid fra arealer i 2. etasje. Resultatene her har blitt brukt for å definere dimensjonerende brann benyttet i beregningene for røykventilasjon.

### **RØMNINGSTID**

Rømningstid har blitt beregnet med simuleringsprogrammet SIMULEX. Resultater fra beregningene finnes i kapittel B-9 Vedlegg.

Det er angitt 500 elever ved Kippermoen skole. Alle grupperom og undervisningsareal befinner seg i plan 2. Rømning fra disse arealene vil foregå via utvendig trapp til bakkenivå eller via innvendig trapp i kantineareal og videre ut til det fri.

Figur B-4 viser en sannsynlig inndeling av soner for rømning. Det er denne inndelingen som har blitt lagt til grunn for beregning av rømningstid. Hver sone vil ha et elevantal på 167. Ved rømning vil halvparten av disse elevene rømme via utvendig trapp mens de andre vil rømme via intertrapp. Dette gir da at 84 elever rømmer ned intertrapp fra sone 3 (trapp 2), mens 168 elever rømmer ned intertrapp fra sone 1 og sone 2 (trapp 1). Ved rømning vil da den mest kritiske situasjonen oppstå ved trapp 1 pga faren for oppstuvning foran denne.

Tid til rømning legges til grunn når en skal finne dimensjonerende brann til bruk i røykventilasjonsberegningene.

Beregnet tid til rømning ned trapp 1 ble 3 min og 45 sek.



B-4: Inndeling av soner for rømning fra 2. etasje.

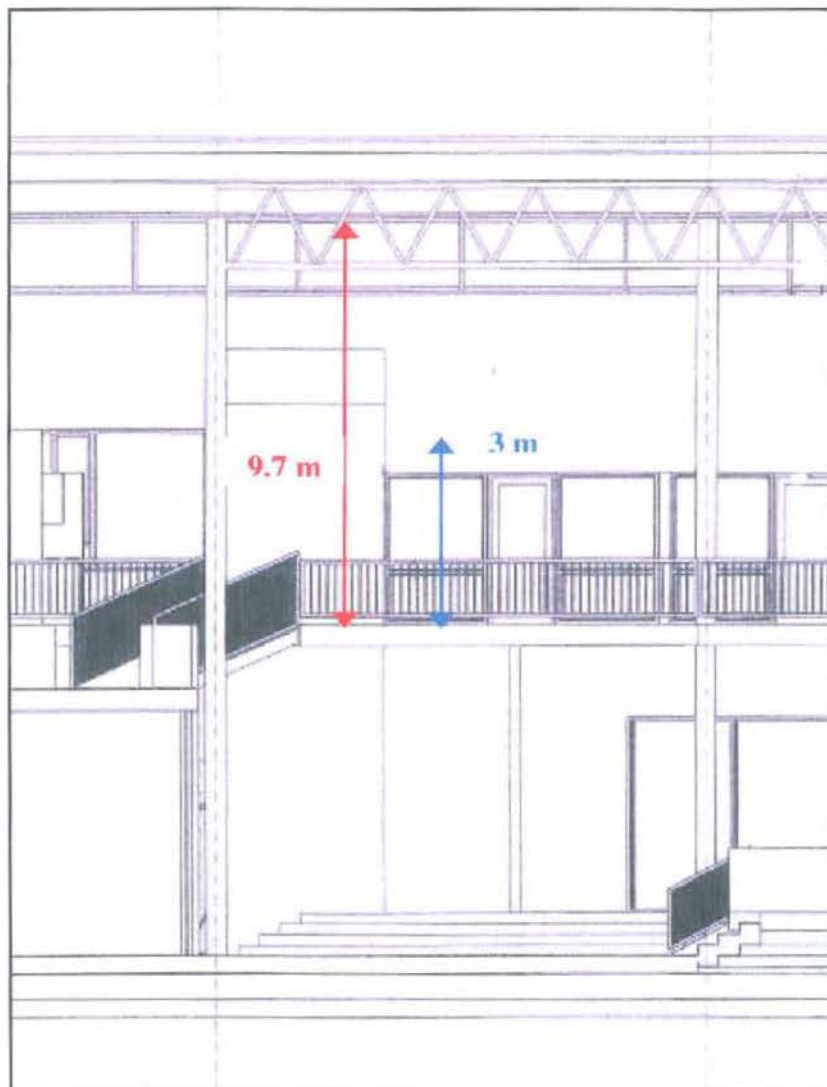
## B-7.8 Røykventilasjon

Kantine/aktivitetsareal utføres med røykventilasjon. Røykventilasjonen vil bedre rømningsforholdene i bygget ved at rømningsvei via internt trapp og kantineareal ikke blir blokkert av røyk og brann-gasser, viser her til utførte beregninger. I tillegg vil det være med på å senke temperaturen på røyksjiktet slik at bærekonstruksjonen i tak ikke blir påkjent over kritisk nivå og kollapse.

Beregninger av røykventilasjon tiltak, knyttet til arealer mot det røykventilerte arealet, er gjort iht. HO-3/2000 [B-9.10]. Beregninger av temperatur i røyksjiktet tilsier at det kan benyttes takkonstruksjoner med brannmotstand R10.

## RØYKVENTILASJON

Fysiske mål på kantine fremkommer av beregningsresultat/-tabeller i det etterfølgende. Skisse under viser høyder i aktivitetsareal.



## FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER

Etterfølgende beregninger av røykventilasjon er basert på empiriske korrelasjoner og forenklete plumemodeller. Modellen som er benyttet i beregningene er utviklet av Yamana og Tanaka. Denne modellen inkluderer bl.a. innvirkningen av overflater som omslutter røyklaget (modellen er utførlig beskrevet i bl.a. ref. [B-9.11] og [B-9.12], mens formlene er vist i kapittel B-10 Vedlegg). Viktige forutsetninger og forenklinger i denne modellen er:

- Tiltak for å ventilere ut røyk er iverksatt.
- Ved et gitt tidspunkt oppstår likevekt mellom andelen røykmasse ventilert ut og masse tilført røyklaget.
- Høyden til underkant røyklag er konstant etter at likevekt oppstår.
- Temperaturen i røyklaget er konstant etter at likevekt oppstår.
- Bidrag fra masse produsert ved forbrenning har liten effekt og er ikke inkludert i beregningene.

Geometriske forhold er som gitt på skisse over. For kantinen er det definert en røykfri høyde på 3 m fra gulvnivå, som gir begrensning i lengde og bredde på røykvolumet på 24m x 24m (forenklet).

Det forutsettes at åpning på røykluken er på nivå med angitt romhøyde, dvs at luker i vegg er bunnhengslet og utadslående med åpning på nivå med himlingshøyde i arealet det skal røykventilere.

## BEREGNING OG RESULTAT

Beregningene er utført for brann i 1. etasje (kantine), som vil gi verste tilfelle (røykmengde består i stor grad av innblanding av luft (røykplumen øker i diameter ved avstand fra brann) slik at dette gir størst røykvolum og dermed også størst røyklukeareal).

Iht. HO-3/2000 [B-9.10] skal dimensjonerende brannstørrelse, brannareal, som angir størrelse på brannen ved det dimensjonerende tidspunktet fastsettes til det tidspunkt hvor; rømning er fullført, brannmannskap starter slokking eller sprinkleranlegget utløses. I det etterfølgende er det utført beregning av dimensjonerende branneffekt og brannveksttid, etter beregnet rømningstid og samlet tid til deteksjon og rømning. Beregningene har også gitt svar på røyklukenes størrelse.

### *Dimensjonerende branneffekt:*

Beregnet tid til rømning: 3 min og 45 sek  
Konservativt justert: 5 min  
Røykdeteksjon: 2,5 min

Dette gir en dimensjonerende brann etter 7,5 min = 450 sek

Dimensjonerende brann beregnes da etter følgende formel [B-9.13]:

$$Q = \alpha \cdot t^2$$

hvor  $\alpha$  er brannvekstkoeffisient, og settes til  $0,011 \text{ kW/s}^2$  etter et middels hurtig brannforløp [B-9.13].

$$Q = 0,011 \cdot 450^2 = 2.227,5 \text{ kW}$$

$$Q = 2,23 \text{ MW}$$

### *Stråling under røyksjikt:*

Resultatet for dimensjonerende brann er benyttet videre for beregning av temperatur i røyksjiktet og røyklukeareal. Kopi av utdrag fra beregningene er vist i kapittel B-10 Vedlegg.

Iht. brukermanual for Argos [B-9.14] defineres forholdene under røyklaget som kritisk for personsikkerheten dersom strålingsnivået fra dette overstiger  $2,5 \text{ kW/m}^2$ .

Temperatur i røyklaget er beregnet til ca  $69^\circ\text{C}$  ( $342 \text{ K}$ ). Dette gir videre følgende stråling:

$$E = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

hvor

$\varepsilon$  = emissivitet, settes til 01,0 (konservativt)

$\sigma$  = Stefan-Boltzmanns konstant =  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^2$

T = temperatur [K]

$$E = 1,0 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 342^4$$

$$E = 0,776 \text{ W/m}^2 = 0,8 \text{ kW/m}^2$$

Strålingen fra røyklaget beregnet ved Kippermoen skole vil ikke overstige kritiske verdier gitt iht. Argos brukermanual [B-9.14].

**Prosjekt:** 203554-01 Kippermoen skole  
**Kunde:** 30690 Arkitektkontoret Kvadrat AS  
**Utført:** Marit Sliper Drugli  
**Kval.sikret:** Eirik Aune

**Dato:** 08.09.2005  
**Revidert:** 07.02.2006



#### *Røykluker:*

Hensikten med røyklukene er å forlenge tid til overtenning og brannspredning via åpent areal. Videre vil røykventilasjonen gi tilfredsstillende røykfri høyde for personer på plan 2. Her vil røykventilasjon hindre spredning av røyk/brann til dette arealet samt at det også øker tilgjengelig rømningstid for 2.etasje. Det er tilrettelagt for to uavhengige rømningsveier fra alle arealer i 2.etasje.

### **STRATEGI FOR ÅPNING AV RØYKLUKER OG TILLUFT**

Alle røykluker åpnes ved deteksjon av røyk i kantine/åpent areal.

For kantine må det i tillegg åpnes 25 m<sup>2</sup> tilluftsareal (eksempelvis dører). Det er akseptabelt at denne åpnings-autmatikken kun fungerer når bygget er i bruk. Dvs at dørene ikke kreves åpnet automatisk ved natt. Denne situasjonen er beregnet (se Vedlegg) og medfører tilstrekkelig røykventilering inntil brannvesenet ankommer og kan styre åpning for ytterligere tilluft.

## B-8 TILTAKENES SENSITIVITET. KONKLUSJON

Det er dokumentert ved hjelp av kvalitative og kvantitative analyser at bygget har et tilfredsstillende sikkerhetsnivå ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold.

Bygget vil ha flere tekniske og bygningsmessige branntiltak slik at ved svikt i ett tiltak skal andre tiltak tre i kraft slik at ikke konsekvensen blir uakseptabelt stor. Tiltakene og deres funksjon er bl.a.:

- Alternative rømningsretninger/rømningsveier.
- Brannalarmanlegg; for varsling slik at rømning fra bygget kan skje i akseptable forhold og på et så tidlig stadium at det er tilstrekkelig tilgjengelig tid. Videre vil tidlig alarm til slukkepersonell kunne begrense brannen til arnestedet, slik at omfanget av brannskadene blir små.
- Sprinkleranlegg; for å slukke eller kontrollere brannen inntil brannvesenet er på stedet. Videre for å begrense påkjenning på konstruksjoner, for å øke tilgjengelig tid for rømning og for å begrense de materielle skadene ved brann. Ved utløst brannalarm vil dette også fungere som varsling i bygget.
- Røykventilasjon av kantine som vil bedre rømningsforhold (øke tilgjengelig tid for rømning i disse arealene) samt bidra til å hindre overtenning og bedre innsatsmuligheter for brannvesenet.
- Bærende konstruksjoner som skal bevare sin stabilitet og bæreevne i minimum den tid som er nødvendig for rømning og redning.

Ved svikt i det enkelte tiltak vil bygget ha redundante tiltak slik at byggets sikkerhetsnivå i tilstrekkelig grad ikke er direkte avhengig av det enkelte tiltak. Tiltakene samlet, gir det nødvendige sikkerhetsnivået som kreves, både for ivaretagelse av sikkerhet for personer og materielle verdier.

Avvik som angitt i punkt B-4 er vurdert og funnet akseptable.

## B-9 REFERANSELISTE

- B-9.1 NS 3901 Risikoanalyse av brann i byggverk, 1. utgave mai 1998 med Veiledning.
- B-9.2 BSi DD240. Fire Safety Engineering in Buildings. Part 1. Guide to the application of fire safety engineering principles. 1997. British Standard.
- B-9.3 Statistikk branner i bygninger – DBEs hjemmeside (oppdatert 16.12.2005)  
[http://www.dsb.no/Statestikk\\_Public\\_Out/brann\\_bolig\\_arsak\\_5\\_ar.html?&Rank=2&SubRank=3](http://www.dsb.no/Statestikk_Public_Out/brann_bolig_arsak_5_ar.html?&Rank=2&SubRank=3)
- B-9.4 Statistikk branner i bygninger – DBEs hjemmeside:  
[http://www.dsb.no/File.asp?File=PDF/2005/brannaarsak\\_2004.pdf&Framework=normalt](http://www.dsb.no/File.asp?File=PDF/2005/brannaarsak_2004.pdf&Framework=normalt)
- B-9.5 J.K. Richardsen, "CBD-238. The Reliability of automatic Sprinkler Systems", Canada Institute for Scientific and Technical Information.
- B-9.6 Kimberly D. Rohr, "U.S Experience with sprinklers", National Fire Protection Association (NFPA).
- B-9.7 Allsafe. Modell av evakueringssikkerhet. Hovedrapport "Beskrivelse og bruk av metode som ivaretar evakueringssikkerheten systematisk". Håndbok "Brukerhåndbok for å planlegge, bestemme og dokumentere personsikkerheten ved brann i bygg". IGP AS 1994.
- B-9.8 BBR, Boverkets Byggregler, teori & praktikk, kap. 11. Bærførmåga vid brand (Robert Jönsson och Johan Lundin)
- B-9.9 Byggforskserien byggdetaljblad: 520.351 Branntekniske krav til ventilasjonsanlegg.
- B-9.10 Melding HO-3/2000 Røykventilasjon – Temaveiledning. Statens byggtekniske etat. Februar 2000.
- B-9.11 Karlsson, B. og Quintiere, J.G., "Enclosure fire dynamics". CRC Press LCC, 2000.
- B-9.12 Brandskyddshandboken. Rapport 3117, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, 2002.
- B-9.13 Drysdale Dougal, "An introduction to Fire Dynamics", Department of Fire Safety Engineering, University of Edinbrough, 1987.
- B-9.14 Argos User's Guide
- B-9.15 SINTEF rapport STF25 A89017
- B-9.16 SINTEF rapport 25000.20/90.408
- B-9.17 "Sprinkler Protection of Exterior Glazing", Fire Technology, Vol. 34, No. 2, 1998.

## B-10 VEDLEGG

### Oppsummering beregning av røykventilasjon og rømningstid

I det etterfølgende er kopi av beregningsresultat samt inndata og formler benyttet i beregningene for rømningstid og røykventilasjon.

#### INNDATA OG BEREGNINGSRESULTAT RØMNINGSTID, SIMULEX

Antall etasjer: 1  
Antall trapper: 1  
Antall utganger: 1  
Antall linker: 2  
Antall personer: 168

Trapp, bredde: 1,75 m  
Utgang, bredde: 2,0 m

Alle 168 personer nådde utgangen etter 3 min og 44 sek.

| Tid (sek)                                                              | Ant. personer gjennom<br>utgang | Tid (sek) | Ant. personer gjennom<br>utgang |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------------|
| 5                                                                      | 0                               | 120       | 7                               |
| 10                                                                     | 0                               | 125       | 4                               |
| 15                                                                     | 0                               | 130       | 5                               |
| 20                                                                     | 0                               | 135       | 4                               |
| 25                                                                     | 2                               | 140       | 2                               |
| 30                                                                     | 1                               | 145       | 5                               |
| 35                                                                     | 0                               | 150       | 4                               |
| 40                                                                     | 5                               | 155       | 5                               |
| 45                                                                     | 3                               | 160       | 5                               |
| 50                                                                     | 5                               | 165       | 5                               |
| 55                                                                     | 5                               | 170       | 5                               |
| 60                                                                     | 4                               | 175       | 5                               |
| 65                                                                     | 4                               | 180       | 4                               |
| 70                                                                     | 6                               | 185       | 3                               |
| 75                                                                     | 3                               | 190       | 2                               |
| 80                                                                     | 6                               | 195       | 4                               |
| 85                                                                     | 3                               | 200       | 5                               |
| 90                                                                     | 2                               | 205       | 3                               |
| 95                                                                     | 5                               | 210       | 5                               |
| 100                                                                    | 5                               | 215       | 5                               |
| 105                                                                    | 6                               | 220       | 5                               |
| 110                                                                    | 3                               | 225       | 5                               |
| 115                                                                    | 3                               |           |                                 |
| Sum antall personer: 168 stk<br>Total tid til rømning: 3 min og 45 sek |                                 |           |                                 |

**Prosjekt:** 203554-01 Kippermoen skole  
**Kunde:** 30690 Arkitektkontoret Kvadrat AS  
**Utført:** Marit Sliper Drugli  
**Kval.sikret:** Eirik Aune

**Dato:** 08.09.2005  
**Revidert:** 07.02.2006



## BEREGNINGSRESULTAT RØYKVENTILASJON

| Naturlig ventilasjon fra øvre røyklag, steady state           |                              |         |  |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|--|
| (ifl. Enclosure Fire Dynamics, kap 8.6.3, case 1)             |                              |         |  |
| Beregning av nødvendig røyklukeareal                          |                              |         |  |
| <b>Input data</b>                                             |                              |         |  |
| Ønsket høyde på røyksjiktet, z                                | 7,8 m                        |         |  |
| Dimensjonerende branneffekt, Q*                               | 2230 kW                      |         |  |
| Tiluftareal, A <sub>d</sub>                                   | 25 m <sup>2</sup>            |         |  |
| Effektivitetskoef., C <sub>d</sub>                            | 0,6                          |         |  |
| T omgivelser, T <sub>a</sub>                                  | 293 K                        |         |  |
| Rom bredde, B                                                 | 23                           |         |  |
| Rom lengde, L                                                 | 35                           |         |  |
| Rom høyde, H                                                  | 9,7 m                        |         |  |
| Høyde til senter røykluke, H <sub>0</sub>                     | 10 m                         |         |  |
| Luft densitet, ρ <sub>0</sub>                                 | 1,2 kg/m <sup>3</sup>        |         |  |
| Tyngdekraft, g                                                | 9,81 kg/m <sup>2</sup> s     |         |  |
| Spesifikk varmekapasitet, C <sub>p</sub>                      | 1 kJ/kgK                     |         |  |
| Varmegjennomgangskoef. for overflater, h                      | 0,014326 kW/m <sup>2</sup> K |         |  |
| <b>Beregnete input data</b>                                   |                              |         |  |
| Areal av overflater i kontakt med røyksjiktet, A <sub>w</sub> | 1025,4 m <sup>2</sup>        |         |  |
| <b>Beregnete data</b>                                         |                              |         |  |
| Forbrenningshastighet m* = m* <sub>p</sub>                    | 30,63 kg/s                   |         |  |
| Trykkdifferanse over innluftsåpningen, ΔP <sub>i</sub>        | 1,74 Pa                      |         |  |
| Temperatur i røyksjiktet, T <sub>g</sub>                      | 342,20 K                     | 69,05 C |  |
| Densitet i røykgasslag, ρ <sub>g</sub>                        | 1,03 kg/m <sup>3</sup>       |         |  |
| <b>Nødvendig åpningsareal</b>                                 | <b>25,80 m<sup>2</sup></b>   |         |  |

## FORMLER RØYKVENTILASJON

Nedenfor presenteres formler som er benyttet for å beregne røyklagets tykkelse og temperatur, hentet fra ref. [21]. Yamana-Tanaka modellen er en iterativ prosess hvor høyde opp til underkant av røyklaget,  $z$ , først gis en antatt verdi. Deretter benyttes formlene som er vist nedenfor. Til slutt sjekkes om  $\dot{m} \approx \dot{m}_e$ , hvis ikke gis  $z$  en ny verdi. Prosessen fortsettes til  $\dot{m} \approx \dot{m}_e$ .

### Beregning av strømningsrate for masse:

$$(1) \quad \dot{m} = \dot{m}_p = 0,21 \left( \frac{\rho_a^2 g}{c_p T_a} \right)^{1/3} \dot{Q}^{1/3} z^{5/3}$$

der:

$\dot{m}_p$  = raten av massestrømmen inn i røyklaget [kg/s]

$\rho_a$  = tetthet til omgivende luft [kg/m<sup>3</sup>]

$g$  = tyngdekraft [kg/m<sup>2</sup>s]

$c_p$  = spesifikk varmekapasitet til luft [kJ/kgK]

$T_a$  = temperatur til omgivende luft [K]

$\dot{Q}$  = konvektiv andel av total branneffekt [kW]

$z$  = høyde opp til underkant av røyklag [m]

### Beregning av trykkdifferanse over innluftsåpning:

$$(2) \quad \Delta P_1 = \frac{\dot{m}^2}{2\rho_a (C_i A_i)^2}$$

der:

$C_i$  = effektivitetskoeffisient, tilluft

$A_i$  = tilluftsareal [m<sup>2</sup>]

### Beregning av røyklagets temperatur

$$(3) \quad T_g = T_a + \frac{\dot{Q}}{c_p \dot{m}_e + h A_w}$$

der:

$\dot{m}_e$  = strømningsrate av masse ventilert ut [kg/s]

$h$  = konvektiv varmeovergangskoeffisient for overflater [kW/m<sup>2</sup>K]

$A_w$  = arealer av overflater i kontakt med røyklaget [m<sup>2</sup>]

### Beregning av røyklagets tetthet

$$(4) \quad \rho_g = 353/T_g$$

### Beregning av strømningsrate av masse ventilert ut

$$(5) \quad \dot{m}_e = C_u A_u \sqrt{2\rho_g - \Delta P_1 + (\rho_a - \rho_g)g(H_E - z)}$$

der:

$C_u$  = effektivitetskoeffisient, takluker

$A_u$  = taklukeareal

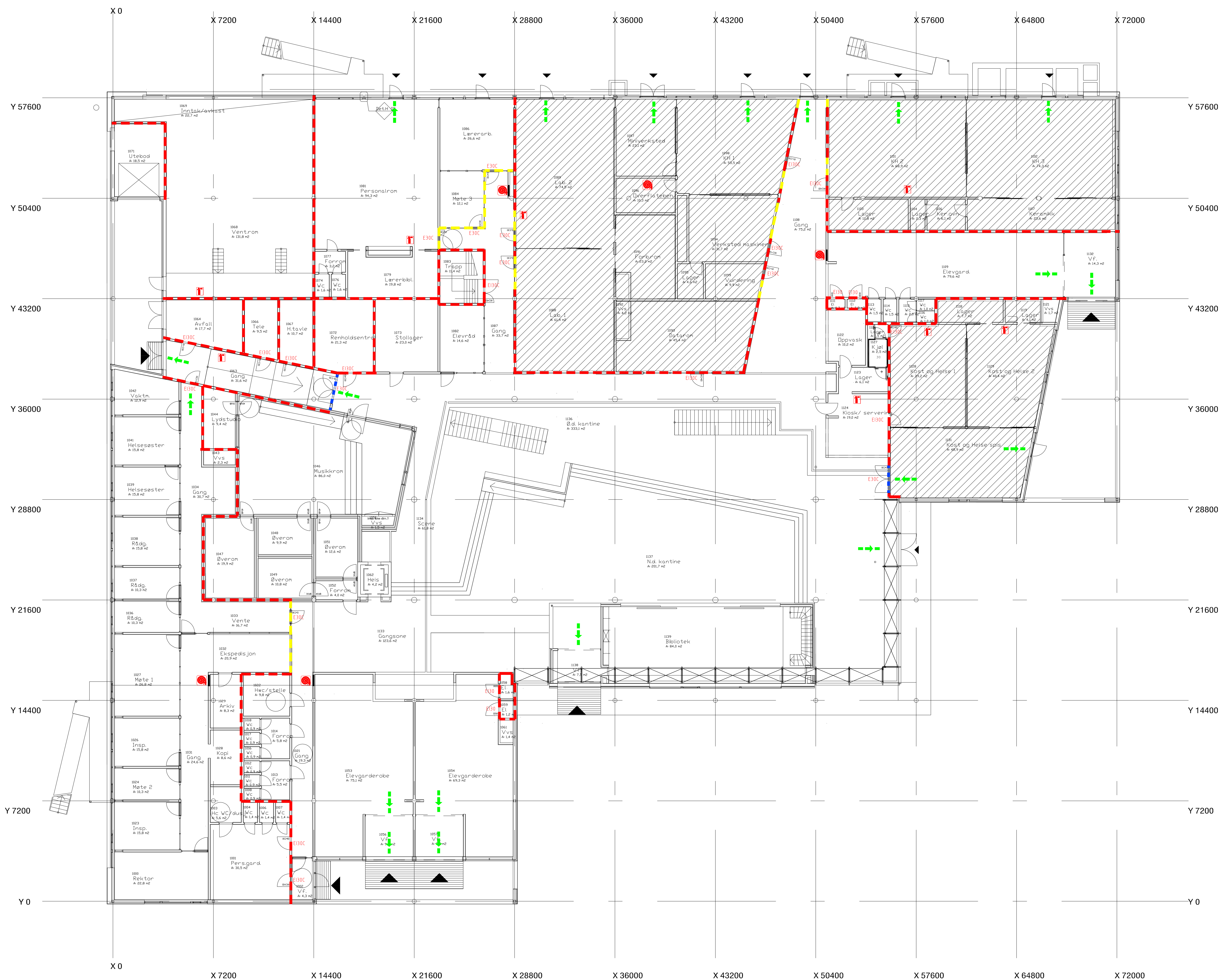
$H_E$  = romhøyde

## VEDLEGG C

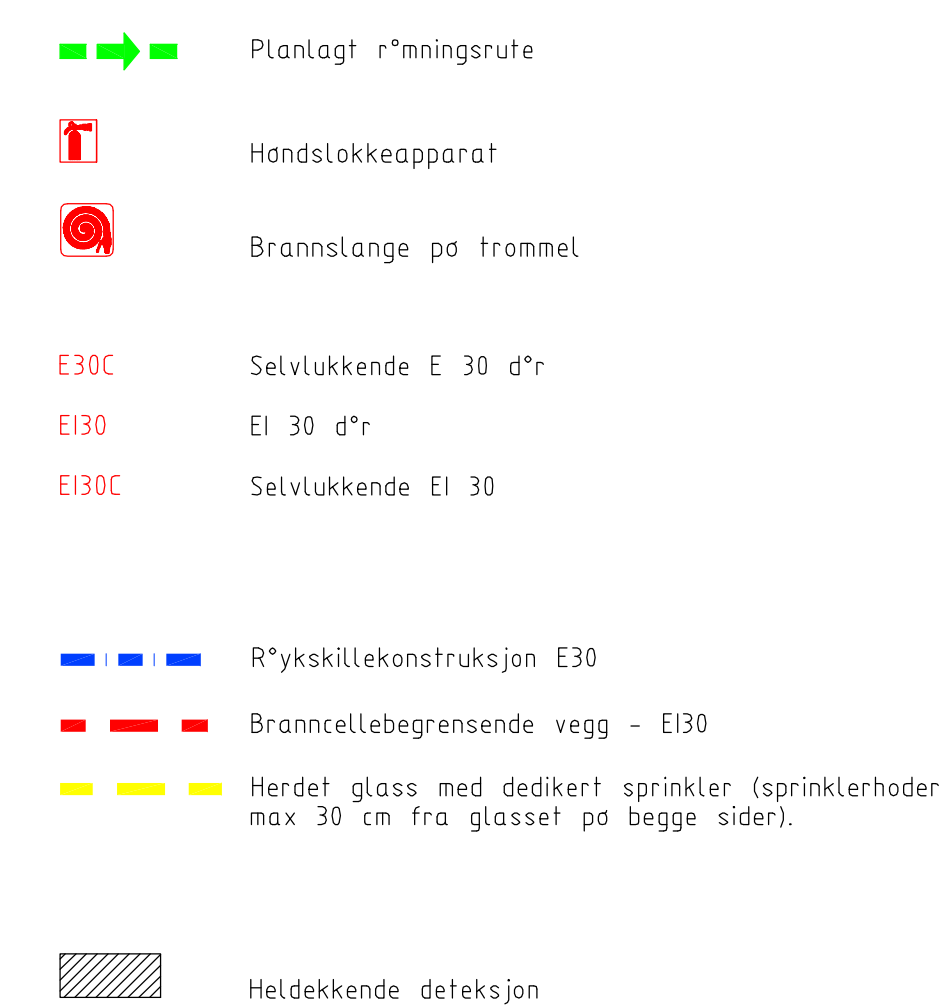
## REFERANSELISTE

I rapport med vedlegg er det henvist til etterfølgende referanser.

1. Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997. (TEK)
2. Veiledning til Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997 og 3. utgave. (REN)
3. Forskrift om offentlige arkiv av 11.12.1998
4. Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver av 14.juni 2002 (Brann- og eksplosjonsvernloven)
5. Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn av 26.juni 2002 (Forebyggendeforskriften) med veiledning (utkast)
6. Byggforskserien byggdetaljblad: 520.342 Gjennomføring av kabler og rør i brannskiller
7. Byggforskserien byggdetaljblad: 520.346 Oppheng av tekniske installasjoner
8. Byggforskserien byggdetaljblad: 520.351 Branntekniske krav til ventilasjonsanlegg
9. Melding HO-2/98 "Brannalarm - Temaveiledning" Statens bygningstekniske etat. Februar 1998
10. Melding HO-1/99 Sprinkler – Temaveiledning. Statens bygningstekniske etat. Februar 1999
11. NBI Byggdetaljblad 327.105 Ledesystem for rømning
12. Nødllys og ledesystem. 5.utgave 2002. Norsk veiledning til NS-EN 1838 fra Lyskultur
- 13 Byggforskserien byggdetaljblad: 520.333 Brannbelastning i bygninger. Beregninger og statistiske verdier.



## Branntekniske symboler



Bygget skal fullsprinkles

Fellesareal, rømningsveier og tekniske rom skal defekteres

Sjakter skal tettes i dekket.

|                  |  |                     |               |        |          |      |
|------------------|--|---------------------|---------------|--------|----------|------|
| REVISION:        |  | DATO                |               | TEGN   | KONT.    | REV. |
| BREV:            |  | TEGNINGSTYPE        |               |        |          |      |
| KIPPERMOEN SKOLE |  | BRANNTEGNING        |               |        |          |      |
| 1 ETC.           |  |                     |               |        |          |      |
| EIER:            |  | TEGN:               | DATO:         | KONT.: | DATO:    |      |
|                  |  | HBM                 | 23.11.05      | EGAL   | 23.11.05 |      |
|                  |  | FORMAT:             | MÅLSTØRRELSE: |        |          |      |
|                  |  | A0                  | 1:100         |        |          |      |
| PROJEKTERENDE:   |  | KUNDE/PROSJEKT NR.: |               |        |          |      |
|                  |  | 30820/203554-01     |               |        |          |      |
|                  |  | TEGN. NR.           |               |        |          | REV. |
|                  |  | 203554-01           |               |        |          |      |



# NOTAT

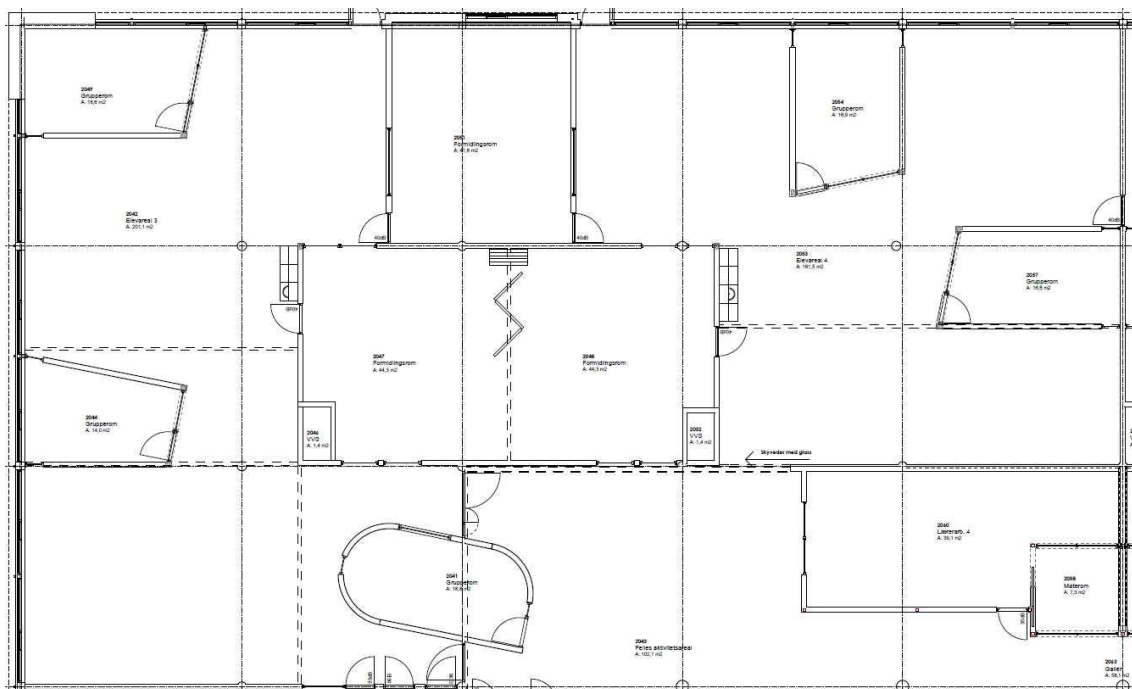
|                                                            |                                  |                                   |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| OPPDAG<br>Kippermoen ungdomsskole, vurdering av lydforhold | OPPDAGSLEDER<br>Kjell Olav Aalmo | DATO<br>12.03.2014                |
| OPPDAGSNUMMER<br>375020                                    | OPPRETTET AV<br>Kjell Olav Aalmo | KVALITETSKONTROLL<br>Bernt Heggøy |

## Kippermoen ungdomsskole, vurdering av akustiske forhold ved ombygging av undervisningsrom.

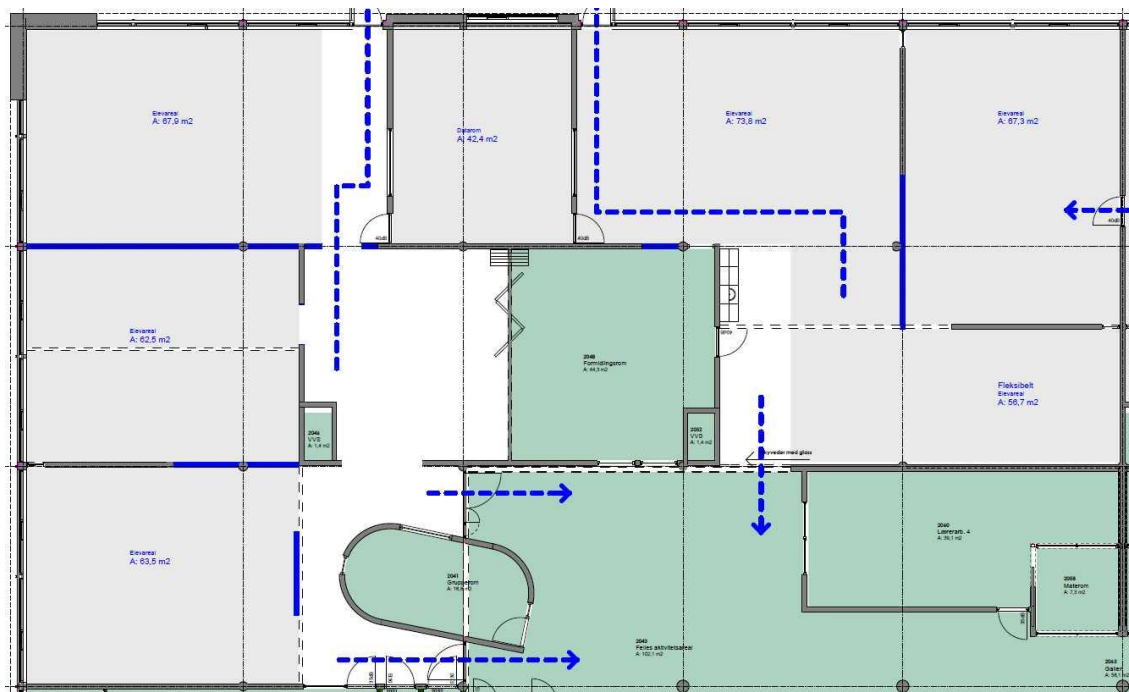
### Situasjon

Kippermoen ungdomsskole har i dag store åpne undervisningsrom/undervisningslandskap med enkelte grupperom. Eksisterende himling er systemhimling med antatt god lydabsorpsjon (lydabsorpsjonsklasse A), jf beskrivelser fra 2004/2005. Himlingshøyde varierer noe, men for undervisningsrommene er det angitt 3,3 m himlingshøyde på himlingsplan. Det er antatt harde og lydreflekterende overflater som gips, glass o.l på veggene i dagens situasjon.

Under er det vist utklipp av eksisterende plan, på plan 2.



Det er ønske fra byggherre om å avdele undervisningslandskapet og etablere mer tradisjonell klasseromsundervisning. Det er utarbeidet et forslag der nye vegger er satt inn og grupperommene fjernet. For å beholde eksisterende brannkonsept for bygget, kreves imidlertid at rømningsveiene er åpne. Dvs at det ikke kan settes inn dører mellom korridor/fellesgang og undervisningsrom. Utsnitt av forslag, plan 2, er vist under der nye vegger er markert med blått, og rømningsvei via åpninger er vist med stiplede blå linje.



## Vurdering av lydforhold i ny situasjon i forhold til eksisterende situasjon

Merk at åpningene mellom rommene «punkterer» lydskilte mellom rommene og en vil ikke kunne oppfylle de kvalitetskravene («preaksepterte» grenser) som TEK angir for lydisolasjon mellom undervisningsrom. Det er derfor her vurdert om ny situasjon kan gi bedre undervisningsforhold sett i forhold til eksisterende situasjon med undervisningslandskap og hvilke tiltak som bør utføres for å forbedre situasjonen.

For å få tilfredsstillende situasjon for undervisning, gruppearbeid og lignende, må en sikre at aktiviteter i ett område ikke forstyrrer andre aktiviteter i andre områder. Gruppearbeid, forelesning/undervisning ved kateter o.l aktiviteter er typiske situasjoner i elevarealene, mens i korridor/fellesgang o.l vil en kunne forvente en del passeringer med dertil samtaler o.l.

I denne situasjonen er det derfor viktig å utføre tiltak som gir størst mulig demping av lyd mellom rommene. Dette kan være tiltak i form av lydabsorberende overflater, avstand mellom åpninger og størrelse på åpninger inn til elevarealene.

Merk at når det settes opp vegger og lages korridor/felles gang der en tidligere hadde et åpent landskap, vil personer i tilstøtende rom (korridor/fellesgang, samt andre elevarealer/klasserom)

2 (4)

NOTAT  
12.03.2014

være mindre klar over hva som skjer i andre rom og derfor ta mindre hensyn. Men selv om det ikke lenger er undervisningslandskap, må en fremdeles ta minst like mye hensyn som tidligere pga åpningene mellom rommene. Det er derfor viktig å ha generelle bestemmelser om å vise hensyn i undervisningstid.

#### *Himling:*

Eksisterende himling ønskes beholdt. Dette vil si at nye vegger vurderes ført opp til eksisterende himling slik at himling, hulrom med tekniske installasjoner o.l er gjennomgående mellom rommene. Dette kan svekke lydisolasjonen ytterligere i forhold til åpning via felles gang.

Dersom det ikke utføres ekstra lydabsorberende tiltak viser orienterende beregning at lydnivå i nærliggende elevrom kan være over  $L_{p,A,T} = 50$  dB forutsatt tale med hevet stemme i inntilliggende elevrom, dvs. et nivå  $L_{p,A,T} = 58 - 62$  dB i undervisningsrommet. Dette gir en omtrentlig «avstandsdemping»/lydreduksjon mellom rommene på 8 – 12 dB. Minst demping får en der åpninger mot korridor ligger nær hverandre (kort avstand), samt størrelse på åpning. Det er her ikke medregnet bidrag over den gjennomgående himlingen som kan øke lydnivået ytterligere.

Vurdering: Med en avstandsdemping på kun 8 – 12 dB mellom inntilliggende rom er det vurdert at normal undervisning vil gi forstyrrelser i inntilliggende rom. Lydforholdene er derfor ikke tilfredsstillende i forhold til bruken uten ekstra tiltak.

### **Vurdering av tiltak/tiltaksforslag.**

#### *Tiltak over vegg:*

I prinsippet vil en gjennomgående systemhimling (med mineralullplater) med hulrom over gi stor svekkelse av lydisolasjonen mellom rommene. Dette kommer i tillegg til åpningen via korridor/fellesgang. Den beste løsningen angående lydisolasjon vil normalt være å føre vegg helt opp til tak (bryte himlingen). Lydisolasjonen vil da imidlertid begrenses av åpningene via korridor/fellesgang.

Dersom det skal gjøres minst mulig inngrep på eksisterende himling, anbefales derfor at det monteres skjørt over vegg (Ecophon Combison Barrier, Rockfon «Soundstop» eller lignende produkter). Tilslutningen mellom ny vegg og eksisterende gjennomgående systemhimling er en svakhet som må vurderes nærmere. Det antas at profiler eller lignende må monteres i eksisterende himling som ny vegg føres opp mot.

#### *Lydabsorberende tiltak i fellesarealer:*

Dersom det forutsettes at alt tilgjengelig veggareal i korridor/fellesgang er lydabsorberende, viser en orienterende beregning at lydnivå i inntilliggende rom kan reduseres til ca  $L_{p,A,T} = 40 - 45$  dB med samme forutsetning som tidligere (tale med hevet stemme i inntilliggende elevrom). Orienterende beregning viser en lydreduksjon mellom rommene på rundt 15 - 20 dB. Minst reduksjon får en der åpninger mot korridor ligger nær hverandre (kort avstand), samt ved større åpninger. Merk at dette er teoretisk og i beste tilfelle, og en må regne med at en del av

veggarealet ikke kan benyttes til lydabsorberende overflate (dør mot andre arealer, vindusflater, tekniske installasjoner osv). Merk også at dette forutsetter tiltak over nye skillevegger slik at lydoverføring over himling (flanketransmisjon) ikke bidrar til økt lydnivå.

Vurdering: Med en lydreduksjon ned mot 20 dB mellom inntilliggende rom vil tale fremdeles være godt hørbart fra inntilliggende rom og en kan oppfatte hva som blir sagt dersom det generelle støynivået ellers er stille. Når undervisningen pågår, vil denne dominere i forhold til lyd fra naborom, men dette er likevel ikke noen ideell situasjon og undervisning i naborommene vil kunne virke distraherende i de stille periodene. Dette er imidlertid en bedre situasjon enn i dagens undervisningslandskap med lydreduksjon grovt anslått til 10 – 15 dB - avhengig av avstand mellom undervisningssoner, om det benyttes skjermer og ekstra absorberer/inventar i landskapet for å redusere avstandsdempingen osv. Støyende aktiviteter i ett av elevrommene samtidig med undervisning eller arbeid i ett av de andre tilstøtende rommene bør unngås. Situasjonen kan med andre ord legge begrensninger på type aktivitet. Diskusjoner o.l. som medfører høye lydnivåer i elevrom kan forstyrre andre områder med konsentrasjonskrevende arbeid.

## Kommentar

Dersom en skal møte dagens krav til lydisolasjon mellom undervisningsrom, må det benyttes dører med god lydisolasjon og skillevegger bør føres helt opp til tak. Videre trengs lydfeller der det er gjennomgående ventilasjonskanaler i vegg. Disse tiltakene er nødvendige for å unngå begrensninger i type aktivitet i undervisningsrommene, samt aktivitet i fellesarealer og korridorer.

Montering av nye, støyskjermende veggelementer (uten dører og skjørt mot himling) i kombinasjon med økt bruk av lydabsorberer vil gjøre situasjonen noe bedre, men ikke tilfredsstillende i alle de brukssituasjonene man møter ved vanlig undervisning.

Redusert innsyn mellom undervisningsarealene kan føre til at ulike brukere viser mindre hensyn til hverandre. Man kan da vurdere å benytte vegger med glassfelt, eventuelt i kombinasjon med fleksible, lydabsorberende gardinløsninger for å opprettholde innsyn og følelse av nærhet.

Det bør kanskje også sjekkes ut om det er tillatelig å montere skyvedører av glass som åpnes automatisk ved brannalarm.