

BRANNSIKRING AV SYKEHUS.
BYGNINGSTEKNISKE LØSNINGER; SEKSJONERING
VARSLING OG SPRINKLERANLEGG SETT I RELASJON
TIL PERSONALET'S MULIGHETER FOR SLOKking
OG REDNING.

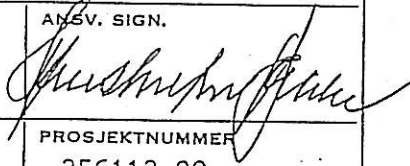
STEINAR LUNDBERG

SEPTEMBER 1981

NORGES BRANNTTEKNISKE LABORATORIUM

7034 TRONDHEIM - NTH

TLF.: (075) 95 190

RAPPORTENS TITTEL Brannsikring av sykehus. Bygningstekniske løsninger, seksjonering, varsling og sprinkleranlegg sett i relasjon til personalets muligheter for slokking og redning.	DATO 1981-09-15
	ANTALL SIDER OG BILAG 50
SAKSBEARBEIDER/FORF. Steinar Lundberg	ANSV. SIGN. 
AVDELING 25 - Norges branntekniske laboratorium	PROSJEKTNUMMER 256112.00

OPPDRAGSGIVER NTNF v/styringsutvalget Brann og Bygg	OPPDR. GIVERS REF. NTNF-nr.: 1049-05444/03
--	--

EKSTRAKT <p>Betydningen av opplæring, varsling, seksjonering, bygningstekniske løsninger og sprinkleranleggs innvirkning på personalets muligheter for slokking og redning er vurdert. Grunnlaget for vurderingen er erfaringer fra 16 sykehus og sykehjemsbranner i Norge, Sverige, USA og Canada. Rapporten konkluderer med at personalets opplæring og trening er helt nødvendig for å få en effektiv slokke- og redningsinnsats. Ellers har tidlig varsling og seksjonering av røyk stor betydning for innsatsen. Byggetekniske løsninger og sprinkleranlegg innvirker ikke i så stor grad på personalets slokke- og redningsinnsats.</p>

3 STIKKORD

Brann i sykehus
Personalets innsats
Redning

Fire in hospitals
The staffs action
Rescue

INNHOOLD

	side
1. INNLEDNING	1
2. SAMMENDRAG	2
3. ERFARINGER FRA ANALYSERTE SYKEHUS- OG SYKEHJEMS- BRANNER I NORGE	4
3.1 Alstahaug Sykehjem, Sandnessjøen	4
3.1.1 Beskrivelse	4
3.1.2 Erfaringer	5
3.2 Reitgjerdet Sykehus, Trondheim	6
3.2.1 Beskrivelse	6
3.2.2 Erfaringer	7
3.3 Gullhella Sykehjem, Asker	8
3.3.1 Beskrivelse	8
3.3.2 Erfaringer	9
3.4 Lillehammer Fylkessykehus	10
3.4.1 Beskrivelse	10
3.4.2 Erfaringer	11
4. ERFARINGER FRA SYKEHUS- OG SYKEHJEMSBRANNER I UTLANDET	12
4.1 Gävle Sykehus, Sverige	12
4.1.1 Beskrivelse	12
4.1.2 Erfaringer	12
4.2 Sankt Eriks Sykehus, Stockholm, Sverige	14
4.2.1 Beskrivelse	14
4.2.2 Erfaringer	14
4.3 Södertälje Sykehus, Sverige	16
4.3.1 Beskrivelse	16
4.3.2 Erfaringer	16
4.4 Sykehus- og sykehjemsbranner i USA	17
4.4.1 Branner analysert i prosjektet: "The Deter- mination of Behavior Response Patterns in Fire Situations"	17
4.4.2 Fire sykehusbranner som er blitt analysert i "Fire Journal"	20
4.5 Sykehjemsbrann i Canada	22

	side
5. FORSØK MED SPRINKLERANLEGG I PASIENTROM	24
5.1 Beskrivelse av forsøkene	24
5.2 Resultater	29
6. PERSONALET'S MULIGHETER FOR SLOKKING OG REDNING	33
6.1 Betydning av opplæring	33
6.2 Betydning av varsling	34
6.3 Betydning av byggetekniske løsninger	36
6.4 Betydning av seksjonering	38
6.5 Betydning av sprinkleranlegg	40
7. DISKUSJON	42
8. KONKLUSJONER	45
9. LITTERATURREFERANSER	47

1. INNLEDNING

"En forskningsoppgave vil derfor være å utrede betydningen av bygningstekniske løsninger, av varsling, sprinkler og seksjonering sett i forhold til den opptreden og de muligheter opplært personell har til å evakuere truede personer, slukke brann eller hindre brannspredning inntil et ytre brannvesen kan komme til hjelp". (Sitat fra et notat av prof. Esben J. Thrane [24])

Denne rapporten er sammen med SINTEF rapport STF25 A80005: "Branner; systematisering og analyse. Delrapport 2. Sykehus- og sykehjemsbranners tidlige fase", et forsøk på å løse den forannevnte oppgaven.

Denne rapporten bygger delvis på egne forskningsresultater fra Norges branntekniske laboratorium og delvis på forskningsresultater og erfaringer fra Sverige og USA. De sistnevnte resultater og erfaringer er hentet fra rapporter og tidsskriftartikler.

2. SAMMENDRAG

Betydningen av opplæring, varsling, seksjonering, bygnings-tekniske løsninger og sprinkleranleggs innvirkning på personalets muligheter for slokking og redning er vurdert. Grunnlaget for vurderingen er erfaringer fra 16 sykehus og sykehjemsbranner i Norge, Sverige, USA og Canada.

I kapittel 3 og 4 er hver brann kort beskrevet og erfaringer som er gjort etter brannen nevnt.

I kapittel 6 er betydningen av hver enkelt faktor vurdert på bakgrunn av opplysningene fra de 16 brannene.

Kapittel 5 inneholder forskningsresultater fra endel fullskala brannforsøk i pasientrom som hadde installert sprinkleranlegg. Disse resultatene er også vurdert i kapittel 6.

I kapittel 7 diskuteres og sammenholdes vurderingene og kapittel 8 gir følgende konklusjoner:

- Det er nødvendig at personalet har opplæring både teoretisk og praktisk for å kunne gjøre en effektiv rednings- og slokkeinnsats.
- En kan ikke regne med at et ulært og/eller utrenet personale kan gjøre en effektiv rednings- og slokkeinnsats.
- Varsling til personalet er av stor betydning. Jo tidligere et trenet personale blir oppmerksom på brannen, jo større er mulighetene for en effektiv rednings- og slokkeinnsats.
- Personalet bør være i startbrannrommet senest 3 minutter etter antennelse dersom de skal ha rimelig mulighet for å slokke en startbrann og/eller redde ut pasienter. For å komme så raskt til startbrannrommet, bør brannalarmanlegget ha røykdetektorer.

- Seksjonering mot røyk har stor positiv betydning for personalets muligheter for slokking og redning. Det er oftest røykspredningen som hindrer personalet i dets redningsarbeid.
- I de fleste brannene brenner det kun i startbrannrommet, og det er røykspredningen derfra som må begrenses. Det er derfor viktig med tette dører som slutter godt til karmen og som er lukket eller blir lukket i brannens første fase.
- Dører, luker og spjeld som til vanlig står åpne i korridorer, sjakter og kanaler bør lukke automatisk ved røykdeteksjon.
- Ubrennbare kledninger, skillevegger med stor brannmostandstid og stor takhøyde virker positivt inn på personalets muligheter for slokking og redning.
- Et sprinkleranlegg slokker en startbrann, men dersom døren til korridoren står åpen, øker røykspredningen ut av rommet når sprinkleranlegget aktiveres. Dersom døren er lukket, vil et sprinkleranlegg ha stor positiv betydning for personalet i og med at det slokker brannen og personalet kan konsentrere seg om evakueringen. Med åpen dør ut til korridoren vil et sprinkleranlegg virke negativt inn på de muligheter personalet har til å evakuere pasienter.

3. ERFARINGER FRA ANALYSERTE SYKEHUS- OG SYKEHJEMSBRANNER I NORGE

Ved Norges branntekniske laboratorium er det blitt analysert 4 branner/branntilløp i sykehus/sykehjem. Det er brannene ved Alstahaug Sykehjem, Sandnessjøen, 1979-03-16, Gullhella Sykehjem, Asker, 1979-11-06, Lillehammer Fylkessykehus, 1980-01-12 og branntilløpet ved Reitgjerdet Sykehus, Trondheim, 1979-10-12. Disse analysene er detaljert beskrevet i rapporter fra Norges branntekniske laboratorium |1| og |2|.

3.1 Alstahaug Sykehjem, Sandnessjøen

3.1.1 Beskrivelse

Brannen ved Alstahaug Sykehjem (1979-03-16) krevde 14 menneskeliv, og den materielle skaden beløp seg til 2,5 mill.kr.

Bygningen var en enetasjes bygning som sto ferdig høsten 1978. Alle innvendige flater var kledd med tennvernende kledning, stenderverket var av stål og isolasjonsmaterialet var steinull. Bygget hadde ventilert takkonstruksjon av tre med luftespalter langs raftet.

Sykehjemmet hadde kun et manuelt varslingsanlegg som ga intern alarm.

Betjeningen som var på vakt (3 pleiere), hadde ikke hatt brannøvelse, og de kjente ikke til noen branninstruks.

Brannen startet i en seng med madrass av mykt umodifisert polyuretanskum og med bomullstekstiler. Røyken spredde seg hurtig ut i korridoren gjennom døra som ble stående åpen under hele brannen. Videre spredde den seg langs hele korridoren

(korridorsskilledørene sto åpne) og inn på andre pasientrom. Brannen spredde seg opp til loftet via vinduet og luftespaltene langs raftet.

3.1.2 Erfaringer

Personalets handling

Personalet handlet irrasjonelt etter oppdagelsen av brannen. Døra inn til arnestedet ble ikke lukket. Dette var av stor betydning for røykspredningen. Varsling til brannvesen ble gitt via bestyrerinnen og ikke direkte. Personalet på vakt hadde ikke hatt brannøvelser og de kjente ikke til noen branninstruks. Det er grunn til å tro at systematisk trening etter utarbeidet instruks for slokking og redning ville ha hjulpet personalet til en riktig handlemåte.

Brennbart innhold

Bruk av meget brennbare og sterkt røykutviklende materialer/stoffer på rommene var av kritisk og avgjørende betydning for brannens start og forløp.

Automatisk varslingsanlegg

Automatisk varslingsanlegg med røykdetektorer hadde alene ikke forandret brannens forløp og resultat noe særlig. Dette skyldes de rådende omstendigheter forøvrig, såsom brannvesenets lange innsatstid og personalets manglende instruks og trening. Et varslingsanleggs fortreffelighet er avhengig av de varslede instansers reaksjon.

Brannspredning

Brannen spredde seg raskt ut gjennom vinduet og opp i takkonstruksjonen via luftespaltene langs raftet. Hele loftseksjonen ble utbrent, brannen på loftet ble stoppet ved loftseksjoneringsveggen som gikk opp til taktekkingen.

I grunnplanet spredde brannen seg kun til forgangen til naborommet på grunn av B-60 døra som falt inn i brannrommet.

Veggene var oppbygd av dobbelt stenderverk av stålprofiler, doble 13 mm gipsplater på begge sider og isolert med steinull. I himlingen var det også doble gipsplater (13 mm + 9 mm), her var gipsplatene festet til spikerslag av tre. Veggene ble ikke gjennombrant. I startbrannrommet var gipsplatene ødelagt, men steinulla var ikke synlig påvirket. Himlingen ble gjennombrant fra oversiden i slutfasen av brannen.

Røykspredning

Røyken spredde seg ut i korridoren via den åpne døra til startbrannrommet. Skilledørene i korridoren var også åpne og røyken spredde seg i hele korridorens lengde. En del av pasientrommene hadde åpne dører til korridoren og fikk dermed røyken straks inn på rommet. Åpne dører var den vesentligste røykspredningsvegen i denne brannen. Røyken spredde seg også forbi lukkede dører, men dette tok lengre tid.

3.2 Reitgjerdet Sykehus, Trondheim

3.2.1 Beskrivelse

I branntilløpet ved Reitgjerdet Sykehus (1979-10-12) ble ingen personer skadet og de materielle skadene var minimale.

Sykehuset var en fleretasjes eldre bygning i mur. Alle inn-

vendige flater i pasientrommene var ubrennbare.

Alle rom hadde automatisk varslingsanlegg med termodetektorer og direkte varsling til brannvesenet.

Brannen oppsto i ei seng med madrass av mykt umodifisert polyuretanskum og tekstiler av bomull. Brannen ble oppdaget på et tidlig stadium av en pleier som skulle inn i rommet. Det var da ingen pasienter på rommet. Han får varslet avd. pleieren som griper et vatnapparat, løper inn og får slokket brannen før røyken tvinger han ut av rommet. I det samme gir termodektoren alarm.

3.2.2 Erfaringer

Personalets handling

Personalet handlet hurtig og korrekt, de holdt dørene ut til korridoren lukket og slokket brannen i startfasen. De hadde riktignok litt flaks i og med at brannen ble oppdaget før varsling av brannalarmanlegget. Personalet hadde brannvernøvelse en gang pr. år og de hadde faste instruksjoner for hva som skulle gjøres i tilfelle brann.

Røykspredning

Det var svært liten røykspredning ut til korridoren. Dette skyldes blant annet at personalet holdt dørene lukket, og den store takhøyden i pasientrommet som fungerte som et røykreservoar.

Brennbart innhold

Sengeutrustningen var av meget brennbare og lettantennelige materialer. Madrassen hadde også stor røykproduksjonsevne. Dette gjorde at slokkearbeidet med et 10 l vatnapparat var nær

ved å mislykkes. Pleieren ble tvunget ut av røyken i rommet i samme øyeblikk som madrassen var slokt.

3.3 Gullhella Sykehjem, Asker

3.3.1 Beskrivelse

Brannen ved Gullhella Sykehjem (1979-11-06) krevde 5 menneskeliv. De materielle skadene beløp seg til 4,1 mill.kr.

Bygningen var en gammel toetasjes trebygning med loft og kjeller. Bæreveggene var tømrede, og loftet var luftet langs raftet. Veggene var kledd med trepanel og papp, tapesert eller malt i pasientrom og oppholdsrom.

Sykehjemmet hadde automatisk varslingsanlegg med termodetektorer og direkte varsling til brannvesenet.

Betjeningen på vakt, 2 pleiere, hadde ikke hatt brannvernøvelse og kjente ikke til noen instruks i tilfelle brann.

Brannen startet i et TV-apparat i oppholdsrommet i 2. etasje. Varslingsanlegget ga meget rask alarm. Betjeningen visste ikke hva som skjedde da alarmen gikk. Da de oppdaget at det var brannalarmen, ringte den ene til brannvesenet (som var varslet direkte og var på veg), mens den andre gikk opp til 2. etasje. Her fikk hun se røyk som veltet ut av den åpne døra fra TV-rommet. Hun løp da ned trappa og betjeningen begynte å evakuere pasientene ut fra 1. etasje. Brannvesenet ankom 5 minutter etter alarm og tok ut pasientene i 2. etasje, 5 av dem var da omkommet. Hele korridoren i 2. etasje var da fylt med røyk og brannen hadde spredd seg til loftet.

3.3.2 Erfaringer

Personalets handling

Personalet handlet irrasjonelt etter at alarmen gikk. Først ble det kastet bort verdifull tid med å finne ut hva som skjedde. Dernest ble ikke døra til startbrannrommet lukket. Dette var av stor betydning for røykspredningen. De minst truede pasienter ble reddet ut først. Personalet hadde ikke hatt noen brannvernøvelser og de kjente ikke til noen instruks.

Røykspredning

Døren til startbrannrommet sto åpen under hele brannen og dette var årsaken til den hurtige røykspredningen ut i korridoren. Dessuten var korridorskilledørene klosset fast i åpen stilling slik at hele korridoren uhindret kunne fylles med røyk. Fra korridoren spredde røyken seg inn på pasientrommene.

Brannspredning

Brannen spredde seg til loftet via vinduene og luftespaltene under raftet. I 2. etasje spredde den seg til naborommet via gjennombrenning av uisolert innervegg og ut i korridoren via den åpne døra.

Brennbare kledninger i oppholdsrom

De brennbare kledningene bidro til en mer intens brann p.g.a. en raskere overtenning i rommet. I dette tilfelle ville ikke ubrennbare kledninger betydd endring i skadeomfanget så lenge døra ut til korridoren var åpen. Med denne døra lukket og ubrennbare kledninger ville skadeomfanget m.h.t. menneskelig blitt radikalt endret. De materielle skadene ville imidlertid ikke blitt vesentlig forandret.

Varsling

I denne brannen gikk alarmen meget hurtig, slik at en røyk-detektor ikke ville ha forandret situasjonen radikalt for betjeningen.

3.4 Lillehammer Fylkessykehus

3.4.1 Beskrivelse

Brannen ved Lillehammer Fylkessykehus (1980-01-12) forårsaket små personskader og de materielle skadene var også ubetydelige.

Høyhuset på sykehusområdet hadde 12 etasjer og var i plasstøpt betong. Himlingen var nedforet med ubrennbare himlingsplater. Veggoverflatene var pusset og malt.

Sykehuset hadde automatisk varslingsanlegg med termodetektorer og direkte varsling til brannvesenet.

Brannen startet i en seng som hadde madrass av mykt umodifisert polyuretanskum og tekstiler av bomull/polyester (50/50). Brannen ble oppdaget av pasienten i nabosenga som fikk varslet betjeningen. To pasienter kom seg ut ved egen hjelp. De to andre ble tatt ut av pleierne. Pleierne forsøkte å slokke med vatn, men mislyktes. De trakk seg så ut i korridoren og lukket døra etter seg. Brannalarmen gikk mens evakueringen av rommet pågikk. På grunn av at døra var åpen en stund, ble korridoren røykfyllt slik at pasientene måtte evakueres forbi korridor-skilledørene.

3.4.2 Erfaringer

Personalets handling

Alle pleierne på vakt (4 stk.) hadde hatt brannverntrening på sin egen avdeling etter utarbeidet instruks. Pleierne handlet raskt og korrekt. De fikk evakuert pasientene, de prøvde å slokke, det mislyktes, men de lukket døra inn til brannrommet.

Brennbart innhold

Madrassen og sengetøyet i senga som brant var av meget brannbare og lettantennelige materialer. Madrassen hadde også stor røykproduksjonsevne. Ellers var det lite brennbare materialer i pasientrommet.

Røykspredning

Røyken spredde seg ut til korridoren hovedsaklig mens døra til brannrommet sto åpen. Det kom også røyk ut gjennom døra etter at den var lukket, men da i betydelig mindre mengder. Videre spredde røyken seg langs korridoren, og det kom litt røyk forbi korridorskilledørene da disse periodevis ble åpnet for gjennomgang.

Varsling

Brannalarmanlegget detekterte brannen omkring 2 minutter etter at brannen ble oppdaget. Pleierne karakteriserte redningsarbeidet som vanskelig, så dersom de var blitt varslet av brannalarmanlegget, ville situasjonen ha vært enda mer kritisk. Dette viser betydningen av tidlig varsling.

4. ERFARINGER FRA SYKEHUS- OG SYKEHJEMSBRANNER I UTLANDET

4.1 Gävle Sykehus, Sverige |3|,|4|

4.1.1 Beskrivelse

Brannen ved Gävle Sykehus (1974 - 11 - 15) oppsto i et lager i kjelleren i den nye delen av sykehuset (oppført i 1973/74). Det var brann i noen avfallssekker. Tross i at brannen var meget begrenset i omfang var den intensiv og utviklet store varme- og røykmengder. Følgen ble at flere avdelinger og hele bygninger måtte evakueres, og på en avdeling ble røykskadene så store at driften var avbrutt i to uker.

4.1.2 Erfaringer

Personalets handling

4 avdelinger på sykehuset måtte evakueres. Personalet hadde dårlig med trening og ingen evakueringsplan, så de måtte improvisere under rømningen. Evakueringen var vanskelig, både på grunn av lite trent personale, stor røykspredning og lite gjennomtenkte bygningstekniske løsninger/forandringer. Allikevel evakuerte personalet de 4 avdelingene uten at noen kom til skade.

Røykspredning

Røyken spredde seg fra startbrannrommet og ut i korridoren i kjelleren via en dør som var klosset fast i åpen stilling. I korridoren spredde den seg i ene retningen gjennom lukkede dører og inn i et trappehus og videre opp i de 4 overliggende etasjene. I den andre retningen spredde den seg gjennom en 240 meter rørgang til en nabobygning. Ingen av dørene i rørgangen var lukket, og heller ikke dørene i hovedtrapperommet. Hele den tre etasjes

nabobygningen ble fylt med røyk. Røyken spredde seg også til høyhuset på sykehusområdet, og da gjennom kjellerkorridorer og trapperom med utette dører. Alle etasjer til og med 7. måtte evakueres.

Dører

Mange av dørene var klosset fast i åpen stilling, og dette var av avgjørende betydning for røykspredningen. Ellers var flere dører forsynt med magnetholdere som var koblet til brannalarmanlegget. Men endel av disse dørene hadde ikke selvlukker slik at de fortsatt ble stående åpne. Det var også endel tofløyede dører som lukket i feil rekkefølge, slik at de ikke tettet igjen døråpningen. Dessuten var branndørene svært utette slik at det kom store mengder røyk gjennom lukkede dører. I noen rømningsveger hadde sykehuset skiftet låser i dørene uten å skifte nøkkel i nøkkelskapet ved siden av døra. Dette førte til at flere rømningsveger ble blokkert og at evakueringen ble hindret.

Gjennomføringer av tekniske anlegg

Flere av gjennomføringene i brannskiller var utette og her spredde røyken seg.

Gjennom startbrannrommet som hadde stor brannbelastning, hadde en ført livsviktige elektriske kabler samt røropplegg for oksygen, trykkluft og lystgass. Rørene sviktet og tilførte brannen rein oksygen. Dette hadde stor betydning for brannens intensitet, og brannvesenet klarte ikke å slokke brannen før rørledningene ble avstengt.

Slokkingsarbeidet

Slokkingsarbeidet ble meget vanskelig p.g.a. den store røykmengden og brannens intensivitet. I første omgang var den vanskelig å lokalisere. Brannvesenet hadde også en liten førsteutrykning p.g.a. en mengde falskalarmer i tiden forut for brannen. Etter at gassforsyningen til startbrannrommet ble avstengt ble brannen raskt slokket.

4.2 Sankt Eriks Sykehus, Stockholm, Sverige |3|,|5|

4.2.1 Beskrivelse

Brannen i Sankt Eriks Sykehus (1975-03-05) oppsto i 2. etasje i en treetasjes gammel bygning. Bygningen var ikke sikret med automatisk brannalarmanlegg. Veggene var av mur mens etasjeskillerne var trebjelkelag pusset på undersiden. Brannen startet om natta i en pasientseng, og ble oppdaget av en pasient i samme rom. Pleieren på vakt ble varslet, og hun prøvde å slokke brannen og å ta ut pasienten i senga som brant, uten å lykkes. Hun klarte ikke å alarmere over telefon og løp derfor til etasjene under og over. Døra til startbrannrommet ble stående åpen, og de andre pasientene ble tatt ut i korridoren som raskt fyltes med røyk. Skaderesultatet ble 7 omkomne og en del brannskade i bygningen.

4.2.2 Erfaringer

Personalets handling

De fleste sykepleierne som var på vakt brann-natten hadde ikke hatt noen brannvernøvelse. De visste ikke hvor slokkingsutstyret var eller hvordan de skulle bruke det. De visste ikke hvordan de skulle alarmere brannvesenet. De hadde ingen kjennskap til noen evakueringsplan.

Ingen i den bygningen der brannen herjet fikk varslet brannvesenet. Tre forsøk ble gjort, men alle mislyktes. Døra til startbrannrommet ble ikke lukket, den sto åpen under hele brannen, og forårsaket at korridoren ble røykfylt på et tidlig stadium. Det sto 2 stk. 10 l vatnapparater i etasjen der brannen startet, disse ble ikke forsøkt brukt. Det ble ikke noen fortgang i evakueringen før brannvesenet og politiet kom til åstedet.

Brennbart innhold

I tillegg til sengene som hadde madrasser og tekstiler av lett-antennelige og sterkt røykutviklende materialer, var det brennbare møbler og klesskap på pasientrommene. Pasientrommene hadde en spesifikk brannbelastning på omkring 100 MJ/m^2 omhyllingsflate.

Dører

Døra til startbrannrommet sto åpen under hele brannen og forårsaket at store mengder røyk raskt kom ut i korridoren. Flere andre dører sto også åpne, og det var stor forskjell i skaderesultatet i rom med åpne og lukkede dører.

Seksjonering

Mangel på røyk- og brannseksjonering i korridorer og trapperom hemmet redningsarbeidet betydelig.

4.3 Södertälje Sykehus, Sverige |6|

4.3.1 Beskrivelse

Brannen i Södertälje Sykehus (1979-06-06) oppsto i elektriske kabler i en tunnel. Hele elektrisitetsforsyningen og telefonforbindelsen i sykehuset ble brutt etter kort tid. Hele tunnelen fyltes med røyk, deretter spredde røyken seg til hovedtrappehuset og en annen bygning. Personalet tettet dørene mellom avdelingene og trappehuset med tape og våte håndklær for å hindre røykinn-trengning.

4.3.2 Erfaringer

Elektrisitetsforsyning

Både hovedelektrisitetskablene og nødstrømskablene lå på samme kabelbro i tunnelen. Dette førte til at brannen i kablene brøt både hovedstrøm- og nødstrømstilførselen iløpet av brannens 5 første minutter. Hele sykehuset ble uten elektrisitets-tilførsel.

Kabelgjennomføringer

Røyken fra tunnelen trengte gjennom kabelgjennomføringer som var tettet. Kabelgjennomføringene var altså ikke tettet godt nok, noe som var vanskelig å oppdage ved bare visuell inspeksjon.

4.4 Sykehus- og sykehjemsbranner i USA

4.4.1 Branner analysert i prosjektet: "The Determination of Behavior Response Patterns in Fire Situations"

"The Determination of Behavior Response Patterns in Fire Situations" var et prosjekt som ble drevet ved University of Maryland, USA. Prosjektet hadde som formål å

- 1) identifisere og analysere handlingsmønsteret til personalet i en bygning i brann, og
- 2) relatere dette handlingsmønsteret til tidligere trening, grad av påkjennning fra brannen, bygningsteknisk brannvern og til selve brannen som katastrofetilfelle.

Nedenfor følger resultatene fra fire undersøkte branner i sykehus og sykehjem som foreløpig er rapportert i prosjektet.

St. Joseph's Hospital, Philadelphia |10|, |11|

Brannen oppsto på et bad i 2. etasje i en eldre bygning. 171 pasienter ble evakuert hvorav 2 omkom av skadene.

Personalet hadde brannøvelse en gang i måneden der de drillet inn hva som skulle gjøres i tilfelle brann. Dette hadde tydeligvis hjulpet, for personalet evakuerte 36 pasienter fra brannsonen før brannvesenet ankom. Alle pasienter (171) ble evakuert i løpet av 20 minutter.

Direkte varsling til brannvesenet gjorde at det kom fram til åstedet mens brannen var forholdsvis liten. Brannvesenet hjalp da til med evakueringen som på det tidspunkt begynte å bli vanskelig for personalet.

Branndører som var lukket, hindret at røyken spredde seg til andre deler av bygningen, der pasienter fortsatt ble evakuert.

Den store takhøyden i rommene fungerte som røykreservoar, dette var meget gunstig under den første fasen av evakueringen som da kunne foregå under røyklaget.

Kensington Gardens Nursing Home |12|

Brannen oppsto i en lenestol i et pasientrom i annen etasje i en toetasjes bygning. Den ble oppdaget av personalet som lukket døra til brannrommet og fikk alarmert brannvesenet. Deretter ble alle dørene til de andre pasientrommene lukket for å hindre røykinntrengning. Dette var av avgjørende betydning for brannens skaderesultat. Personalet hadde jevnlig brannøvelser.

Vegger og tak var kledd med gipsplater, og det var bare inventaret som brant.

Dørene i korridorene sto oppe ved hjelp av magnetholdere som var koblet til optiske røykdetektorer. Dørene viste seg å være effektive, de hindret røykspredning til andre deler av bygningen.

En liten åpning i veggen til startbrannrommet over den nedforede himlingen øket røykspredningen drastisk.

University Nursing Home, Silver Spring, Maryland |13|, |14|

Personalet lukket alle dørene inn til pasientrommene unntatt den inn til startbrannrommet. Denne ble stående åpen og medførte sterk røykspredning ut i korridoren. Personalet måtte derfor rømme brannsonen etter at de hadde lukket alle de andre dørene.

I og med at dørene inn til pasientrommene var lukket, lå pasientene forholdsvis trygt selv i brannsonen. Brannvesenet evakuerte så 21 pasienter fra brannsonen, 2 omkom av påkjenningen de fikk under brannen. Personalet hadde branntrening 2 ganger pr. år.

Dørene i korridorene sto åpne ved hjelp av magnetholdere som var koblet til optiske røykdetektorer. Disse virket effektivt og hindret røykspredning til resten av bygningen.

Bygningskonstruksjonen og innvendige kledninger var av ubrennbare materialer.

National Institutes of Health Clinical Center, Bethesda, Maryland |15|

Brannen ble oppdaget av personalet i 9. etasje i et høyhus. Personalet evakuerte pasientene fra brannsonen til tross for hurtig forverret tilstand og fysisk truende omgivelser. Personalet hadde branntrening en gang pr. måned.

Døra inn til startbrannrommet ble ikke lukket og dette medførte en hurtig røykspredning ut i korridoren.

Brannseksjoneringsringen hindret brannspredning utover startbrannsonen.

Branndører hindret røykspredning til hovedtrapperommet.

Ventilasjonsystemet som brukte korridorene som returluft kanal øket tilsynelatende den vertikale røykspredningen (fra 7. - 14. etasje).

Institusjonen var plaget av en del feilalarmer som gjorde at en del av personalet ikke reagerte på denne alarmen.

4.4.2 Fire sykehusbranner som er blitt analysert i "Fire Journal"

Allegheny General Hospital, Pittsburgh |16|

Brannen oppsto i 1. etasje i den 22 etasjes høye bygningen 10 april 1977. Rommet der brannen startet var et stort elektisk bryterrom for likestrømsanlegget som tidligere hadde vært i bruk, og som nå ble ulovlig brukt som lager. Brannen ble oppdaget nesten en time etter at den startet ved at røyk kom ut av heisen i 4. etasje. Brannvesenet hadde problemer med å lokalisere brannen. 158 pasienter måtte evakueres p.g.a. den store røykspredningen fra 11. til 16. etasje. Disse pasientene ble tatt ned i etasjene av personalet. Røykspredningen skyldtes i hovedsak vertikale sjakter for elektriske kabler som gikk fra bryterrommet i 1. etasje og til etasjene over og som ikke var beskyttet på noen måte. En stor del av røyken spredde seg også via heissjaktene.

Magnolia Dormitory, Ellisville State School, Mississippi |17|

Magnolia Dormitory var en toetasjes teglstein- og betongbygning. Sykehuset hadde 63 psykiatriske pasienter fordelt på 2 sovesaler i 2. etasje av bygningen. Brannen den 9 desember 1978 oppsto i et lagerrom i 2. etasje. Den ble oppdaget omkring kl 0200 av en pasient som oppholdt seg i dagligstua og merket røyk. Tre pleiere på vakt lokaliserte brannen til et lagerrom vegg i vegg med den ene sovesalen. De lukket ikke døra til lageret, og de lukket ikke dørene til sovesalene slik at de gikk i lås. Dermed fikk en stor røykspredning ut av lageret. Røyken trengte kort tid etter inn i sovesalene. Pleierne begynte å evakuere pasientene, men etter at lyset gikk (også nødbelysningen) ble evakueringen vanskelig. Sentralbordet fikk varsel om brannen tidlig, men varslet ikke brannvesenet før 5 minutter senere. Brannvesenet hadde lite røykdykkerutstyr og dette hemmet evakueringen og slokkingen av brannen. Resultatet ble at 15 pasienter omkom av røyk- og gassforgiftning.

Pleierne hadde månedlige brannøvelser, men allikevel handlet de ikke etter instruksen. Det gjalt såvel de på vakt i 2. etasje som ikke lukket dørene, som sentralbordet som ventet med å tilkalle hjelp. Dette var av avgjørende betydning for skaderesultatet av brannen.

Touro Infirmary, New Orleans |18|

Brannen den 4 juli 1979 ble påsatt i 10. og øverste etasje i et 6 år gammelt bygg. Brannen startet i et venterom. Hverken 9. eller 10. etasje hadde sengeavdelinger. Personalet hadde jevnlig evakueringsøvelser.

Røykspredning ned i etasjene foregikk via heissjakter og et åpent trapperom. Dette medførte at 125 pasienter måtte evakueres vertikalt. Evakueringsvegen var et lukket trapperom som var fri for røyk. De brann- og røykskilledørene som var lukket, fungerte effektivt, men det var noen røykskilledører som var klosset fast i åpen stilling og de førte til øket horisontal røykspredning.

Howard University Hospital, Washington |19|

Brannen ble påtent den 10 januar 1977 med brennbare væsker i 4. etasje i en 6 etasjers bygning. Den startet i et øvingsrom for sykepleiere. Dette rommet lå i tilknytning til en sengeavdeling. Bygningen hadde automatisk brannalarmanlegg med direkte varsling til brannvesenet. Bygningen var av betong.

På grunn av brannalarmanlegget ble personalet tidlig klar over brannen. De lukket ikke døra til startbrannrommet som sto åpen og spredde mye røyk ut i korridoren, men begynte å evakuere pasienter til naborøykcellen. De klarte å evakuere alle pasientene til tross for store mengder røyk. I den røykcellen der det brant, var det ikke slangeopplegg. Da personalet gjorde forsøk på å slokke, dro de derfor en slange med seg fra

naborøykcellen. Dette gjorde at det ble en spalte mellom røyk-skilledørene der slangen ble lagt, og dermed fikk en betydelig forverret røykforhold i naborøykcellen.

Det var forholdsvis lite brannbelastning i startbrannrommet og brannen døde nærmest ut av seg selv før brannvesenet ankom. Det var ingen konstruktive skader.

4.5 Sykehjemsbrann i Canada

Extendicare Skilled Nursing Facility, Mississauga |20|

Brannen oppsto i et tosengs pasientrom i 3. etasje i den 3 etasjes høye bygningen. Bygningen hadde bærende teglsteinsvegger og etasjeskillere av stålplater og betongplater.

Innerveggene var av stålstendere og gipsplater isolert med ubrennbar isolasjon. Brannalarmanlegget var internt og hadde varmedetektorer av maksimal/differensial-typen. Brannbelastningen i startbrannrommet besto av en dobbelseng, en lenestol og et kjøleskap. Under brannøvelsene var ikke personalet blitt drillet i evakuering. Brannen krevde 25 menneskeliv, alle døde av CO-forgiftning. Kun startbrannrommet ble brannskadet, ellers var det bare røyk- og vatnskader. Ventilasjonsanlegget gikk under brannen, og det spredde ikke noe røyk.

Faktorer som bidro til å gjøre ulykken til en katastrofe:

- hurtig brannutvikling og stor røykutvikling.
- mislykket brannslukking i startfasen som igjen førte til at døra mellom korridoren og startbrannrommet ble stående åpen under resten av brannen.
- mange av dørene til de andre pasientrommene ble stående åpne.
- brannvesenet fikk alarm 12 min. etter at brannen var oppdaget.

Tre av disse fire faktorene er menneskelige feilhandlinger.
Et godt trent personale hadde etter all sannsynlighet behersket
situasjonen bedre og kunne ha redusert katastrofen betydelig.

5. FORSØK MED SPRINKLERANLEGG I PASIENTROM

Forskning og forsøk med sprinkleranleggs effektivitet har stort sett alltid vært relatert til å beskytte de økonomiske verdier i tilfelle brann. I USA er det imidlertid nylig foretatt en del forsøk ved National Bureau of Standards (NBS) med bruk av sprinkleranlegg i pasientrom. Disse forsøkene som er beskrevet i dette kapitlet er hentet fra rapportene |7| og |8|.

5.1 Beskrivelse av forsøkene

Lokalitetene

Forsøkslokalitetene var bygd opp med et $14,1 \text{ m}^2$ pasientrom (2-sengsrom) med dør ut til en korridor, i enden av korridoren var det en vestibyle. Mellom korridor og pasientrom var det en døråpning, $1,07 \text{ m} \times 2,03 \text{ m}$, døra sto åpen under alle forsøkene. Takhøyden i pasientrommet var $2,35 \text{ m}$ og i korridoren $2,44 \text{ m}$.

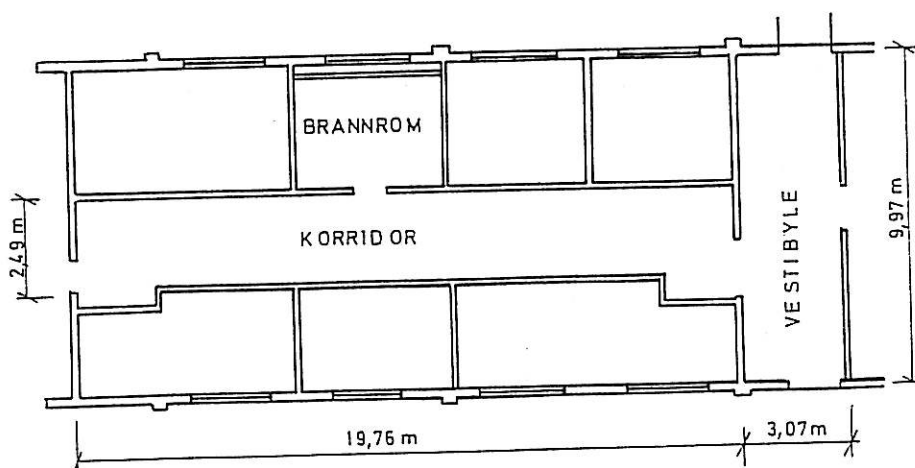


Fig. 5.1. Planskisse over forsøksarealet.

Sprinkleranlegget

Sprinklerhoder var plassert både i pasientrommet og i korridoren. Vatntettheten* på sprinklerhodet var 6,9 mm/min. Utløsnings-temperaturen var for standard: 74°C (i ett forsøk 71°C), og for hurtig: 57°C.

Det ble gjort forsøk med sprinklerhodet i taket og med sprinklerhodet plassert på veggen. Sprinklerhodene ble da plassert slik som fig. 5.2 viser. Veggspinklerhodet er plassert over døra, 20 cm fra taket.

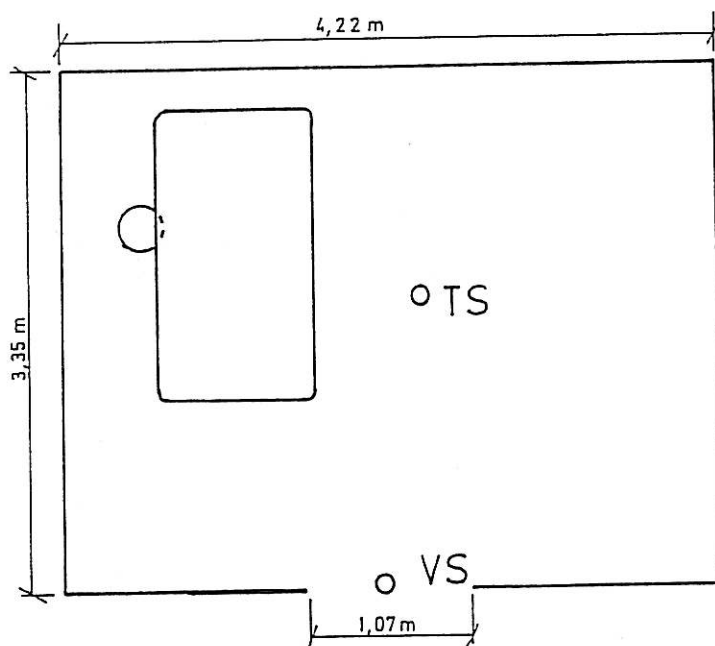


Fig. 5.2. Plassering av sprinklerhoder. TS - sprinklerhodet i taket, VS - sprinklerhodet på veggen. Plassering av seng og papirkurv.

* Vatntettheten angis i mm pr. minutt og svarer til "nedbørshøyde" i mm pr. minutt. 1 mm pr. minutt gir 1 liter vatn pr. m² pr. minutt |26|.

Brannbelastningen, startbrannen

Det var tre forskjellige startbranner:

- i) brann i seng antent av brann i papirkurv.
- ii) brann i garderobeskap av brennbare materialer antent av brann i pappeske med sammenkrøllede aviser.
- iii) brann i garderobeskap av stål antent av brann i pappeske med sammenkrøllede aviser.

Tennkilden var i alle forsøkene fyrstikk.

- i) Sengen hadde madrass (0,89 m x 2,03 m x 0,17 m), laken, stikklaken, sengeteppe og pute. Madrassen var av mykt umodifisert polyuretanskum med stålfjærer. Vekt av brennbart materiale 6 kg. Lakenet var 50/50% bomull/polyester, stikklakenet: 100% bomull, sengeteppe: 86/14% bomull/polyester, putefyllet: polyurethan og putetrekke: 100% bomull.

Totalt veide tekstilene 4,40 kg.

Papirkurven var av polyetylen og veide 0,282 kg. Den inneholdt endel papir og plastmaterialer som var sammenkrøllet og lå løst oppi kurven. Innholdet av brennbart materiale veide 0,443 kg.

- ii) Garderobeskapet var laget av 12 mm kryssfinerplater, og hadde dimensjonen (bredde x dybde x høyde): 1,219 m x 0,610 m x 1,867 m. Vekten av garderobeskapene varierte fra 59,4 kg til 67,8 kg.

Skapet inneholdt forskjellige tekstiler av polyester/bomull - blandinger som tilsammen veide 0,868 kg. Tekstilene hang løst på stålbøyler i skapet, og den ene skapdøra sto

åpen slik at den dannet en 7,6 cm åpen vertikal spalte i skapet.

- iii) Garderobeskapet av stål hadde dimensjonene: 0,889 m x 0,457 m x 1,981 m. Skapet inneholdt de samme mengder brennbare tekstiler som det nevnt under ii).

Plasseringen av sengen er vist i fig. 5.2 og plasseringen av garderobeskapene er vist i fig. 5.3.

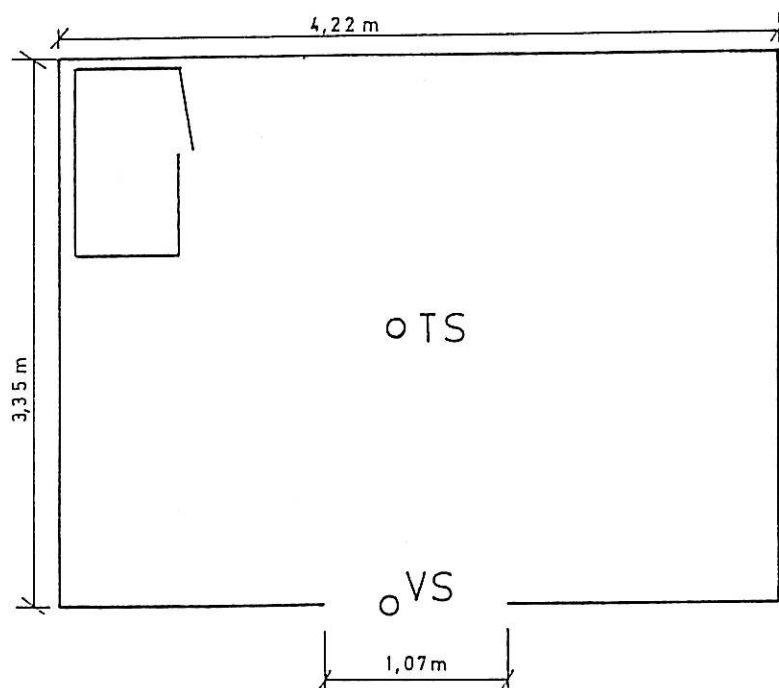


Fig. 5.3. Plassering av sprinklerhoder. TS - sprinklerhodet i taket, VS - sprinklerhodet på veggen. Plassering av garderobeskap.

Målinger og kriterier

Følgende verdier ble målt: varmefluks for sengepasienter, optisk røyktetthet i døråpning og korridor og gasskonsentrasjoner av CO, CO₂ og O₂. Dessuten målte en effektiviteten av sprinkler ved bruk av skjerm Brett rundt sengene.

Tabell 5.1. Kritiske verdier

Måling	Sted	Kritisk grense- verdi	Kommentar
Varmefluks	Pasient i naboseng	2,5 kW/m ²	Medfører store brannskader etter kort tid.
Røyk. Optisk røyk- tetthet pr. m.	Døråpning, 0,3 m fra øvre kant. Korridor, 1,5 m fra golv	0,5 m ⁻¹ 0,25 m ⁻¹	Grense for ganghastighet ikke lavere enn for person med bind for øynene 25
Gasskonsen- trasjon			Kritisk grense for begynnende udugelighet for å klare seg selv for friske mennesker
O ₂	Pasientrom og korridor	14%	
CO*	Pasientrom og korridor	25% COHb	
CO ₂	Pasientrom og korridor	8%	

*) CO reagerer med Hb (hemoglobinet) i blodet. Prosent COHb i blodet er avhengig av konsentrasjonen av CO ([CO]), eksponeringstiden (Δt) og luftinntak ved pusting. Pustehastigheten i en brannsituasjon med røyk og nedsatt oksygeninnhold vil være omkring 18 l/min. (normalt uten anstrengelser er 6,5 l/min). Da vil COHb-prosenten i blodet bli |9|:

$$\Delta\text{COHb} \% = 5,98 \cdot 10^{-4} (\Delta t) [\text{CO}]^{1,036}$$

der: Δt - eksponeringstid i min.

[CO]- konsentrasjon av CO i ppm

Forsøksopplegget

Det ble gjort 17 fullskala brannforsøk, dessuten en del forsøk med å måle sprinkleranleggets kapasitet og effektivitet.

Tabell 5.2. Forsøksopplegg

Startbrann	Plassering sprinklerhode	Sprinkler utløsning	Antall forsøk
seng	tak	automatisk, 74°C	2
		automatisk, 57°C	1
		manuell	1
	vegg	automatisk, 74°C	1
		manuell	2
garderobeskap av kryssfiner	tak	automatisk, 74°C	4
		automatisk, 57°C	1
	vegg	automatisk, 74°C	2
		automatisk, 57°C	1
garderobeskap av stål	tak	automatisk, 74°C	2

5.2 Resultater

Sengebrannene

- i) Kritisk nivå på røyktetthet ble nådd før sprinklerhodet utløste, særlig tett var røyken oppe ved taket. Etter at sprinkleranlegget trådte i funksjon ble både døråpningen og korridoren fullstendig mørklagt av røyken fra golv til tak.
- ii) CO-konsentrasjonen var stort sett lav og nådde ikke kritisk faregrense.

Ved bruk av skjerm Brett som hang mellom sengen og sprinklerhodet, steg [CO] betydelig og nådde kritisk verdi for en eventuell pasient i en naboseng.

- iii) Før sprinklerutløsning var konsentrasjonen av CO høyest ved taket, etter at sprinkleranlegget var trådd i funksjon var konsentrasjonen av CO høyest ved golvnivå.
- iv) CO₂ og O₂-konsentrasjonene nådde ikke kritisk verdi.
- v) Skjerm Brett (gardin) som hang mellom sengen og sprinklerhodet hindret slokking av brannen en tid, men endret ikke responstiden for sprinklerhodet.
- vi) Varmestrålingen for en pasient i en naboseng lå under kritisk verdi.
- vii) Sprinkleranlegget i korridoren utløste ikke under noen av forsøkene.
- viii) Ved bruk av hurtigvirkende sprinklerhoder (57°C), reduserte en røykmengden både i brannrommet og omgivelsene.
- ix) Reaksjonstid for sprinkleranlegget ved standard sprinklerhoder (74°C): 345 - 388 sek. (omkring 6 min.) og ved hurtigreagerende sprinklerhoder (57°C): 285 sek. (4 3/4 min.) Temperaturen ved taket var da henholdsvis 200°C og 120°C og høyden fra golvet til røyklaget henholdsvis 0,9 m og 1,2 m.

Garderobeskapbrannene

- i) Ved brann i garderobeskap av kryssfiner får en en ekstremt alvorlig brann som kan resultere i overtenning i rommet etter kun to minutter uten at andre brennbare produkter er tilstede. Alle kritiske testnivåer er overskredet ved dette tidspunkt.
- ii) Brann i brennbare garderobeskap gir en betydelig alvorligere brann enn ved brann i stålskap, særlig med tanke på CO-konsentrasjonen.

- iii) Automatisk sprinkleranlegg reduserer noen av farene ved brann i brennbare garderobeskap, men kritisk grense for CO-konsentrasjon ble overskredet i hele testområdet med sprinklerhodet i taket. (Etter 7 min. i pasientrom og etter 8 min. i vestibyle). CO-konsentrasjonen var signifikant lavere i testene med sprinklerhodet på veggen, men kritisk verdi ble allikevel overskredet i løpet av testen. (Etter 16 min. i pasientrom). Ved bruk av sprinklerhodet på veggen ble brannen slokket hurtigere enn ved sprinklerhodet i taket.
- iv) Et aktivert sprinklerhode i pasientrommet fordelte røyken i hele testområdet slik at en fikk en total formørkning.
- v) Ved bruk av hurtigreagerende sprinkler (57°C) fikk en ikke noen signifikant forbedring av røykforholdene.
- vi) Ved bruk av brennbar himling økte en energiproduksjonen i pasientrommet når himlingen ble eksponert av flammer fra garderobeskapet. Det hadde imidlertid ingen alvorlige følger for slokking og kontroll av brannen.
- vii) Reaksjonstiden for sprinkleranlegget ved standard sprinklerhoder (74°C): 43 - 100 sek, middel: 72 sek., ved hurtigreagerende sprinklerhoder (57°C): 47 - 51 sek., middel: 49 sek.

Generelle resultater

- i) Brennbar veggkledning influerte ikke på resultatene i testene og ble ikke involvert i brannene.
- ii) Ventilasjonssystemet innvirket ikke på reaksjonstiden til sprinklerhodene eller på konsentrasjonen av røyk og CO målt under testene.

Skjerm Brett

Skjerm brett/gardin må plasseres slik at det ikke hindrer vannet fra sprinklerhodet i å nå fram til det brennende objekt.

Ved sprinklerhodet i taket må skjerm brettet/gardinen plasseres mest mulig i nærheten av hodet og slik at toppen er lavere enn "kasteretningen" for vannet.

Ved sprinklerhodet på veggen, må dette stå høyere oppe enn toppen på skjerm brettet.

Fig. 5.4 viser resultatene fra forsøkene med sprinkleranleggets effektivitet ved bruk av skjerm brett. Punktene er markering av toppen av skjerm brettet i avstand 6, 9, 12 og 15 in. (15, 23, 30 og 38 cm) horisontalt fra skjerm brettet.

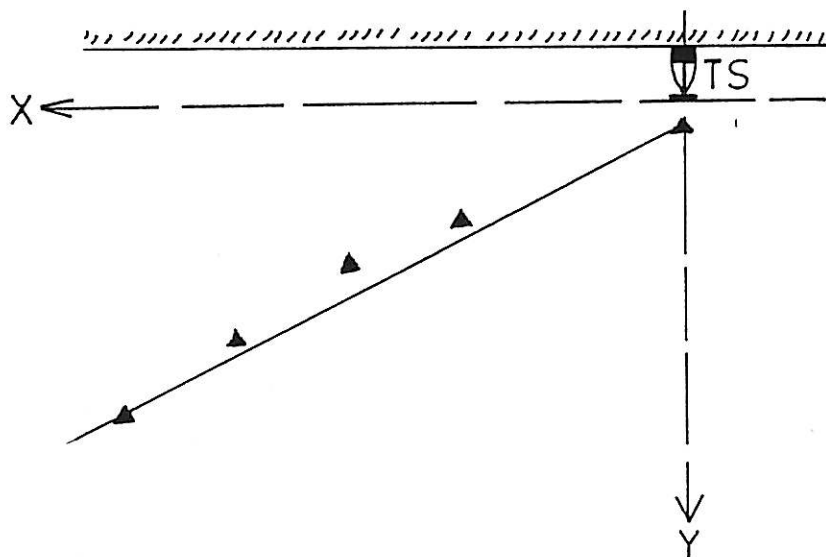


Fig. 5.4. Kriterie for maksimal høyde av topp skjerm brett i forhold til sprinklerhodet i tak (TS).

$$y = 1,5 + 0,5X$$

der: y = vertikal avstand fra sprinklerhodet til topp skjerm brett i cm

X = horisontal avstand fra sprinklerhodet til topp skjerm brett i cm.

6. PERSONALET'S MULIGHETER FOR SLOKKING OG REDNING

6.1 Betydning av opplæring

I samtlige av de undersøkte brannene som er tatt med i kapittel 3 og 4 og hvor personalets innsats hindret en stor katastrofe, hadde personalet hatt brannvernøvelser og de kjente til en brannverninstruks. Også i noen av de brannene som fikk et katastrofalt resultat hadde personalet hatt brannvernøvelser, og det fantes en brannverninstruks ved institusjonen. Brannvernøvelser og kjent brannverninstruks er ingen garanti for å hindre katastrofale branner, men en nødvendighet dersom en skal ha mulighet for å unngå dem.

De 16 undersøkte brannene i kapittel 3 og 4 viser med klar tydelighet at dersom en skal ha mulighet for hurtig og rasjonell handling fra personalets side, er det nødvendig med opplæring i brannvern og evakuering. Opplæringen må være realistisk og tilpasset de lokale forhold, slik at personalet er godt forberedt dersom det skulle oppstå brann.

Opplæringen bør omfatte nøye kjennskap til institusjonens brannverninstruks, institusjonens evakueringsplan og plassering av brannslukkingsapparater, dessuten trening og øvelser i evakuering og brannslukking.

Brannverninstruksen må være klar og entydig og den må være tilpasset de lokale forhold. Det bør altså ikke være en generell instruks for alle institusjoner, men en spesiell instruks for hver enkel institusjon. Det kan med fordel være en egen spesiell instruks for pleiere, en for teknisk personale, en for sentralbordet etc., slik at hver gruppe har sin egen instruks som fullt og helt vedrører dem.

Evakueringsplanen må også være klar, entydig og tilpasset de lokale forhold. Planen må inneholde evakueringsrekkefølgen, hvor til og på hvilken måte pasientene skal evakueres, hvem som

skal gi ordre til evakuering og dens omfang før brannvesenet ankommer, og hva de enkelte av personalet skal gjøre.

Gode brannverninstrukser og evakueringsplaner er ikke nok, i tillegg må hele personalet ha inngående kjennskap til og forståelse for dem. Dette får de best ved en kombinasjon av teoretisk og praktisk opplæring på selve arbeidsstedet. HEW (U.S. Department of Health, Education and Welfare) krever 12 brannøvelser i året for personale ved sykehjem [21]. Disse skal foregå ved ujevne mellomrom og ved ukjent tidspunkt for personalet. Ved disse brannøvelsene skal de også ha evakueringsøvelser.

I Norge krever "Hotellbrannloven" [22] i § 20.2 at: "Brannøvelser med betjeningen skal holdes minst 2 ganger i året". Denne paragrafen syndes det mot overalt i landet, og det er alvorlig når en ser den store betydningen opplæring har på personsikkerheten for pasienter i tilfelle brann i institusjoner.

Et handlingsmønster som går igjen i de analyserte brannene er at personalet ikke lukker døra til startbrannrommet. Dette gjelder både for opplært personale og uopplært. I en del tilfeller blir døra stående åpen på grunn av at brannen i startbrannrommet er så intens og så skremmende at personalet ikke har anledning til å lukke den. Det å lukke døra til startbrannrommet er ofte det viktigste personalet kan gjøre av rednings- og slokkeinnsats før brannvesenet ankommer.

6.2 Betydning av varsling

For at personalet ved en brann skal ha mulighet for å slokke brannen i startfasen, eller redde ut de pasientene som er i startbrannrommet, må de i tillegg til opplæring få varsel om brann så hurtig som mulig og før brannen begynner å "akselrere".

Tiden fra åpne flammer i startbrannen og til kritisk situasjon i startbrannrommet, dvs. umulig for mennesker uten spesialutstyr å ta seg inn i rommet, kan være så kort som 3 min. ([1]).

Tiden fra antennelse til personalet kan sette inn innsatsen i startbrannrommet er reaksjonstiden til brannalarmanlegget pluss tiden det tar før personalet har lokalisert brannen.

Reaksjonstiden til brannalarmanlegget er avhengig av detektor-typen. En røykdetektor vil ved brann i en seng reagere etter $\frac{1}{2}$ - 2 min., mens en varmedetektor vil reagere etter 5 - 10 min. ved samme brann. I et pasientrom bør en derfor ha en røykdetektor dersom varslingen skal være hurtig nok til å redde ut pasienter fra startbrannrommet.

Tiden det tar for å lokalisere brannen er avhengig av oppdelingen av brannalarmanleggets sløyfer samt av avstanden mellom det stedet hvor personalet befinner seg når alarmen går og startbrannrommet. Dersom brannalarmanlegget er inndelt i få sløyfer kan personalet være nødt til å se gjennom flere rom før de lokaliserer brannen.

Den totale tiden fra antennelse til personalet er klar til innsats kan derfor bli lang. Det er av stor betydning å redusere denne tiden, slik at personalet virkelig har mulighet for å slokke brannen og å redde ut pasienter. En må derfor ha et brannalarmanlegg med hurtigvirkende detektorer og som lokaliserer brannen enten ved finfordelte sløyfer eller ved et lyssignal i korridoren utenfor døra til det rommet hvor brannen blir detektert.

Ved de undersøkte brannene er det svært få tilfeller der pasienter har blitt reddet ut av startbrannrommet. Der det er tilfelle har personalet blitt klar over eller blitt varslet om brannen før brannalarmanlegget har reagert (f.eks. brannene ved Lillehammer Fylkessykehus og Reitgjerdet Sykehus). Der brannen har startet i andre rom enn et pasientrom, hadde brannen utviklet seg så kraftig da den ble lokalisert at personalet ikke klarte å lukke døra til startbrannrommet. Dette viser at selv om en ser bort fra redning av pasienter i startbrannrommet, er en avhengig av tidlig varsling for å kunne ha reell mulighet for å redde pasienter i naborommene. Det er meget viktig at varslingen er

så rask at personalet har mulighet for å lukke døra til startbrannrommet, det kan være av avgjørende betydning for det videre evakueringsarbeidet.

6.3 Betydning av byggetekniske løsninger

Byggetekniske løsninger har varierende betydning for personalets muligheter for slokking og redning. Dette varierer fra brann til brann. Dersom personalet skal slokke startbrannen, må de angripe den helt i startfasen, og dersom redningen skal hindre omkomne, må denne også foregå før brannen har spredt seg for langt. I en så tidlig fase av brannen er det forholdsvis få byggetekniske løsninger som har stor betydning.

Analyser av de 16 undersøkte brannene som er nevnt i kapittel 3 og 4 gir følgende betydning for noen byggetekniske løsninger:

Gode branntekniske vegger (brannmotstandstid minst 60 min.)

I 2 av brannene hadde gode branntekniske vegger stor betydning for redningsarbeidet som da kunne foregå forholdsvis uhindret i naborommene. I 4 av brannene hadde gode branntekniske vegger liten betydning for redningsarbeidet. I disse tilfellene ville skaderesultatet med hensyn på menneskeliv ikke forandret seg radikalt selv med meget dårlig branntekniske vegger (brannmotstandstid 15 min.). En av de undersøkte brannene hadde meget dårlige branntekniske vegger, men dette var av liten betydning i og med at redningsinnsatsen ble satt inn for seint.

Generelt kan en imidlertid si at gode branntekniske vegger vil ha positiv, men ofte liten betydning for personsikkerheten ved brann. En faktor som ofte har større betydning er ubrennbare kledninger. Gode branntekniske vegger er imidlertid oftest kledd med ubrennbare kledninger og dermed øker den positive betydningen for veggen.

Ubrennbare kledninger

Ubrennbare kledninger forsinket overtenning i startbrannrommet. Dette gjør at personalet har litt lengre tid på seg til å handle riktig. De har da bedre mulighet for å klare å slokke brannen, lukke døra til startbrannrommet eller redde ut pasienter både fra startbrannrommet og naborom. I en av de undersøkte brannene har ubrennbare kledninger hatt stor, positiv betydning og i flere andre har betydningen vært positivt merkbar, dog ikke avgjørende.

Stor takhøyde

I to av de undersøkte brannene har stor takhøyde i pasientrom hatt stor positiv betydning for rednings- og slokningsarbeidet. Det volumet som ekstra stor takhøyde representerte virket da som et røykreservoar. Det tok da lengre tid før røyken fylte opp startbrannrommet og trengte ut i korridoren, dermed hadde personalet lengre tid på seg til å slokke eller redde. Særlig gjaldt dette redning fra startbrannrommet, men også fra naborom i og med at røyken kom senere ut i korridoren.

Ventilert tak

I to av brannene hadde bygningene ventilerte tak. Brannen spredde seg da raskt opp til loftet og antente takkonstruksjonen. Dette hadde imidlertid liten eller ingen betydning for personalets redningsinnsats.

Gjennomføringer

Ved gjennomføringer er det to risikoer som kan ha betydning for personalets muligheter for slokking og redning. Det ene er utette gjennomføringer i vegger og etasjeskillere som sprer røyk fra rom til rom. Det andre er gjennomføringer av gass (oksygen,

lystgass, trykkluft etc.), elektriske kabler og ledninger for interne beskjeder og alarmering. Dersom startbrannen ødelegger gassrør kan den bli meget intensiv og få en meget hurtig utvikling som reduserer personalets slokkemulighet til det minimale. I tillegg vil stor røykspredning hindre redningsarbeidet. Ved avbrenning av elektriske kabler kan hele institusjonsbygg bli mørklagt, særlig dersom både hovedstrømskablene og nødstrømskablene ligger samlet. I og med at mange pasienter kan være avhengig av elektrisk kraft, likeså ved f.eks. medisinske operasjoner, kan et totalt strømvbrudd være katastrofalt.

De undersøkte brannene gir eksempler på begge risikoene, og betydningen har vært negativ og tildels stor.

Utette konstruksjoner

Ved en brann foregikk nesten hele røykspredningen fra startbrannrommet via et hull i veggen over den nedforede himlingen i rommet. Dette førte til store vanskeligheter for personalet som skulle evakuere pasienter gjennom den etterhvert røykfylte korridoren.

Vertikale sjakter

I flere av brannene har røyk spredd seg både nedover og oppover i vertikale sjakter. Sjaktene har vært både heissjakter og kabelsjakter. Dette har ført til at langt flere pasienter enn nødvendig måtte evakueres.

6.4 Betydning av seksjonering

Sykehus- og sykehjemsbrannene som er beskrevet i denne rapporten, viser alle den store betydningen som seksjonering mot røykspredning har. Når det gjelder seksjonering mot selve brannen

er den mindre betydningsfull med hensyn på personalets muligheter for slokking og redning. Brannseksjoneringen kommer sterkere inn i bildet når det gjelder brannspredningen og det fysiske skaderesultatet etter brannen.

I brannens første fase, når personalet skal slokke eller redde pasienter, er det viktig at røykspredningen begrenses. Rømningsvegene bør være mest mulig røykfri, og pasientene bør kunne forflyttes innenfor bygningen til røykfrie soner. Det er derfor viktig at bygningen er inndelt i røykceller, det vil si avgrensede deler av bygningen som skal være røyktette.

I første omgang bør hvert pasientrom kunne fungere som egen røykcelle. Da er det imidlertid viktig at pasientromsdørene er noenlunde røyktette og står lukket. Åpne pasientromsdører er meget vanlige i sykehus og sykehjem, og har ofte vært av avgjørende betydning for røykspredningen i branntilfeller. Flere branner har vist at dører som står lukket holder mye mer på røyken enn åpne dører, selv om dørene er utette.

De fleste av de som omkommer i branner i sykehus og sykehjem har ligget innenfor den røykcellen hvor brannen oppsto. Det viser betydningen av røykseksjoneringen. Ved de fleste brannene har røykskilledører i korridorer og trapperomdører vist seg meget effektive mot røykgjennomgang, så sant de er forsvarlig lukket.

Hver røykcelle bør ha sitt eget brannslangeopplegg. Ved en brann hentet personalet brannslangen fra naborøykcellen, og dermed måtte røykskilledørene stå på gløtt for at slangen skulle forbi. Slokkingsforsøket mislyktes og røyken spredde seg hurtig gjennom dørene som delvis sto åpne.

Flere branner har vist betydningen av seksjonering i sjakter og kanaler, både vertikale og horisontale. Alle spjeld, luker og dører som står åpne bør lukkes automatisk ved detektering av røyk. På denne måten kan røykspredningen sterkt reduseres.

I ett branntilfelle var bygningen utstyrt med både åpent og lukket trapperom. Det åpne trapperommet ble tidlig fylt med røyk, og røyken spredde seg både oppover og nedover. Det lukkede trapperommet kunne under hele brannen brukes til evakuering og hadde minimalt med røyk.

6.5 Betydning av sprinkleranlegg

Ved en brann i et nytt sykehus skjedde følgende |23|: En papirkurv av plast blir antent av en sigarett. Pasienten melder fra, og når sykepleieren ankommer rommet brenner det i sengen. Pleieren lukker døra og evakuerer pasientene i naborommene. Sprinkleranlegget aktiveres og slokker brannen. Ingen skade av betydning.

Dette skulle tilsi at sprinkleranlegg har stor betydning for personalets mulighet for slokking og redning. I denne brannen var bygningen ny, alle bygningsmaterialer var ubrennbare, pleierne fikk varsel om brann på et tidlig stadium (før brannalarmanlegget detekterte brannen) og det viktigste: pleieren lukket døra til startbrannrommet! Så her var det muligheter for at skadene kunne blitt små selv uten et sprinkleranlegg.

Fullskalaforsøkene som er beskrevet i kapittel 5 utfyller en del fakta om sprinkleranleggets betydning. Ved alle forsøkene var døra ut til korridoren åpen. Det er det værste tilfellet, men også svært realistisk. I 9 av de 16 brannene som er nevnt i denne rapporten var døra til startbrannrommet åpen under brannen.

Sprinkleranlegget slokket brannen i alle tilfellene, men røykspredningen var allikevel stor før brannen sloknet. Det var særlig ved brann i garderobeskap av kryssfiner at det ble kritisk både i korridoren og naborom, mens en sengebrann stort sett bare var kritisk for pasientene i startbrannrommet. Ved bruk av sprinkleranlegg blir brannen begrenset og de totale røykmengdene som blir produsert dermed mindre. Men når et sprinkleranlegg aktiveres, vil ikke røyken bli liggende oppunder

taket. Den fordeler seg i hele volumet og røykspredningen blir hurtigere og større enn dersom det ikke var sprinkleranlegg. Det vil si at med åpen dør ut til korridoren vil et sprinkleranlegg når det aktiveres gjøre forholdene værre for et personale som skal bruke korridoren som rømningsveg.

Et trent personale som får varsel om brann fra en røykdetektor bør kunne ankomme arnestedet før sprinkleranlegget aktiveres og således lukke døra ut til korridoren. I et slikt tilfelle ville et sprinkleranlegg være til stor hjelp for personalet som så kan konsentrere seg om pasientene og evakuere de mest tru de mens sprinkleranlegget slokker startbrannen.

Forsøkene viser at brann i garderobeskap er langt mer alvorlig enn brann i en seng. Brann i et pasientrom i et sykehus vil trolig være en sengebrann. Med røykdetektorer i rommet, vil personalet ha forholdsvis god tid på seg til å redde ut pasienter og lukke døra før sprinkleranlegget aktiveres og øker røykspredningen.

I et sykehjem har en ofte både garderobeskap og andre møbler i rommet. Dersom en brann oppstår i garderobeskapet eller at brannen sprer seg til garderobeskapet før sprinkleranlegget blir aktivert, får en en langt hurtigere og mer intens brann med betydelig større røykproduksjon. Dette kan føre til at personalet kommer til arnestedet etter at sprinkleranlegget er trådd i funksjon. Da vil forholdene være betydelig forverret og det kan være vanskelig å lukke en åpen dør, og som tidligere nevnt, dører står ofte åpne i institusjoner.

Det synes derfor at et sprinkleranlegg kan være til stor hjelp for personalet i et sykehus, mens det i et sykehjem er mer diskutabelt.

7. DISKUSJON

I 11-årsperioden fra 1970 - 1981 omkom det i Norge 38 mennesker ved 20 branner i bygninger som hører inn under "Hotellbrannloven". I 17 av disse brannene var det kun en som omkom. Den omkomne oppholdt seg da oftest i startbrannrommet eller dets umiddelbare nærhet. I de 3 andre brannene var det henholdsvis 2 omkomne, 5 omkomne (Gullhella Sykehjem) og 14 omkomne (Alstahaug Sykehjem).

Den som oppholder seg i startbrannrommet må reddes ut av personalet dersom han eller hun ikke skal omkomme. En er da avhengig av tidlig varsling og hurtig og korrekt handling av personalet. I de brannene der flere omkommer kan andre faktorer så som seksjonering, bygningstekniske løsninger og sprinkleranlegg også spille en rolle. I alle tilfeller er tidlig varsling og korrekt og hurtig handling fra personalets side av den største betydning for skadeutfallet i tilfelle brann.

Flere branntilfeller viser klart at dersom personalet skal handle rasjonelt og hurtig, er de avhengig av opplæring, både teoretisk og praktisk, både i slokking og evakuering. Opplæring er derfor meget viktig. Vet ikke personalet hva de skal gjøre, nytter det ikke med "brannsikre" bygninger, avanserte brannalarmanlegg eller sprinkleranlegg.

For å øke mulighetene som opplært personale har til å slokke og redde, bør en ha et brannalarmanlegg som raskt detekterer brann. I dag er det mest nærliggende å anbefale et brannalarmanlegg med røykdetektorer. Personalet har dermed mulighet for å komme så raskt til arnestedet at de kan redde ut pasienter fra startbrannrommet og eventuelt også slokke startbrannen. I alle tilfeller har de muligheter til å lukke døra til startbrannrommet, og dermed forsinke røykspredningen ut i korridoren slik at evakuering av naborom innenfor røykcellen kan foretas uten altfor store vanskeligheter.

Ideelt sett burde ethvert rom kunne fungere som en røykcelle. Det vil si at alle åpninger inn til alle rom er tettet, og at døra er lukket og er noenlunde røyktett. I tillegg burde avstanden mellom røykskilledørene i korridorene være minst mulig, slik at røykcelleinndelingen utenom rommene ble fin. Dette strider imidlertid mot ønske om færrest mulige hindringer i korridorene fra personalets side.

Seksjonering mot røyk er i alle tilfeller meget viktig, ikke bare for personalet i dets forsøk på å redde flest mulig hurtigst mulig, men også for brannvesenets slokke- og redningsinnsats når det ankommer.

En farbar veg å gå når det gjelder seksjonering mot røykspredning er å utstyre dører, luker og spjeld i korridorer, sjakter og kanaler med automatisk lukking ved røykdetektering. På denne måten hindres ikke den daglige ferdselen samtidig som dørene, lukene eller spjeldene lukker ved begynnende røykspredning.

Det er svært få byggetekniske løsninger som har avgjørende betydning for personalets mulighet for å slokke og redde. De forskjellige byggetekniske løsningene kommer mer inn i bildet senere i brannen. Da er det oftest for seint for personalet å gjøre noe, og brannvesenet har overtatt rednings- og slokkearbeidet.

Blant de byggetekniske løsningene som har hatt positiv betydning for slokke- og redningsinnsatsen til personalet er: gode branntekniske skillevegger, ubrennbare kledninger (overflater) og stor takhøyde. Løsninger som har hatt negativ betydning for personalets slokke- og redningsinnsats er: gjennomføringer av gass, elektriske kabler og intern telefon, utette skillende konstruksjoner og åpne vertikale sjakter.

De positive løsningene har ført til at personalet har fått bedre tid på seg til evakueringen og et eventuelt slokkeforsøk. De negative løsningene har gjort brannen mer intens, øket røykspredningen og hindret alarmeringen. Alle disse faktorene virker

hemmende på personalets mulighet til å foreta en evakuering eller et slokkeforsøk.

Ved bruk av sprinkleranlegg er en avhengig av at døra ut til korridoren er lukket dersom en vil hindre stor røykspredning. Dette er særlig kritisk dersom det er stor brannbelastning i startbrannrommet. Pasientrom i sykehus har forholdsvis lav brannbelastning, mens pasientrom i sykehjem har høyere brannbelastning. For å hindre stor røykspredning i et branntilfelle er det særlig viktig å la dørene i sykehjem stå igjen. Disse er som kjent ofte åpne, og kan være vanskelige å få lukket dersom sprinkleranlegget er aktivert før personalet når fram til startbrannrommet. Det synes derfor som om et sprinkleranlegg med fordel kan installeres i et sykehus, og der hjelpe personalet i en brannsituasjon. I et sykehjem kan det imidlertid diskuteres om det i det hele tatt er noen hjelp i å installere et sprinkleranlegg.

8. KONKLUSJONER

- Det er nødvendig at personalet har opplæring både teoretisk og praktisk for å kunne gjøre en effektiv rednings- og slokkeinnsats.
- En kan ikke regne med at et ulært og/eller utrenet personale kan gjøre en effektiv rednings- og slokkeinnsats.
- Varsling til personalet er av stor betydning. Jo tidligere et trenet personale blir oppmerksom på brann, jo større er mulighetene for en effektiv rednings- og slokkeinnsats.
- Personalet bør være i startbrannrommet senest 3 minutter etter antennelse dersom de skal ha rimelig mulighet for å slokke en startbrann og/eller redde ut pasienter. For å komme så raskt til startbrannrommet, bør brannalarmanlegget ha røykdetektorer.
- Seksjonering mot røyk har stor positiv betydning for personalets muligheter for slokking og redning. Det er oftest røykspredningen som hindrer personalet i dets redningsarbeid.
- I de fleste brannene brenner det kun i startbrannrommet, og det er røykspredningen derfra som må begrenses. Det er derfor viktig med tette dører som slutter godt til karmen og som er lukket eller blir lukket i brannens første fase.
- Dører, luker og spjeld som til vanlig står åpne i korridorer, sjakter og kanaler bør lukke automatisk ved røykdeteksjon.
- Ubrennbare kledninger, skillevegger med stor brannmotstandstid og stor takhøyde virker positivt inn på personalets muligheter for slokking og redning.

- Et sprinkleranlegg slokker en startbrann, men dersom døra til korridoren står åpen, øker røykspredningen ut av rommet når sprinkleranlegget aktiveres. Dersom døra er lukket, vil et sprinkleranlegg ha stor positiv betydning for personalet i og med at det slokker brannen og personalet kan konsentrere seg om evakueringen. Med åpen dør ut til korridoren vil et sprinkleranlegg virke negativt inn på de muligheter personalet har til å evakuere pasienter.

9. LITTERATURREFERANSER

- |1| Kjell Schmidt Pedersen, Steinar Lundberg: "Branner; systematisering og analyse. Delrapport 2. Sykehus- og sykehjemsbranners tidlige fase"
STF25 A80005, Norges branntekniske laboratorium,
Trondheim, august 1980
- |2| Kjell Schmidt Pedersen, Steinar Lundberg: "Branner; systematisering og analyse. Delrapport 3. Analyse av 16 branner. Bind 1"
STF25 A81004, Norges branntekniske laboratorium,
Trondheim, april 1981
- |3| Dansk Sygehus Institut: Brandsikkerhed på sygehuse.
Del 2. Appendices. Projektrapport 77.02.
København, februar 1977
- |4| Svenska Brandförsvarsföreningen: Brandförsvär nr. 3, 1975
Diverse artikler om brannen i Gävle Sykehus.
Stockholm, mars 1975
- |5| Svenska Brandförsvarsföreningen: Brandförsvär nr. 12, 1975
Diverse artikler om brannen i Sankt Eriks Sykehus.
Stockholm, desember 1975
- |6| Stig Hyllman: "Brand i kabelkulvert - helt sjukehus utan el". Brandförsvär nr. 1, 1980
Svenska Brandförsvarsföreningen
Stockholm, januar 1980
- |7| John G. O'Neill, Warren D. Hayes Jr.: Full-Scale Fire Tests with Automatic Sprinklers in a Patient Room.
NBSIR 79-1749, Center for Fire Research,
National Bureau of Standards
Washington D.C., Juni 1979

- |8| John G. O'Neill, Warren D. Hayes Jr., Richard H. Zile:
Full-Scale Fire Tests with Automatic Sprinklers in a
Patient Room. Phase II.
NBSIR 80-2097, Center for Fire Research
National Bureau of Standards
Washington D.C., Juli 1980
- |9| R.D. Stewart et.al.: Experimental human exposure to
high concentrations of carbon monoxide.
Architectural Environmental Health, Vol. 26, 1 - 7,
Januar 1973
- |10| J.L. Bryan, P.J. DiNenno: An Examination and Analysis of
the Dynamics of the Human Behavior in the Fire Incident
at St. Joseph's Hospital, Philadelphia, Pa. on August 10,
1977.
NBS-GCR-78-140, University of Maryland, May 1978
- |11| John L. Bryan, Philip J. DiNenno: Human Behavior in a
Hospital Fire.
Fire Journal, Vo. 73, No. 3, May 1979
- |12| J.L. Bryan, P.J. DiNenno: An Examination and Analysis of
the Dynamics of the Human Behavior in the Fire Incident
at the Kensington Gardens Nursing Home on January 1, 1978.
NBS-GCR-79-159, University of Maryland, June 1978
- |13| John L. Bryan, Philip J. DiNenno: Human Behavior in a
Nursing Home Fire.
Fire Journal, Vol. 74, No. 3, May 1980
- |14| John L. Bryan, Philip J. DiNenno: An Examination and
Analysis of the Dynamics of the Human Behavior in the
Fire Incident at the University Nursing Home on April 13,
1979.
NBS-GCR-80-191, University of Maryland, January 1980

- |15| J.L. Bryan, P.J. DiNenno: An Examination and Analysis of the Dynamics of the Human Behavior in the Fire Incident at the National Institutes of Health Clinical Center on April 21, 1979.
NBS-GCR-80-192, University of Maryland, January 1980

- |16| James K. Lathrop: Training pays off in two Pennsylvania Hospital Fires.
Fire Journal, Vol. 72, No. 3. May 1978

- |17| James R. Bell: Fifteen Residents Die in Mental Hospital Fire.
Fire Journal, Vol. 73, No. 4, July 1979

- |18| James R. Bell: Hospital Fire shows Value of Planning, Design, Training.
Fire Journal, Vol. 74, No. 2, March 1980

- |19| Richard Best: Howard University Hospital Fire.
Fire Journal, Vol. 75, No. 1, January 1981

- |20| David P. Demers: 25 Die in Nursing Home.
Fire Journal, Vol. 75, No. 1, January 1981

- |21| E. Herz, P. Edelman, L. Bickman: The Impact of Fire Emergency Training on Knowledge of Appropriate Behavior in Fires.
NBS-GCR-78-137, Loyola University of Chicago,
January 1978

- |22| Statlige byggebestemmelser: Forskrifter (av 1. september 1970) om vern mot brann i herberge, pleieanstalter og sykehus med endringer av 21. november 1977.
Oslo, januar 1978

- |23| N.N.: A small fire that stayed small.
Fire Journal, Vol. 74, No. 2, March 1980

- |24| Esben J. Thrane: Brann i sykehus og sykehjem. Kort sammenstilling av forskningsfelt. Notat datert februar 1980

- |25| T. Jin: Visibility through fire smoke, main reports on production, movement and control of smoke in buildings. Japanese Association of Fire Science and Engineering. 1974.

- |26| Norges Brannkasse, SKAFOR: Regler for automatiske sprinkleranlegg. 1977.