

**NKB Utskotts- och arbetsrapporter
1996:08**

Ny sprinklerteknologi

**Nordisk komite for bygningsbestemmelser, NKB
Brandudvalget**

Nordiska kommitin for byggbestämmelser, NKB, är ett samarbetsorgan for de fem nordiska ländernas centrala byggmyndigheter.

Dessa myndigheter är:

Danmark:	Boligministeriet Bygge- og Boligstyrelsen
Finland:	Miljöministeriet
Island:	Skipulag ríkisins
Norge:	Kommunaldepartementet Statens bygningstekniske etat
Sverige:	Boverket

NKB är en institution under Nordiska ministerrådet.

Nordiska ministerrådet

inrättades 1971 som ett samarbetsorgan mellan de nordiska ländernas regeringar. Ministerrådet lägger fram förslag till Nordiska rådets sessioner , for vidare rådets rekommendationer, rapporterar till Nordiska rådet om samarbetets resultat och leder i sista hand arbetet inom olika sektorer. Statsministrarna har ett överordnat ansvar for samarbetet, som i ovrigt koordineras av samarbetsministrarna och den nordiska samarbetskommittén. Ministerrådet sammanträder i olika sammansättningar beroende på vilka frågor som skall behandlas.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	7
1.1	Bakgrunn	7
1.2	Målsetning	8
2	KONKLUSJONER	9
2.1	Generelt	9
2.2	Sprinklersystemer avhengig av bygningstype	9
2.2.1	En og to-mannsboliger, samt mindre hoteller, moteller, overnattingssteder, sykehjem etc inntil 4 etasjer	9
2.2.2	Sengerom i sykehus, hoteller, moteller ol. inntil 4 etasjer	10
2.2.3	Lagerbygninger med høy brannbelastning/høy brannrisiko	10
2.2.4	Lokaler for lagring av relativt store mengder brennbare væsker	11
2.2.5	Konflagrasjonsområder	11
2.2.6	Verneverdige bygninger	12
2.2.7	Industribedrifter med spesielt lavt vanntrykk	12
2.3	Anvendelse av alternative materialer for komponenter i sprinkleranlegg	12
3	NY SPRINKLERTEKNOLOGI	13
3.1	Generelt	13
3.2	Boligsprinkling ("Quick/Fast Response" sprinkler)	14
3.3	"Extra Large Orifice" sprinkler (ELO)	15
3.4	"Extended Coverage Light/Ordinary Hazard" (ECLH/ECOH)	16
3.5	Vanntåke/"Fine Water Spray" (FWS)	16
3.6	"Early Suppression Fast Response" sprinkler (ESFR)	18
3.7	Utvendig sprinkling	19
3.8	Økonomisk sammenligning	19
3.9	Sprinkleralarm (sprinkleranlegg som erstatning for automatiske brannalarmanlegg)	21
3.10	Kontroll- og vedlikeholdsbehovet	21
3.11	Sprinkleranleggets innvirkning på passive tiltak	22
4	INTERNASJONALE STANDARDER OG REGELVERK	23
4.1	Generelt	23
4.2	CEN-standard	25
4.3	NFPA 13-standard	26
4.4	NFPA 13D-standard	26
4.4.1	Generelt	26
4.4.2	Overordnet målsetning	27
4.4.3	Bakgrunnen for kriteriene i standarden	27

4.4.4	Rom som ikke behøver sprinkling	28
4.4.5	Vanntilførsel	29
4.4.6	Komponenter	30
4.4.7	Plassering av sprinklerhoder	30
4.5	NFPA 13R-standarden	30
4.5.1	Generelt	30
4.5.2	Overordnet målsetning	31
4.5.3	Bakgrunnen for kriteriene i standarden	31
4.5.4	Vanntilførsel	29
4.5.5	Plassering av sprinklerhoder	32
4.5.6	Komponenter	32
4.5.7	Områder som ikke krever sprinkling	33
4.6	"Bedriftsstandarder"	33
4.6.1	UL 1626-standarden	33
4.6.2	FM 2030-standarden	34
5	NY SPRINKLERTEKNOLOGI OG NYE FORSKRIFTER	
5.1	Vurdering av menneskers sikkerhet i relasjon til ny teknologi	37
5.2	Vurdering av muligheten for å anvende ny teknologi i nye forskrifter	38
5.3	Eksempler på forskrifter fra USA	39
5.4	Beregning av nytteeffekten av sprinkleranlegg	40
	REFERANSER	42

FORORD

Denne rapporten gjennomgår forskrifter og standarder for sprinkleranlegg fra forskjellige land, og de viktigste nyvinningene innen sprinklerteknologi. Rapporten er ment å være en veiledning for myndighetene ved innføring av nye retningslinjer for sprinkleranlegg i både industri og typiske bolighus, overnattningsteder, sykehus og sykehjem.

Denne rapporten legger spesiell vekt på boligsprinkling. Statistikker fra blant annet Norge og USA viser nemlig at 80-90 % av alle som omkommer i brann, omkommer i branner i bolighus. Boligbranner utgjør imidlertid en vesentlig lavere prosentandel av det totale antall bygningsbranner. Dermed skulle det være et visst potensiale i økningen av sikkerheten i slike bygninger ved å installere sprinkleranlegg. Med dette som utgangspunkt gjennomgår rapporten spesielt forskrifter og standarder beregnet for boligsprinkleranlegg.

Rapporten er utarbeidet av SINTEF Energi - Norges branntekniske laboratorium for NKB - Nordisk komite for bygningsbestemmelser.

April 1996

Nordisk komité for bygningsbestemmelser - NKB
Brannutvalget, NKB-B

INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Vannbaserte sprinkleranlegg ble opprinnelig i første rekke bygget for å beskytte eiendom, og slike anlegg blir fremdeles benyttet primært med dette som det viktigste siktemål. For prosjektering av sprinkleranlegg har de fleste land sin egen spesielle sprinklerstandard eller regelverk. Forsikringsselskapene har hatt en sentral stilling ved utviklingen av dette regelverket, og som regel vil bare sprinkleranlegg som blir utført og godkjent i henhold dette regelverket, oppnå premiereduksjon hos forsikringsselskapene.

Ettersom dette regelverket primært er beregnet for industrien, hvor brannbelastningen og takhøyden er vesentlig større enn i boliger, institusjoner, hoteller og mindre bedrifter, vil anvendelse av dette regelverket medføre uforholdsmessig dyre sprinkleranlegg i den sistnevnte typen bygninger. Dette har ført til at det ikke har vært noe direkte økonomisk incitament for å installere sprinkleranlegg i bygninger hvor dette ikke er påbudt.

Statistikk fra USA for 1988 /1/ viser at boligbranner forårsaket tap av 5065 menneskeliv, eller 80 % av de 6330 sivile som omkom i brann dette året i USA. Disse brannene forårsaket 22.600 skader på mennesker, eller 70 % av alle totale antall skader på mennesker forårsaket av branner i USA i 1988. Boligbranner utgjorde i antall imidlertid bare 23 % av alle branner i USA i 1988. Året 1988 var på mange måter et typisk år i brannstatistikksammenheng i USA.

Tilsvarende statistikk /2/ fra Norge for 1994 viser at 50 av de i alt 56 mennesker som omkom i brann dette året, omkom i brann i boliger. Det vil si ca. 89 % av de som omkom i brann dette året, omkom i branner i boliger. Dette tallet har vist seg å holde seg relativt konstant de senere årene. Av i alt 2899 branner dette året, var det 1727 boligbranner (inkl. fritidsboliger, boligbrakker og campinghytter) /3/. Boligbranner utgjorde altså ca. 60 % av brannene i Norge i 1994.

Det statistiske tallmaterialet som ikke er vesentlig forskjellig i de andre nordiske landene, skulle indikere at det er et stort potensiale i økningen av sikkerheten i boliger, institusjoner, hoteller etc. ved blant annet økt bruk av sprinkleranlegg i denne typen bygninger. Et riktig installert og dimensjonert anlegg vil kunne slå ned en brann i dens tidlige fase, og det vil dermed forhindre at menneskeliv eventuelt kan gå tapt.

Det som imidlertid har forhindret installasjon av sprinkleranlegg, er de relativt store kostnadene forbundet med sprinkleranlegg av den typen som gir premiereduksjon i henhold til regelverket i de enkelte land. Sprinkling av bygninger har frem til det siste ofte blitt oppfattet som en "siste utvei" når det, av forskjellige årsaker, ikke er mulig å følge regelverket for passiv brannsikring til punkt og prikke. Det er imidlertid et ønske fra myndighetene i de nordiske land at planlegging av sprinkleranlegg skal bli en naturlig del av prosjekteringen av nybygg.

Det foregår for tiden internasjonalt et omfattende arbeide for å frembringe og dokumentere ny slokketeknologi for bruk i både bolighus og innen industrien. Dette omfatter også forbedringer av det tradisjonelle sprinkleranlegget. Det synes imidlertid som om regelverket i de fleste land, i liten grad, har oppfordret til å ta i bruk ny sprinklerteknologi. Dette til tross for at det er blitt utviklet en rekke nye sprinklersystemer de senere årene med til dels betydelig forbedret slokkeeffektiviteten og betydelig reduserte kostnader i forhold til de tradisjonelle sprinklersystemene.

Den del av sprinkleranlegget hvor det har vært størst utvikling, har definitivt vært innenfor utviklingen av nye alternative sprinklerhoder. En rekke nye sprinklerhoder har blitt utviklet i de senere årene, hvor vannfordelingsmønsteret, vanntilførsel, vanntetthet og dråpestørrelse varierer innenfor temmelig vide grenser, avhengig av typen sprinklerhode.

1.2 Målsetning

På grunnlag av det faktum at 80-90 % av alle mennesker som omkommer i brann, omkommer i brann i boliger, er det et stort potensiale i økning av personsikkerheten ved å stimulere til bruk av sprinkling i bolighus, institusjoner, hoteller etc. Hvis dette skal oppnås, må en imidlertid komme fram til forskrifter eller regelverk for slike sprinkleranlegg som er tilpasset bygningstypen og bruken av bygningen. I typen bygninger nevnt over, bortsett fra verneverdige bygninger, må den primære målsetning, eller filosofi, være å redde menneskeliv, sekundært å begrense den materielle skaden. I denne sammenheng er det viktig å komme frem til forskrifter og regelverk som langt på vei gjør det lønnsomt å installere sprinkleranlegg i slike bygninger.

Det må ligge reviderte dimensjoneringskriterier til grunn for et anlegg beregnet for boligformål ol., hvor *personsikring* er den primære filosofi/målsetning. I industribygg er derimot som regel *verdisikring* den primære hensikten med sprinkleranlegget. Dagens regler er primært utviklet for å tilfredsstille den sistnevnte typen bygninger.

Den primære målsetningen for denne rapporten er derfor, på grunnlag av en gjennomgang av internasjonale bestemmelser, å presentere forslag til anbefalinger og være en veiledning for anvendelse av sprinkleranlegg, avhengig av bygningstypen og bruken av bygningen. Det vil bli lagt spesiell vekt på sprinkleranlegg for boliger, overnattingssteder ol, hvor sikkerheten for mennesker er den primære hensikten for sprinkleranlegget.

På grunn av at forskningen de senere årene har frembrakt flere nyvinninger innen sprinklerteknologien, spesielt med hensyn til nye alternative sprinklerhoder, er det også en viktig målsetning for denne rapporten å foreslå hvordan denne nye teknologien kan inkluderes i de generelle forskriftene, som, frem til nå, primært har vært beregnet for industrien.

2 KONKLUSJONER

KONKLUSJONER MED HENSYN TIL FORSLAG TIL RISIKOREDU- SERENDE TILTAK AVHENGIG AV BYGNINGSTYPE

2.1 Generelt

I dette kapittelet vil SINTEF NBL fremsette forslag til anvendelse av ny sprinklerteknologi, som kan ha en klar risikoreducerende effekt.

Følgende bygningstyper vil bli lagt til grunn for vurdering om det kan innføres ny sprinklerteknologi og forskrifter for sprinklersystemer (jfr kapittel 3 og 4):

- En- og to-mannsboliger
- Boligblokker inntil 4 etasjer
- Hoteller, moteller, overnattingssteder generelt, internater, sykehjem (maks. 16 beboere) etc. inntil 4 etasjer
- Verneverdige bygninger
- Konflagrasjonsområder (tett trehusbebyggelse hvor rask brannspredning kan forekomme)
- Lagerbygninger med stor brannbelastning
- Bygninger med høy brannrisiko i form av faste brennbare materialer
- Lager for brennbare væsker
- Industribedrifter med spesielt lavt vanntrykk

2.2 Sprinklersystemer avhengig av bygningstype

2.2.1 En og to-mannsboliger, samt mindre hoteller, moteller overnattingssteder, sykehjem etc inntil 4 etasjer

For slike bygninger bør det etableres forskrifter og regelverk som gir incitament til å installere sprinklerhoder av typen "quick/fast response/limited water supply (LWS)" boligsprinklersystemer (jfr. avsnitt 3.2). Slike systemer er spesielt egnet i boliger for eldre mennesker. Slike sprinklersystemer har følgende egenskaper:

- Lav RTI-faktor som gir rask utløsning av anlegget.
- Redusert krav til antall sprinklerhoder.
- Jevnere og mer uniformt vannfordelingsmønster.
- Vesentlig lavere vanntilførselsrater.
- Ved anvendelse av LWS-sprinkler kan den minste avstand mellom sprinklerhoder reduseres fra 3,66 m til 2,44 m. Dermed vil nødvendig varmeavgivelse for utløsning av anlegget bli redusert med 50 %.

Disse egenskapene vil i de fleste tilfeller føre til vesentlig lavere kostnader for sprinklersystemet, samtidig som at sekundærskadene på grunn av vanntilførselen blir betydelig redusert i forhold til konvensjonelle anlegg.

Sprinkleranlegg med denne typen sprinklerhoder bør installeres i henhold til følgende standarder avhengig av boligtype:

- En og to-mannsboliger: NFPA 13D /17/.
- Boliger, sykehjem, overnattingssteder inntil 4 etasjer: NFPA 13R /18/.

Den primære filosofi/målsetning for begge disse standardene er personsikring. Et resultat av at verdisikring blir et sekundært mål, er at rom som, i følge brannstatistikken, har en lav sannsynlighet med hensyn til brannstart og konsekvenser for mennesker (baderom, loftsrom, vindfang, hall, garasjer, kryprom, lagerlokaler etc), ikke behøver å sprinkles.

For en nærmere informasjon om boligsprinkling generelt og NFPA-standardene for boligsprinkling, henvises det til avsnittene 3.2, 4.3 og 4.4.

2.2.2 Sengerom i sykehus, hoteller, moteller ol. inntil 4 etasjer

For slike rom vil det beste valg være å installere "extended coverage, ordinary hazard" (ECOH) sprinklerhoder som distribuerer vann over et større område sammenlignet med standard sprinklerhode. Dette sprinklersystemet, som er utviklet ved Factory Mutual Research Corporation (FMRC) (jfr. avsnitt 3.4) /7/, kan redusere nødvendig antall hoder i rommet og dermed føre til reduserte kostnader for sprinkleranlegget. I tillegg vil dette medføre estetiske fordeler, på grunn av at det vanligvis blir nødvendig med bare et sprinklerhode pr sengerom.

Siden ECOH sprinklerhoder representerer nokså store forskjeller i forhold til konvensjonelle sprinklersystemer, må installasjon av slike anlegg ikke baseres på erfaring fra installasjon av tradisjonelle sprinklersystemer. Retningslinjer fra FMRC må benyttes ved installasjon av slike sprinklersystemer.

2.2.3 Lagerbygninger med høy brannbelastning/høy brannrisiko

For lagerbygninger med høy brannbelastning og bygninger med høy brannrisiko, i form av faste brennbare materialer (for eksempel lager til store varehus), bør forskriftene spesielt legge forholdene for eller forberedes for sprinklersystemer med "early suppression fast response" (ESFR) sprinklerhoder (jfr. avsnitt 3.6) i type industrilokaler hvor slike hoder er effektive.

Disse sprinklersystemene slukker effektivt intensive branner i store lokaler med store mengder faste, brennbare materialer. Dette på grunn av at sprinklerhodene i slike systemer medfører rask utløsning, store vannmengder og høy hastighet på vannet /5/.

ESFR sprinklerhoder, foruten vanntåke, regnes i dag som den viktigste nyvinningen innenfor ny sprinklerteknologi /5/.

2.2.4 Lokaler for lagring av relativt store mengder brennbare væsker

I lokaler hvor det kan oppstå lekkasjer av større mengder brennbare væsker, bør forskriftene spesielt forholdene til rette for installasjon av vanntåkesystemer (jfr. avsnitt 3.5).

Vanntåkesprinklerhoder forstøver vannet i små dråper som fordamper i kontakt med flammer. På denne måten inertiseres dermed brannatmosfæren, det vil si gøsr atmosfæren inaktiv med hensyn til brann/forbrenning. Det er imidlertid krav til at rommet er avgrenset (det vil si mer eller mindre lukket) og at det er av begrenset størrelse. SINTEF NBL har gjennomført flere forsøksserier hvor det er dokumentert at vanntåke er meget effektive mot slike branner /8/.

Videre kan vanntåkesprinkler ha en ikke ubetydelig kjølede effekt på brannkilden, hvis vanntåkedysene lokaliseres tilstrekkelig nært brannkilden. Under forutsetning av at dette oppnås, kan vanntåkesystemer også anvendes i lagerbygninger i stedet for ESFR-sprinkler. Nødvendig vannmengde for sløkking med vanntåkesprinklersystemer reduseres til ca. en tiendedel av det ESFR sprinklerhoder krever /5/.

Effekten av vanntåke ved brann i faste materialer, spesielt i store lokaler, må imidlertid undersøkes nærmere ved økt forskningsinnsats. Vanntåke regnes (sammen med ESFR-sprinklerhoder) også som en av de mest lovende nyvinningene innenfor ny sprinklerteknologi.

2.2.5 Konflagrasjonsområder

I konflagrasjonsområder (det vil si områder med tett trehusbebyggelse hvor rask brannspredning kan finne sted), og spesielt områder hvor det i tillegg er verneverdige trebygninger, bør boligsprinkling, slik som beskrevet i avsnitt 3.2, kombineres med utvendige deluge- eller overrislingsanlegg (jfr. avsnitt 3.7) /11/. Et utvendig overrislingsanlegg vil hindre at en brann i et av husene sprer seg til nabobygningen, eller at en brann i nabobygningen sprer seg til huset.

SINTEF NBL anbefaler fasadesprinkling som det viktigste tiltaket for å hindre brannspredning i tett trehusbebyggelse *etter* innvendig sprinkling (i henhold til NFPA 13D for en- og to-manns-boliger /17/, og i henhold til NFPA 13R-standarden for bolighus, overnattingssteder, sykehjem (maks 16 beboere) etc. inntil 4 etasjer /18/).

Videre anbefaler SINTEF NBL fasade-sprinkling med fast tilknytning til det offentlige ledningsnett, hvor anlegget aktiviseres manuelt /11/.

Utvendige overrislingsanlegg bør installeres i henhold til NFPA 80A-standarden /12/. Denne standarden foreskriver overrislingsanlegg med mindre rørdimensjoner og vannmengder sammenlignet med for eksempel de eksisterende reglene i de nordiske landene.

2.2.6 Verneverdige bygninger

I verneverdige bygninger hvor det er viktig å minimalisere vannskadene, kan vanntåkesystemer være meget anvendelig på grunn av at følgeskadene ved vanntilførslen minimaliseres (jfr. avsnitt 3.5) /9/. Det kreves imidlertid mer forsknings- og utviklingsarbeid angående denne slokkemethoden før denne teknikken kan inkluderes i forskriftene. Dette gjelder spesielt effekten av vanntåke og reantening av branner i faste materialer.

2.2.7 Industribedrifter med spesielt lavt vanntrykk

For industribedrifter med lavere vanntrykk enn hva som kreves ved konvensjonelle sprinklerhoder, bør det gies tillatelse i forskriftene for installasjon av "extra large orifice" sprinkler (jfr. avsnitt 3.3) /10/. Dette er sprinklerhoder hvor det er dokumentert at de har like gode, og i noen tilfeller bedre, slukkeeffektivitet sammenlignet med konvensjonelle hoder,. Dette gjelder til tross for at vanntrykket kan være vesentlig lavere enn det som kreves for konvensjonelle sprinklerhoder.

2.3 Anvendelse av alternative materialer for komponenter i sprinkleranlegg

Det bør åpnes for å anvende alternative materialer i rørledninger (for eksempel kobber, CPVC, polybutylen, andre stålkvaliteter etc) og eventuelle tanker for lagring av slukkevann, som vanligvis vil føre til lavere investeringskostnader, og ikke minst til lavere vedlikeholdsutgifter.

Det må imidlertid stilles strenge krav i forskriftene til dokumentasjon av egnethet og driftssikkerhet for alternative materialtyper i komponenter i sprinkleranlegg.

3 NY SPRINKLERTEKNOLOGI

3.1 Generelt

I dette kapittelet vil en vurdere ny sprinklerteknologi, som kan være aktuell i forskriftssammenheng. Ny sprinklerteknologi er allerede gjennomgått relativt grundig i SINTEF-rapport STF25 A92043 "Ny sprinklerteknologi - samme sikkerhet?" /4/ fra august 1993. Det henvises til denne rapporten for en generell innføring i ny sprinklerteknologi. Her vil en oppdatere eventuelle nye sider ved den nye sprinklerteknologien.

Følgende sprinklersystemer vil bli gjennomgått:

1. Boligsprinkling/"Quick/Fast Response" Sprinkler (Q/FR)
2. "Extended Coverage Light/Ordinary Hazard" (ECLH/ECOH)
3. Vanntåkesprinkler/"Fine Water Spray" (FWS)
4. "Early Suppression Fast Response" sprinkler (ESFR)
5. Utvendige overrislingsanlegg

Tabell 2.1 viser typiske vanntilførselsrater og trykk for forskjellige sprinklersystemer.

Tabell 2.1: Typiske vanntilførselsrater pr. sprinklerhode og nødvendig sprinklerhodetrykk for noen av de sprinklersystemene nevnt over /5/.

Sprinklertype	Vanntilførselsrate (l/liter/min.)	Trykk (bar)
Boligsprinkler/ "Quick Response" (QR)	68	1,7
Standard (spray)	142	3,2
"Extra Large Orifice" (ELO)	142	0,8
"Extra Coverage" (EC)	220	1,2
"Early suppression Fast Response" (ESFR)	374	3,4
"Large Drop" (LD)	294	3,4

Av tabell 2.1 fremgår det tydelig at ESFR-sprinkler krever klart den største vanntilførselen, mens det motsatte er tilfelle for boligsprinklerhoder, eller "Quick Response" sprinkler. Boligsprinklerhoder krever en vanntilførselsrate som er mindre enn en femtedel av vanntilførselsraten til ESFR-sprinklerhoder.

Filosofien bak boligsprinkling er at den primære målsetning er å redde menneskeliv, Det vil si personsikring, og at verdisikring er en sekundær målsetning. For de øvrige sprinklersystemene nevnt over er derimot personsikring og verdisikring sidestilt.

3.2 Boligsprinkling ("Quick/Fast Response" sprinkler)

Det er først i de senere årene at diskusjonen rundt boligsprinkling har blitt tatt opp, og da spesielt i USA. Bakgrunnen for det er at man i USA, som nevnt innledningsvis, har erkjent at den absolutt største andelen av de som omkomne i branner, omkommer i branner i bolighus. Dette har ført til en generelt større satsing på boligsprinkling i USA. Det er dermed blitt utviklet nye sprinklersystemer og sprinklerstandarder som er spesielt tilpasset slike bygninger. Den største hindringen for en utbredt bruk av sprinkleranlegg i boliger i USA, har vært kostnadene for sprinkleranlegget. Derfor har det vært et viktig mål å få ned kostnadene til sprinklersystemene ved hjelp av ny sprinklerteknologi, basert på omfattende forskning og utvikling.

"Quick" eller "Fast Response Sprinkler", som er et resultat av denne økte innsatsen på boligsprinkling i USA, er en fellesbetegnelse som ofte blir anvendt på flere typer sprinklerhoder med høy følsomhet. I tillegg til deres økte følsomhet, vil boligsprinkler ha et jevnere eller mer uniformt vannfordelingsmønster sammenlignet med konvensjonelle/standard sprinklerhoder.

Boligsprinkling kan altså karakteriseres med høy følsomhet og rask utløsning sammenlignet med standard sprinklerhoder. Boligsprinklerhoder har mindre tidsforsinkelse uttrykt ved RTI-faktoren. RTI-faktoren er et mål for termisk følsomhet, og indikerer hvor raskt smeltesikringen eller "bulben" i et sprinklerhode vil absorbere varmen fra omgivelsene. Jo lavere RTI-faktor er, jo raskere utløsning. Lav RTI-faktor oppnås blant annet ved lav vekt på "bulben", det vil si den del av sprinklerhodet som registrer når temperaturen har kommet over en vis grenseverdi. Denne verdien blir ofte satt til ca. 70 °C. Når denne temperaturen overskrides, blir sprinklerhodet utløst.

Mens standard sprinklere har en RTI-faktor i området $110-390 \text{ m}^{1/2}\text{s}^{1/2}$, er RTIfaktoren for boligsprinkler området $30-50 \text{ m}^{1/2}\text{s}^{1/2}$. Den type sprinkler som kreves brukt i boliger i USA, er en såkalt "quick" eller "fast response" sprinkler. Disse sprinklerhodene, sammen med en forenklet og mindre krevende sprinklerstandard, har ført til at sprinkleranlegg ble mulig, rent økonomisk. Dessuten ble nødvendig vannmengde for slokking vesentlig mindre sammenlignet med standard sprinkleranlegg, fordi brannen ble slokket på et atskillig tidligere stadium.

Det er viktig å være oppmerksom på at, i tillegg til den raske utløsningen, har sprinklerhoder beregnet for boliger et spesielt vannfordelingsmønster. Ettersom boligsprinkler skal beskytte sofaer, gardiner, forheng og lignende møbler i periferien av rommet, må spredningsmønsteret være mer jevnt fordelt sammenlignet med standard sprinklerhoder. Disse kan i store områder stole på en over-

lapping av områder, på grunn av at flere sprinklerhoder løser ut samtidig. Sprinklerhoder beregnet for boliger må ikke bare være i stand til å gi vann på veggene, men de må også være i stand til å kaste vannet høyt nok oppe på veggen og til taket, slik at brannen ikke spres over sprinklerhodene. Vann som tilføres taket, vil ikke bare beskytte veggen nær taket, men sker også nedkjølingen av røykgassene ved taket. Dette medfører også at sannsynligheten minsker for at for mange sprinklerhoder løser ut.

Det faktum at boligsprinklerhoder løser ut vesentlig raskere enn konvensjonelle hoder, gjør at en eventuell brannutvikling kan bekjempes i brannens tidlige fase. Dermed er det nødvendig med mindre vannmengder, vanntetthet og antall sprinklerhoder som løser ut sammenlignet med konvensjonelle sprinkleranlegg. For branner i bolighus hvor det ofte ikke er seksjoneringsvegger eller andre spredningshindre, kan sprinkling ha relativt liten innvirkning på brannen, dersom brannen har fått et visst omfang i boligen. Derfor er det viktig med tidlig utløsning av anlegget, slik at brannen nedkjempes før den har spredd seg for mye.

Forskjellige statistikker /6/ viser at i ca. 50 % av alle branner, hvor det er installert sprinkleranlegg, blir kun ett sprinklerhode utløst, i ca. 65 % av brannene blir 2 hoder utløst, og i nesten 75 % av brannene blir 3 hoder utløst. I 95 % av brannene blir 5 hoder eller færre utløst. Her må en imidlertid understreke at sprinkleranlegg for alle bygningstyper er med i dette statistiske tallmaterialet. Det er god grunn til å anta at hvis bare boligbranner hadde vært inkludert, ville disse prosentene vært enda høyere, pga lavere brannbelastning og takhøyde.

Boligsprinklersystemer baserer seg på de ovennevnte fakta for dimensjonering av sprinkleranlegg beregnet for boliger. Resultatet har dermed blitt sprinkleranlegg med betydelig reduserte vannmengder og antall sprinklerhoder som maksimalt kan løses ut. "LWS-sprinkler" eller "Limited Water Supply" sprinkler sprinklerhoder, som er utviklet av Factory Mutual Research Corporation i USA, er et godt eksempel på slike sprinklersystemer (jfr. avsnitt 3.6.2).

3.3 "Extra Large Orifice" sprinkler (ELO)

Dette er sprinklerhoder som på mange måter er svært lik konvensjonelle sprinklerhoder, bortsett i fra at dyseåpningene er større. Disse sprinklerhodene er beregnet for bygninger, hvor beskyttelse med konvensjonelle sprinkleranlegg er ønsket, men hvor vanntrykket er for lavt for andre typer sprinkleranlegg. ELO sprinklersystemer er i første rekke beregnet for bruk i lagerbygninger, og de må installeres i henhold til blant annet følgende regler /7/:

- Minimum trykk: 0,7 bar
- Største dekningsareal pr sprinklerhode: 9,3 m²
- Minste dekningsareal pr sprinklerhode: 6,5 m²
- Største avstand mellom hoder på en rørgren: 3,7 m
- Minste avstand til nærmeste hode: 2,1 m
- Utløpsdiameter på sprinklerhode: 22,7 mm

- Nominell K-faktor: $161,4 \text{ liter/min} \cdot (\text{bar})^{1/2}$ ($= 11,2 \text{ gal/min} \cdot (\text{psi})^{1/2}$)

Det spesielle med ELO sprinklere er at de greier å oppnå samme vanntetthet som konvensjonelle sprinklerhoder, men ved vesentlig lavere trykk. Et fullskala testprogram utført ved FMRC /7/, har vist ELO sprinklere er minst like gode som standard sprinklersystemer, og i noen tilfeller, til og med bedre.

3.4 "Extended Coverage Light/Ordinary Hazard" (ECLH/ECOH)

Denne type sprinkler fordeler vannet utover et større område sammenlignet med konvensjonelle sprinklere. Dette medfører færre sprinklerhoder, noe som vil resultere i lavere kostnader og visse estetiske fordeler.

FMRC har utviklet slike ECOH sprinklerhoder som har følgende egenskaper:

- Sprinklerhodenes utløpsdiameter: 16,3-17,8 mm
- Største avstand mellom hodene: 4,9-6,1 m
- Minste avstand mellom hodene: 3,0 m

Disse sprinklerhodene har høy følsomhet, noe som er nødvendig for å oppnå samme responstid som standard sprinklerhoder på grunn av den økte avstanden mellom hodene. Derfor blir ikke disse sprinklerhodene klassifisert som "quick/fast response" sprinklere. Lengre responstid på grunn av større avstand mellom hodene, blir altså kompensert ved å benytte "quick response" hoder. For et begrenset antall bruksområder er ECOH/ECLH sprinklere likeverdig med standard sprinklerhoder, plassert med vanlig avstand mellom hodene. ECLH sprinklere kan brukes for eksempel i hoteller, institusjoner, sykehus etc., hvor ett hode dekker ett sengerom i stedet for 2 konvensjonelle hoder.

Siden ECOH sprinklerhoder representerer betydelige forskjeller i sprinklerteknologien i forhold til konvensjonelle sprinklersystemer, må installasjon av slike anlegg ikke baseres på erfaring basert på tradisjonell sprinklerteknologi. Retningslinjer fra Factory Mutual Research Corporation (FMRC) må brukes ved installasjon av slike sprinklerhoder.

3.5 Vanntåke/"Fine Water Spray" (FWS)

Teknologien bak denne er relativt grundig presentert i SINTEF-rapport "Sprinklerteknologi - nødvendig vannmengde. Teknologistatus" /8/, og det henvises derfor til denne rapporten for mer detaljert informasjon vedrørende denne teknologien. Her vil en begrense seg til å komme med noe tilleggsinformasjon.

Fordelen med vanntåke er at det kan slokke store branner med svært små vannmengder sammenlignet med tradisjonelle sprinklerhoder. Dette gjør at vanntåkesprinkler er meget interessant å benytte i områder hvor vanntilførselen er begrenset, og i områder hvor en spesielt ønsker å minimalisere vannskadene. Denne teknikken benytter seg av det faktum at vann utvider seg ca. 1700 ganger når det

fordamper. På denne måten skapes en inertiseringseffekt ved at vanndampen fortrenger luften i rommet. Hvis vanntåkesprøyen er relativt nært brannkilden, vil vannet også ha en ikke ubetydelig kjsleeffekt på brannen i tillegg.

Vanntåkesprinkler har vist seg effektive i turbinrom, maskinrom på båter og spesielt rom med store mengder brennbare væsker. På grunn av at vannforbruket er vesentlig mindre sammenlignet med konvensjonelle sprinklersystemer, vil slike sprinkleranlegg være meget velegnet for boliger, på grunn av at vannskadene blir minimalisert. Vanntåke har imidlertid vist seg lite effektive i rom med mye elektronisk utstyr og rom med lukkede kabinetter (datarom og telekommunikasjonsrom. Vanntåkesprinkler har også vist seg relativt lite effektivt i rom hvor en har typiske dybdebranner, dvs brannen skjer i dybden av materialet, slik som ved brann i trematerialer ol., det vil si gøldbranner og ulmebranner. Dette skyldes at det kreves en viss varmeutvikling fra brannen, slik at de tilførte vannpartiklene fordamper effektivt. Dessuten medfører vanntåkeanlegg at de brennbare materialene ikke blir tilstrekkelig nedkjølt, slik at reantenning lett kan finne sted. Det finnes ennå liten eller ingen dokumentasjon om hvordan vanntåkeanlegg slukker en boligbrann.

Ingeniørfirmaet IGP AS i Trondheim har på oppdrag fra Riksantikvaren, gjennomført en serie sløkkeforsøk med bruk av vanntåke i en modell av en stavkirke /9/. Brannforsøkene ble gjennomført i en fullskala modell av Reinli stavkirke i SINTEF NB-s laboratorier. I grove trekk hadde denne modellen dimensjonene (det vil si innvendige lengde x bredde x høyde) 13,9 m x 5,3 m x 11,5 m. I alt ble 30 forsøk gjennomført. Forsøkene omfattet kun brann i kirkeskipet, som hadde et romvolum på ca. 500 m³.

Effekten av varierende vanntrykk, tilsetningsstoffer i vannet, dyseplassering, totalt utløst vannmengde, antall dyser og sekvensiell aktivisering av dysene ble nøye studert. Sprinklerhodene som ble benyttet, var klassifisert for et trykk på 10 bar. Selve startbrannen i et av forsøkene var et kar med 2-5 liter bensin, plassert på gulvet mellom to stolrader, eller plassert blant ti trepaller. Dette skulle representere en anstiftet brann, som ble antatt å være dimensjonerende startbrann. IGPs konklusjoner fra disse forsøkene var følgende:

1. En spesielt beregnet vanntåkesystem beskyttet kirkeskipet med hensyn til den dimensjonerende kirkebrannen nevnt over.
2. Vanntåkekonseptet kontrollerte brannene på følgende tre måter¹:
 - Brannen ble undertrykt i overtenningsfasen (angivelig på grunn av at fordampet vanndamp erstattet oksygenet i atmosfæren, slik at atmosfæren ble inertisert eller gjort inaktiv).
 - Spredning av brannen ble hindret ved at branngassene ble avkjølt, og ved at de brennbare overflatene ble fuktet.
 - Størrelsen på brannen ble redusert av lavhastighet tåkespray som avkjølte flammene, samt av at høyhastighetsdråper traff direkte på brannkilden.

¹ Tilstrekkelig dokumentasjon på at vanntåke virker på denne måten er imidlertid ennå ikke presentert. Derfor kan ikke SINTEF NBL, på det nåværende tidspunkt, bekrefte disse påstandene.

3.6 "Early Suppression Fast Response" sprinkler (ESFR)

ESFR-sprinkler kom på markedet for første gang i 1983. Dette sprinklersystemet er beregnet for områder med stor brannfare. Dette gjelder spesielt i lagerbygg med stor brannbelastning, slik som i forbindelse med varehus ol. ESFR-sprinkler er utstyrt med et temperaturfølsomt element, noe som fører til tidlig utløsning. Dette er meget effektive sprinklerhoder, som kombinerer rask utløsning, store vannmengder (jfr. tabell 2.1) og høy hastighet på vannet. På denne måten blir brannen effektivt slokket. ESFR-sprinklere forårsaker altså høy vanntetthet direkte på brannkilden. I USA er denne typen sprinklerhoder blitt dominerende for beskyttelse av lagerbygninger.

Vanntåkesprinkler (det vil si "Fine Water Spray" av typen total romfylling med vanddamp, slik at atmosfæren blir inertisert/gjort inaktiv) og ESFR-sprinkler, med hensyn til vanntilførsel og antatt brukt vannmengde for slokking. Disse to systemene er, ifølge Heskestad /5/, de klart mest lovende systemene for vannbasert slokking.

ESFR-sprinkler er imidlertid, med hensyn til vanntilførsel og vannmengde, overlegen vanntåkesprinkler ved store gulvflater (dvs over 100-200 m²), svarende til store romvolum. Vanntåke er derimot overlegen for små rom (dvs mindre enn 100 m²).

For vanntåke og store gulvflater er det nødvendig med lokal tilføring av vannet over brannkilden. Hvis lokal påføring kan oppnås ved hjelp av vanntåkesprinkler, vil denne typen sprinkler være å foretrekke på grunn av langt mindre vannmengder sammenlignet med ESFR. I store lokaler med jevnt fordelt brannbelastning og faste brennbare materialer (f.eks. lagerbygg), er imidlertid dette vanskelig å oppnå. I slike tilfeller vil et ESFR-sprinklersystem være det klart beste alternativet.

ESFR-sprinkler er beregnet for installasjon bare i taket, med nedoverrettet sprinklerhode. En fordel med ESFR-sprinklersystemer for bruk i lagerbygg, er at de blir billigere sammenlignet med en kombinasjon av standard taksprinkler og et sprinklerhode plassert inne i reolene. ESFR-sprinklere skal nemlig ikke plasseres i reolene, men kun i taket av lagerbygningen. ESFR-sprinkler tillater større fleksibilitet i lagerbygninger på grunn av de er effektive mot de fleste varettyper, samt at en unngår å plassere sprinklerhoder inne i reolene. ESFR-sprinkler er beregnet for lagerbygninger med høyde opp til 9,1 m. Slokkeforsøk har imidlertid vist at en takshøyde opp til 12,2 m kan tillates, hvis vanntrykket i sprinklerdysen økes fra 3,5 til 5,2 bar /10/.

Nødvendig vanntetthet (i mm/min.) for ESFR-sprinkler er tilnærmet proporsjonal med takhøyden i lagerbygningen /5/. Videre må slike sprinklerhoder brukes kun ved relativt flate tak. En annen viktig forutsetning for den gode effektiviteten til ESFR-sprinklersystemer, er at det er minimalt med hindringer mellom det utløste sprinklerhodet og selve brannen /10/. Det foregår for tiden arbeid med henblikk på å inkludere ESFR-sprinklersystemer i ISO-, den tyske VdS- og CEA-standarden, samt i standarder i Australia og Japan /10/.

Som konklusjon kan en slå fast at ESFR-sprinklersystemer ser ut til å bli den alternative løsningen for mange brannbeskyttelsesområder, som benyttes over hele verden. Dette systemet er pålitelig, kostnadseffektivt, og det har stor fleksibilitet for bruk i lagerbygg /10/.

3.7 Utvendig sprinkling

Formålet med utvendig sprinkling er primært å hindre brannspredning fra huset til nabobebyggelsen, og å hindre at en brann i nabobebyggelsen antenner huset. Sprinklerhodene forstøver vannet slik at et regn- og tåketeppe legges over husets tak og veggfasader. Hvis alle veggfasader skal beskyttes på denne måten samtidig, vil det kreve meget store vannmengder. Dette unngås ved å at anlegget deles opp i sløyfer, slik at kun den branneksponte fasaden blir overrislet med vann.

Ved utvendig sprinkling er det vanligvis ikke tale om et tradisjonelt sprinkleranlegg som utløser ved en gitt temperatur. Ved de fleste anleggene som er installert er det snakk om åpne dyser tilknyttet et tørranlegg på grunn av frostfaren. Et slikt system kan også være lukket og fylt med trykkluft. Det vil si et såkalt delugeanlegg eller overrislingsanlegg der vannet slippes frem til dysene ved at en ventil åpner for vanntilførselen. Videre er dette anlegg der sprinklerhodet, eller sløyfer med hoder, utløses automatisk eller manuelt utvendig på tak og fasader, hvis anlegget er et tørranlegg. Anlegg fylt med trykkluft, utlases automatisk ved hjelp av en smeltesikring.

SINTEF NBL anbefaler fasadesprinkling, kombinert med innvendig sprinkling, som det viktigste tiltaket for å hindre brannspredning i konflurasjonsområder, det vil si områder hvor det kan finne sted en rask brannspredning fra bygning til bygning, som for eksempel områder med tett trehusbebyggelse. I denne forbindelse bør det være fast tilknytning til det offentlige ledningsnett, hvor anlegget aktiviseres manuelt /11/.

NFPA 80A-standarden er en standard for beskyttelse av bygninger mot brannspredning fra utvendige branner /12/. Målsetningen for denne standarden er å beskytte brennbare materialer både innvendig og utvendig i en bygning, som blir eksponert for en utvendig brann, for eksempel i nabobygningen. Utvendige overrislingsanlegg bør installeres i henhold til NFPA 80A-standarden /12/. Denne standarden foreskriver overrislingsanlegg med mindre rørdimensjoner og vannmengder enn hva som kreves i reglene i de nordiske landene.

3.8 Økonomisk sammenligning

Når det gjelder kostnadene til boligsprinklersystemer har Baade /11/ sammenlignet anslåtte kostnader for forskjellige alternativer. Disse er vist i tabell 2.2.

Tabell 2.2: Økonomisk sammenligning av forskjellige alternativer (fra Baade/11/).

Sikringsmetode	Anslått kostnad NOK/m ²	Anmerkning
Boligsprinkling i henhold til de nordiske regler:	300 - 500	På grunn av husets utforming med mange små rom over flere etasjer, vil kostnadene bli høye.
Boligsprinkling i henhold til NFPA 13D-standarden	200 - 300	Som over.
Utvendig sprinkling (basert på "Tvedestrand modellen")	200 - 300 kr pr 1 m fasade	Kostnadene er sannsynligvis noe for høye, hvis en betrakter lengre, sammenhengende fasader.
Utvendig sprinkling med fast tilknytning til off. ledningsnett (manuelt)	400 - 600 kr pr 1 m fasade	Som over.
Som over, men med automatisk utlssning, basert på varmedeteksjon	2000 - 3000 kr pr 1 m fasade	Det er vanskelig å beregne alarmdelen av anlegget. Beregnet pr 1 m fasade vil denne bli uforholdsmessig høy.
Lokalt alarmsignal til boenehet og nærmiljø basert på installert detek tor, evt. mekanisk signal fra utløst sprinkleranlegg	Innvendig: 20 - 30 Utvendig: 100-150 kr pr 1 m fasade	Evt. sprinkleralarm er ikke inkludert.
Automatisk branndeteksjon, styring og alarmering der signal overføres automatisk til brannvesen (ABA-system)	50-100	Som over.

3.9 Sprinkleralarm (sprinkleranlegg som erstatning for automatiske brannalarmanlegg)

Alle sprinklersystemer skal i prinsippet utstyres med kontrollventil og sprinkleralarm, som gir alarm primært i form av et lydsignal. Alarmen skal knyttes enten til anleggets kontrollventiler eller til en vannstrømningsmåler i anlegget. Det kreves vanligvis også, bortsett fra ved boligsprinklersystemer, at anlegget skal gi signal til ekstern alarmsentral. De fleste regelverk tillater både alarmventiler drevet av vann og elektrisk trykkbryter.

I henhold til "Retningslinjer for offentlige påbudte sprinkleranlegg" kan "quick/fast response" sprinklerhoder erstatte brannalarmdetektorer innenfor visse områder, når mer erfaring og dokumentasjon om disse hodene foreligger. Dette gjelder blant annet for pleieinstitusjoner, hvor evakuering av sengeliggende kan være et problem. Det er åpning for dette i dagens svenske byggeforskrifter. "Veterans Administration" i USA, som driver en rekke pleieinstitusjoner, benytter "quick/fast response" sprinklerhoder i stedet for annen deteksjon i sine bygninger. Det kan også gjelde hoteller, fordi en del av gjestene kan være ute av stand til å reagere på alarm.

I de tilfeller det ikke er krevet brannalarmanlegg i bygningen, kan alarmoverføring til døgnbemannet alarmsentral utløses av sprinkleranlegg. Overføring til alarmsentral vil også være nyttig, fordi skader ved feilutløsning kan reduseres.

Responstiden for anleggene må også tas i betraktning ved vurdering av sprinkleranlegg kontra brannalarmanlegg. Et moderne brannalarmanlegg med røykdetektorer vil kunne varsle om brann langt hurtigere enn et sprinkleranlegg, som først vil reagere når branngassene har nådd en viss temperatur (vanligvis ca. 70 °C).

3.10 Kontroll- og vedlikeholdsbehovet

Ifølge NFPA 13D- og 13R-standarden (se avsnittene 4.4 og 4.5) er det eierens ansvar at boligsprinkleranlegget til enhver tid er i operativ tilstand. For NFPA 13R gjelder i tillegg at anlegget skal inspiseres, testet og vedlikeholdt i henhold til NFPA 25; "Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems" /13/.

For andre sprinklersystemer kan vedlikeholdet deles inn i følgende separate forhold:

- Anleggseiers egenkontroll
- Service i henhold til avtale eller behov, utført av et kvalifisert firma
- Kontroll utført av firma/instans som har myndighet til å kreve slik kontroll

I alle regelverk/standarder er det klare krav spesifisert for de tre punktene nevnt over, for alle hoveddeler tilhørende et sprinklersystem.

3.11 Sprinkleranleggets innvirkning på passive tiltak

Det er klart at installerte sprinklersystemer generelt vil virke positivt inn både på lastsiden og på responssiden for passive tiltak. På lastsiden vil sprinkleranlegg virke positivt inn ved at det i vesentlig grad senker den termiske branneksponeeringen. Sprinkleranlegget vil virke positivt inn på responssiden ved at det som regel vil kjøle konstruksjoner som fungerer som passive tiltak (brannskiller, branndører, spesielle vinduskonstruksjoner etc), og dermed holde temperaturen under det som ville ha vært tilfelle uten sprinkling. Sprinkling vil imidlertid i de fleste tilfeller ha størst effekt på lastsiden. I slike tilfeller vil sprinkleranlegget utgjøre en delvis kompensasjon for passive tiltak.

For boligsprinkling er, som allerede nevnt, den primære funksjonen til sprinkleranlegget å slokke brannen i dens tidlige fase. Dette gjøres ved hjelp av raske sprinklerhoder ("quick response" hoder) som løser ut før brannen har rukket å spre seg utover dens startsted. I dette tilfellet vil boligsprinkling kunne utgjøre en full erstatning for passive tiltak. En må imidlertid være klar over at situasjonen kan bli meget kritisk hvis anlegget ikke lykkes med slokningen av brannen.

I henhold til dagens praksis i Norge, og trolig også i de andre nordiske landene, fins det generelt ikke noen hjemmel for at aktive tiltak gir grunnlag for reduksjon i kravene til passive tiltak. Imidlertid, i forbindelse med systemer med "utvidet kompensasjon"/funksjonskrav, er det nå på vei inn et regelverk som kan gi kreditt for aktive tiltak, både på lastsiden og responssiden.

4 INTERNASJONALE STANDARDER OG REGELVERK

4.1 Generelt

I dette kapittelet vil en gjennomgå relevante standarder som kan være aktuelle for eventuelle nye retningslinjer, samt presentere de viktige karakteristiske trekkene ved disse standardene. Følgende standarder er gjennomgått:

- CEN¹ (Commite European Normalisation)
- NFPA 13 (NFPA er "National Fire Protection Association" i USA)
- NFPA 13D
- NFPA 13R
-

I tillegg er har vi også tatt for oss noen "bedriftsstandarder".

Regelverkene i de nordiske land er i hovedsak nokså like, ettersom de alle bygger på det engelske regelverket fra "Loss Prevention Council", det vil si de såkalte "LPC-reglene". LPC er det samme som det tidligere "Fire Office Committee" (FOC). LPC-reglene er en viderefsring av det som tidligere ble betegnet som "FOC-reglene" .

Ettersom Finland er det land i Norden hvor det installeres desidert flest antall sprinklerhoder pr. innbygger, har SINTEF NBL henvendt seg til VTT i Finland. VTT /14/ kunne opplyse om at den finske standarden for boligsprinkling og andre liknende bygg, var en mer eller mindre 100 % kopi av NFPA 13D og 13R, og at denne standarden er primært ment som kompensere tiltak. I Danmark er det spesielle krav til sprinkling av pleieinstitusjoner. I Norge og Sverige er det derimot ingen generelle krav når det gjelder boliger, hoteller, mindre bedrifter, helseinstitusjoner og andre institusjoner etc.

En offisielle amerikansk standard utarbeidet av Building Officials and Code Administrators International Inc., det vil si BOCA 100, bygger også i store trekk på NFPA 13R /18/.

Sprinklerstandardene fra ikke-engelskspråklige land vil dessuten være vanskelig tilgjengelige på grunn av at de som regel ikke er oversatt til engelsk, slik som for eksempel den finske, franske og den tyske sprinklerstandarden. SINTEF NBL har derfor konsentrert seg om en relativt grundig gjennomgang av NFPA 13, fremfor å bruke mye tid på å søke etter og gjennomgå andre standarder, som sannsynligvis inneholder svært lite nytt relevant materiale.

Tabell 3.1 gir en oversikt over noen av de viktigste bestemmelsene i NFPA 13, 13D, 13R og CEN. Tabellen kan brukes til å sammenligne de viktigste bestemmelsene for disse standardene.

¹ Denne standarden er ikke publisert, men SINTEF NBL har gjennomgått et utkast av standarden.

Tabell 3.1: Oversikt over de viktigste bestemmelsene i CEN (ikke endelige) og NFPA 13, 13D, og 13R.. Det må her gjøres oppmerksom på at det finnes en rekke unntak fra disse bestemmelsene, som ikke er tatt med her.

TYPE. BESTEMMELSE	CEN	NFPA 13	NFPA 13D~.	NFPA 13R
Kriterier:	Lager, industri, handel, ikke-industri (lav, middels, høy brannbelastning)	Lager, industri, handel, ikke-industri (lav, middels høy, brannbelastning)	En- og tomannsboliger	Bolighus, internater, pleiehjem (inntil 16 bebo-ere), hoteller etc. inntil fire etg.
Primær målsetning:	Redde mennesker og eiendom	Redde mennesker og eiendom	Redde mennesker	Redde mennesker
Sekundær målsetning:	-	-	Begrense skade	Begrense skade
Sprinklertype:	Konvensjonel 1 sprinkler i tak og på vegg.	Konvensjonel 1 sprinkler i tak og på vegg.	"Quick/fast response" i tak og på vegg.	"Quick/fast response" i tak og på vegg.
Antall fareklasser	7 (3 hovedkl.)	6 (3 hovedkl.)	1	1
Vanntetthet (mm/min)	2,25-30 ¹	2,2-16,3	3,7-5,1	3,7-5,1
Vanntilførsel (l/min)	225-12000 ¹	-	68-98	68-196
Maks. m ² pr. hode	9-21	9,3-20,9	13,4	13,4
Maks./min. antall hoder som ligger ut samtidig:	-	min.4	maks.2	maks.4

¹ Avhengig av fareklasse og lagringshøyde og antall hoder som er dimensjonerende.

Varighet for vanntilførselen (min.):	30-90	30-120	10	30
Maks. avstand mellom sprinklerhoder (m):	3,7-4,6 (2,8 i lagerreoler)	3,7-4,6	3,7	3,7
Min. avstand mellom sprinklerhoder (m):	2	1,8	2,4	2,4
Maks. avst. hode og vegg (m):	1,35-2,3	1,8-2,3	1,8	1,8
Min. vanntrykk i spr.hode (bar)	0,7-6,9	3,2	1,7	1,7
Min. vannvolum tilgj.lig (m ³)	9-875 (1090)	-	0,980	5,88
Antall vannkilder:	1	-	1	1
Våte og/eller tørre anlegg	Våte og tørre	Våte og tørre	Våte	Våte
Krav til sprinkleralarm:	Ja	Ja	Ja	Ja

4.2 CEN-standarden

CEN-standarden /15/ er enda ikke ferdigstilt og publisert, men et foreløpig utkast av standarden eksisterer. SINTEF NBL har gjennomgått dette utkastet..

Standarden er, som de fleste standardene i de nordiske landene, en videreføring av de engelske LPC-reglene. Ved gjennomgang av for eksempel de norske FG-reglene, kunne en konstatere at, på de viktigste punktene, er de så og si identiske med CEN-reglene. Ettersom regelverket for de nordiske landene er nokså like, vil CEN-reglene også være svært like de andre nordiske lands regelverk.

Vi vil her nøye oss med å konstatere at CEN-reglene, som reglene i de fleste nordiske land baserer seg på LPCs regelverk eller FOC-reglene. Selv om det primært er beregnet for verdisikring i industribedrifter, lager, varehus etc, er verdisikring og personsikring sidestilt i dette regelverket.

4.3 NFPA 13-standarden

Siden 1983 har NFPA (National Fire Protection Association i USA) godkjent installasjon av boligsprinkleranlegg i henhold til NFPA 13-standarden. For anvendelse av denne standarden for boligsprinkling, må det dimensjonerende området være det området som dekkes av de fire ugunstigste sprinklerhodene. Det vil si at minst fire sprinklerhoder løser ut samtidig.

Ved hydrauliske beregning av sprinkleranlegg skal det ugunstigste hode gi den påkrevde vann tetthet, i motsetning til gjennomsnittet av de fire ugunstigste hodene i det nordiske/felleseuropeiske regelverk. NFPA 13 stiller også vesentlig strengere krav til vannforsyningens kapasitet, når det gjelder anlegg i middels fareklasse.

Sprinkleranlegg som installeres i henhold til NFPA 13 blir, i følge Norsk Brannvern Forening /16/, som regel dyrere enn anlegg installert etter felleseuropeiske regler. Dette er også SINTEF NBLs oppfatning. NFPA 13 er spesielt restriktive når det gjelder sveising av sprinkleranlegg. Videre skal alle områder av en bygning sprinkles i henhold til denne standarden.

NFPA 13-standarden tillater også at andre sprinklerhoder enn den tradisjonelle typen kan benyttes, slik som blant annet "quick response" sprinkler i boliger og ESFR-sprinkler i høyrisikoområder. Det kan imidlertid være visse restriksjoner ved anvendelse av ny sprinklerteknologi, som for eksempel at ESFR-sprinkler bare kan benyttes i våte systemer. Det faktum at NFPA 13-standarden medfører meget store vannmengder, har ført til at denne standarden har blitt videreutviklet for å tilpasse en- og tomannsboliger, samt boliger, hoteller m.m. inntil 4 etasjer. Dette har resultert i to nye standarder, nemlig henholdsvis NFPA 13D og 13R.

4.4 NFPA 13D-standarden

4.4.1 Generelt

Den eneste standarden eller regelverket i USA for installasjon av sprinkleranlegg (det vil si NFPA 13) var opprinnelig primært beregnet for industribygg/lager hvor brannbelastningen til dels kunne være meget høy. Dermed ble vannbehovet temmelig stort for slike sprinkleranlegg, i tillegg til at de ble temmelig dyre og lite estetiske for boliger.

Det faktum at NFPA 13-standarden krever at minst fire sprinklerhoder løser ut samtidig, uten hensyn til graden av seksjonering i bygget. Det er klart at dette ville føre til et altfor stor vanntilførsel i hus med mange små rom, for eksempel bolighus.

I 1975, etter to år med intens forskning og diskusjon, kom det første forslaget til en sprinklerstandard beregnet for boliger, nemlig *IVFPA 13D: "Standard for the Installation of Sprinkler Systems in one family and Two-Family Dwellings and Mobile Homes"* /17/. Det må påpekes at denne standarden gjelder kun for en- og to- familiehus.

4.4.2 Overordnet målsetning

NFPA 13D slår fast at filosofien eller formålet med boligsprinkling skal være oppdagelse og kontroll av brann i boliger, og således ske sikkerheten mot skade av mennesker, tap av menneskeliv, og, i siste instans, også skade på eiendom.

Det er forventet at et sprinklersystem som er installert i henhold til *NFPA 13D*-standarden, skal hindre overtenning i brannrommet, og å øke mulighetene for å rømme eller evakuere boligen. Å redde liv er altså det primære mål, mens beskyttelse av eiendom er et sekundært mål.

Denne svake forandringen i vektlegging av mål er gjennomgripende i denne standarden. Dette vil resultere i en betydelig forskjell med hensyn til installasjonskrav og kostnader. Som et eksempel kan en nevne loftsrom, hvor mennesker vanligvis ikke oppholder seg eller sover i. Hvis sikring av eiendom skal være sekundært, vil det være et redusert krav til beskyttelse av loftsrom ved hjelp av sprinkling. Det samme gjelder garasjer og vestibyler/haller etc.

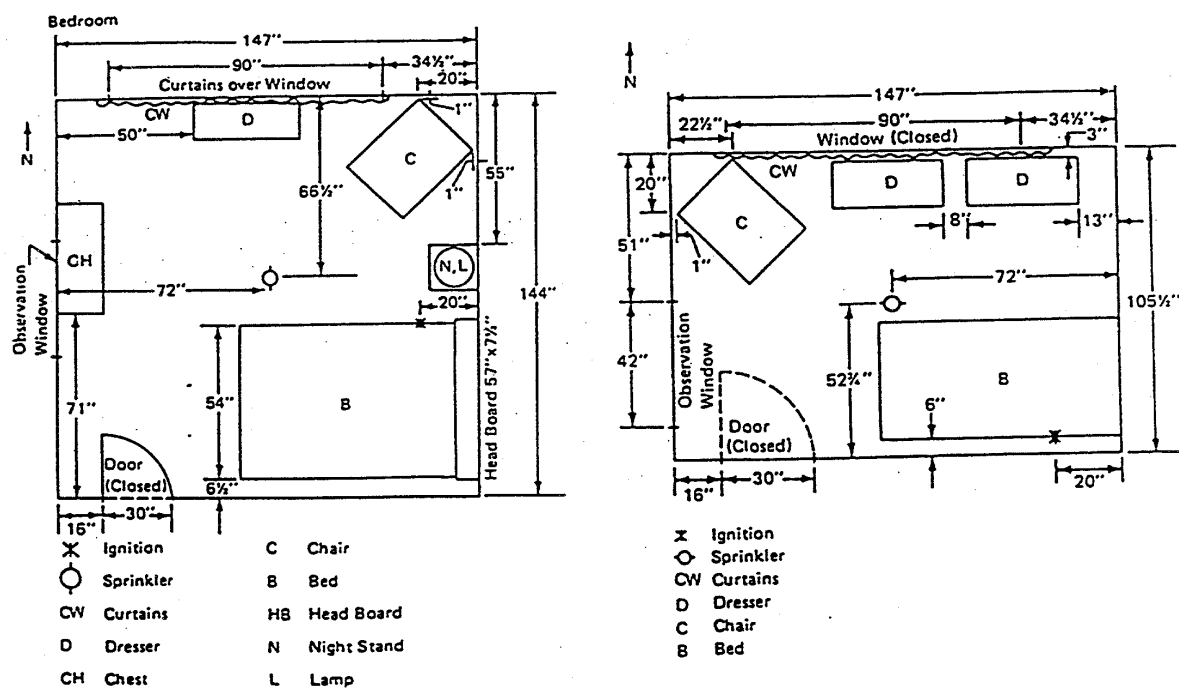
4.4.3 Bakgrunnen for kriteriene i standarden

Kriteriene i denne standarden er basert på fullskala eksperimenter i rom som inneholder typiske møbler som finnes i stue, kjøkken og soverom. Plasseringen av møblene i de enkelte rom er vist i figur 3.1. Over 60 tester ble gjennomført i en toetasjers bolig.

Sprinklersystemer som blir prosjektert og konstruert i henhold til *NFPA 13D*, skal hindre overtenning i det rommet hvor brannen startet. Det påpekes imidlertid at sprinklersystemer installert i henhold til standarden, ikke kan forventes å kontrollere en brann hvor brannbelastningen er vesentlig høyere enn hva som vanligvis finnes i boliger, eller hvor veggkledningen har uvanlig høy flammespredningsevne.

33 fullskalatester ble i tillegg gjennomført i et rom (3,6 m x 7,2 m) for å bestemme innflytelsen av takvinkel og takbjelker på aktiviseringen av "quick/fast response" sprinkler. Forsøkene ble gjennomført med to nedoverrettede sprinklerhoder, med samlet vanntilførsel lik 98 l/min., og to takvinkler på taket (det vil si 0° og 14°).

Disse testene viste at takvinkel og takbjelker utgjorde en alvorlig utfordring til sprinklersystemet. Testene med horisontalt tak og takbjelke viste imidlertid at brannen ble kontrollert på samme måte som ved horisontalt tak og ingen takbjelke, hvis sprinklerne ble plassert i midten av de to områdene begrenset av takbjelken, ved en total vanntilførsel lik 136 l/min.. Tester uten takbjelke, men med 14 ° takvinkel, viste at brannen ble kontrollert på samme måte som ved horisontalt tak. Dette forutsetter at tre sprinklerhoder ble installert med en total vanntilførsel lik 200 l/min.



Figur 3.1: Skisse av soverom og dagligstue hvor slokkeforsøkene ble gjennomført (1 " er 25,4 mm, fra /17/).

4.4.4 Rom som ikke behøver sprinkling

Boligsprinkler skal normalt installeres i alle rom i boligen. Det er følgende unntak fra dette:

- Baderom som er mindre enn $55 \text{ ft}^2 = 5.1 \text{ m}^2$, og som ikke har brennbare faste sanitæranlegg, behøves ikke å sprinkles.
- Skap, kott eller klosett hvor den minste dimensjonen ikke overskrider 3 ft - 0.91 m, og arealet ikke overskrider $24 \text{ ft}^2 = 2.2 \text{ m}^2$, og vegg og tak er kledd med ubrennbare materialer, er det heller ikke nødvendig med sprinklerbeskyttelse.
- Sprinkler behøves ikke å installeres i vindfang, hall, vestibyle, portal eller garasje, "carports", loftsrom og kryprom som ikke blir brukt, samt lagerlokaler.
- En behøver ikke å sprinkle i inngang/foyer. Dette vil ofte være den eneste rømningsvei i huset, bortsett fra vinduene.

De områdene som ikke er påkrevd sprinkling i henhold til NFPA 13D, er de områdene som er mest kostbare å sprinkle. Disse arealene er vanligvis ikke oppvarmet, fordi de ikke er bebodde arealer. Disse områdene vil dermed kreve tørrsprinkleranlegg, noe som er relativt dyre anlegg. Eiendom ofres altså for lavere kostnader for å gjøre det mer attraktivt å redde mennesker. De områder hvor det gies unntak for sprinkling, er de områder som, ifølge statistikken, har lav sannsynlighet for at det skal oppstå brann, slik som små baderom, skap, kott, hall, vestibyle osv.

4.4.5 Vanntilførsel

Det er et krav om at det skal være en vanntilførsel lik 68 liter/min. (18 gallon pr. minutt), dersom ett hode løser ut over et areal lik $144 \text{ ft}^2 = 13,4 \text{ m}^2$. Dette medfører en vanntetthet lik $5,1 \text{ liter/min} \cdot \text{m}^2$ eller $5,1 \text{ mm/min}$. Det maksimale antall hoder som kan løses ut er to. Vanntilførselen vil i dette tilfelle reduseres til 49 liter/min., det vil si til sammen 98 liter/min. Vanntettheten vil da bli $3,7 \text{ mm/min}$ (eller $3,7 \text{ liter/min} \cdot \text{m}^2$).

I NFPA 13D er kravet at denne vanntilførselen skal opprettholdes i 10 minutter fra maksimalt 2 sprinklerhoder. Denne forskjellen vil resultere i en dramatisk endring i kravet til komponenter og utstyr. "Quick response" sprinklere har forbedret responstiden fra over 2 minutt til under 1 minutt i ovnstester. Ved hjelp av raskere sprinklerhoder, vil 2 hoder og vanntilførsel i 10 min. være tilstrekkelig, slik at brannen blir kontrollert. Dermed skulle beboerne rekke å evakuere boligen.

Andre vanntilførselsrater, utløsningsarealer, andre aktuelle områder og prosjekterte trykk enn hva som er spesifisert i NFPA 13 D, kan brukes hvis en benytter spesielle sprinklere beregnet for dette. Et krav er at vannet skal leveres øyeblikkelig uten noen tidsforsinkelse. Det faktum at det kan være en viss tidsforsinkelse for vannforsyningen ved tørranlegg, har vært en av årsakene til at slike systemer vanligvis ikke har vært tillatt for boligsprinkling.

For systemer som kan være utsatt for temperaturer under frysepunktet, kan en benytte tilsetningsmidler som hindrer at vannet fryser. Tørranlegg kan benyttes i henhold til standarden, hvis sprinklerhodene og anlegget er spesielt godkjent for tørranlegg. Frem til og med siste utgave av denne standarden (1991) er det ikke gitt tillatelse til installasjon av tørranlegg i henhold til NFPA 13D /17/.

Til tross for at tre forskjellige arrangementer for vanntilførsel er akseptable i henhold til NFPA 13D, prioriteres det system hvor en enkel ventil kontrollerer vanntilførselen både til sprinkleranlegget og til huset. Sprinkleranlegget kan dermed ikke stenges av uten at vanntilførselen til huset samtidig også stenges. Dermed unngår en at vanntilførselen til sprinkleranlegget stenges.

Sprinklersystem skal, i henhold til NFPA 13D, være tilknyttet minst et automatisk vanntilførselssystem. Følgende vannkilder er tillatt:

- tilknytning til et pålitelig vannverk
- en hevet tank
- en trykktank prosjektert i henhold til ASME-standard
- en vanntank med automatisk styrt pumpe.

4.4.6 Komponenter

NFPA 13D begrenser generelt ikke adgangen til å anvende ny teknologi eller alternative arrangementer forutsatt at sikkerhetsnivået, slik det er beskrevet i standarden, ikke senkes. Bare godkjente sprinklerhoder og annet utstyr kan benyttes.

NFPA 13D-standarden tillater for eksempel bruk av andre rørmaterialer, som for eksempel CPVC, polybutylen og andre stålmaterialer enn anbefalt, hvis det er testet og godkjent av et anerkjent laboratorium, samt hvis de installeres i henhold til produsentens installasjonsbeskrivelse. Samme reglene som nevnt over, gjelder også for alle rørdeler.

Bare godkjente sprinklerhoder beregnet for boliger kan benyttes ("quick respons sprinklers"). Tørranlegg skal imidlertid ikke benytte slike sprinklerhoder uten at de er spesielt godkjent for slike anlegg. Minste rørdimensjon (inklusive kobberrør) skal være 3/4" eller 19 mm.

4.4.7 Plassering av sprinklerhoder

Sprinklerhodene skal plasseres slik at området hvert hode beskytter, ikke overskrider 13,4 m². Den maksimale og minimale avstanden mellom hodene på hver rørledning, eller mellom sprinklerhoderekkene, skal ikke overskride 3,7 m eller være mindre enn 2,4 m. Den maksimale avstanden til en vegg skal ikke overstige 1,8 m.

Nedoverrettete og oppoverrettete sprinklerhoder skal installeres innenfor en avstand på 1" (25,4 mm) til 4" (102 mm) fra tak. Veggsprinkler skal monteres slik at sprederplate har en avstand lik 1" (25,4 mm) og 4" (102 mm) fra taket. Sprinklerhoder plassert på vegg skal plasseres slik at sprederplaten er innenfor 102 og 152 mm fra taket.

4.5 NFPA 13R-standard

4.5.1 Generelt

NFPA 13R ("Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies up to and including 4 stories") er en standard for lave "bolighus" av alle kategorier inntil 4 etasjer, det vil si hoteller, moteller, leiligheter, losjier ol. Denne standarden ble først publisert høsten 1988.

Denne standarden gjelder for følgende bygg:

1. Blokk og leiegårder med leiligheter
2. Internater, leieboliger
3. Pleiehjem med inntil 16 beboere
4. Hoteller, moteller (overnattingssteder generelt)

For bygg inntil 4 etasjer, som nevnt over, kan altså NFPA 13R benyttes som et alternativ til NFPA 13-standarden: "Standard for the Installation of Sprinkler Systems" /18/.

Ved bruk av sprinkling i slike bygg skal altså sprinkleranlegget være i henhold til NFPA 13R, mens utvendig sprinkling av huset skal være i henhold til NFPA 80A. Dette inkluderer også bruk av tørre systemer.

4.5.2 Overordnet målsetning

NFPA 13R-standarden har samme intensjon og målsetning som NFPA 13D, nemlig: det primære mål er å redde menneskeliv, mens å begrense skade på eiendom er et sekundært mål. Denne standarden hindrer heller ikke anvendelsen av ny teknologi eller alternative arrangementer, forutsatt at sikkerhetsnivået beskrevet i standarden ikke reduseres. Dette sikkerhetsnivået er det samme som beskrevet i NFPA 13D. Eieren av bygget er, i henhold til NFPA 13D og 13R, ansvarlig for tilstanden til sprinkleranlegget, og eieren skal holde anlegget i normal driftstilstand. For NFPA 13R gjelder i tillegg at skal inspiseres i henhold til NFPA 24 (jfr. avsnitt 3.10)

Denne standarden har intensjonen om at en høy grad av sikkerhet for mennesker skal opprettholdes. Det skal være en lavere grad av beskyttelse med hensyn til tap/skade av eiendom.

4.5.3 Bakgrunnen for kriteriene i standarden

Kriteriene i denne standarden er basert på fullskala forsøk eller eksperimenter i rom som inneholder typiske møbler som finnes i stue, kjøkken og soverom. Plasseringen av møblene i de enkelte rom er vist i figur 3.1. Over 60 forsøk ble gjennomført i en to-etasjers bolig.

Sprinklersystemer som blir prosjektert og konstruert i henhold til NFPA 13R, skal hindre overtenning i det rommet hvor brannen startet. Det påpekes imidlertid at sprinklersystemer installert i henhold til standarden ikke kan forventes å kontrollere en brann hvor brannbelastningen er vesentlig høyere enn det som vanligvis fins i boliger, og hvor veggkledningen har uvanlig høy flammespredningsevne.

En forutsetning for et sprinklersystem installert i henhold til denne standarden, er at sprinklerhodene nærmest brannen løser ut før brannen blir så omfattende at den overgår sprinklersystemets evne til å slokke brannen. Det blir påpekt i standarden at uvanlig høye takhøyder eller takkonstruksjoner (f.eks. takbjelker) kan avlede eller bortlede røykgassene vekk fra sprinklerhodet, eller at sprinklernes spredningsmønster forandres. Dette kan føre til tilstander hvor systemet ikke greier å slokke eller kontrollere brannen, slik som forutsatt i standarden.

4.5.4 Vanntilførsel

NFPA 13R er lik NFPA 13D med hensyn til følgende:

- Vanntilførselsrater, bortsett fra at det maksimale antall sprinklere, som krever 13 gpm = 49 liter/min., er 4 sprinklerhoder i stedet for 2, slik som beskrevet i NFPA 13D. Dette medfører en total vanntilførselsrate lik $4 \times 49 \text{ l/min} = 196 \text{ l/min.}$, i stedet for $2 \times 49 = 98 \text{ l/min.}$
- Regler for vanntilførsel og vannreservoar.

Når lagret vann i tank benyttes som den eneste kilden, skal minimum lagret vannmengde tilsvare vannmengden ved den påkrevde vanntilførselsraten i 30 minutter. Når opptil 4 sprinklerhoder kan løses ut samtidig med minimum rate lik 49 l/min., blir minimum lagret vannmengde lik: $4 \times 49 \text{ l/min.} \times 30 \text{ min.} = 5880 \text{ liter.}$ Dette vil kreve et seks ganger større vannreservoar i forhold til det som kreves i NFPA 13D, hvor maksimalt 2 hoder skal gi 49 l/min. i 10 minutter, det vil si totalt 980 liter.

Et sprinkleranlegg i henhold til NFPA 13R skal være utstyrt med en separat avstengningsventil for anlegget. Det samme skal også vanntilførselen til huset ha, slik at disse to systemene kan stenges uavhengig av hverandre.

4.5.5 Plassering av sprinklerhoder

Følgende primære regler gjelder for plassering av sprinklerhodene:

- Dekningsareal pr. sprinklerhode: $144 \text{ ft}^2 = 13.4 \text{ m}^2$.
- Den maksimale avstanden mellom sprinklerhodene: $12 \text{ ft} = 3.7 \text{ m.}$
- Den minste avstanden: $8 \text{ ft} = 2.4 \text{ m.}$
- Den største avstanden for et sprinklerhode fra en vegg: $6 \text{ ft} = 1.8 \text{ m.}$
- Plassering av taksprinkler innenfor 1" (25,4 mm) og 4" (102 mm) fra tak. Veggsprinkler skal monteres slik at sprederplate har en avstand 4" (102 mm) til 6" (152 mm) fra taket.

4.5.6 Komponenter

I NFPA 13R er det nødvendig å installere kun en avstengningsventil før sprinkleranlegget og husets generelle vanntilførsel, samt en avstengningsventil etter sprinkleranlegget og vanntilførselen til huset. Dette sikrer at det kan utføres reparasjoner på vannforsyningsystemet til huset uten at vannet til sprinkleranlegget blir stengt av. Sprinkleranlegget vil være tilkopledd direkte til vannforsyningen til boligen.

4.5.7 Områder som ikke krever sprinkling

NFPA 13R-standarden anbefaler, men krever ikke, sprinkling av alle arealer i bygningen. Den tillater at visse områder unntas fra sprinkling, det vil si områder som, ifølge NFPAs brannstatistikk, har lav sannsynlighet for tap av menneskeliv. Det gjøres imidlertid oppmerksom på at utelatelse av sprinkling i et område, lett kan føre til uholdbare forhold i tilstøtende områder ved brann i de områdene som ikke sprinkles. På områder hvor evakuering av bygget kan bli forsinket, kan det være nødvendig med ekstra sprinkling eller sikkerhetstiltak, slik som deteksjon eller seksjonering av rommet.

Sprinklerhoder skal normalt installeres i alle rom i boligen. Det er følgende unntak fra dette:

- Baderom som er mindre enn $55 \text{ ft}^2 = 5.1 \text{ m}^2$, og som har ikke brennbare faste sanitæranlegg, behøver ikke å sprinkles.
- Skap, kott eller klosett hvor den minste dimensjonen ikke overskrider 3 ft - 0.91 m, og arealet ikke overskrider $24 \text{ ft}^2 = 2.2 \text{ m}^2$, og vegg og tak er kledd med ubrennbare materialer, behøver ikke å sprinkles.
- Det er ikke nødvendig å installere sprinklerhoder i vindfang, hall, vestibyle, portal, korridorer, åpne trapperom, garasje og "carports" ol., samt loftsrom, heisesjakter og kryprom og lukkede rom som ikke blir brukt, slik som lagerlokaler.
- En behøver ikke å sprinkle i inngang/foyer som er den eneste rømningsvei i huset.

4.6 "Bedriftsstandarder"

I USA er kontrollen med installasjonen av sprinkleranlegg i bolighus mye strengere sammenlignet med kontrollen av installasjon av oppvarmingssystemer og sanitærsystemer. Hydrauliske trykktapsberegninger må som regel gjennomføres, slik at det ugunstigste plasserte sprinklerhode får den påkrevde vannmengde. Disse beregningene må leveres til kontrollerende myndighet.

I USA blir ikke boligsprinklersystemer godkjent av organisasjoner ved hjelp av en felles produktstandard, slik som for tradisjonelle sprinklersystemer. Underwriters Laboratories (UL) Inc. har imidlertid utviklet UL 1626 for boligsprinklersystemer, mens Factory Mutual Research Corporation (FMRC) har utgitt sin godkjenningstandard "Approval Standard FM 2030" for boligsprinkling. Begge disse standardene inkluderer en "plunge test" med spesielle krav til følsomhet, og en vannfordelingstest som tester vannets spredningsmønsteret både i horisontal- og vertikalplanet, samt en branntest som simulerer en brann i et hjørne av et typisk oppholdsrom.

4.6.1 UL 1626-standarden

For at et sprinklerhode skal bli godkjent i henhold til UL (Underwriters Laboratories) 1626-standarden, må det tilfredsstillende følgende kriterier i et testrom med takhøyde 2,4 m, i tillegg til at brannen skal kontrolleres i 10 minutter:

1. Den maksimale gasstemperaturen ved sprinklerhodet skal ikke overskride 316 ° C {600 ° F}.
2. Den maksimale temperaturen 1,6 m over gulvet midt i rommet skal ikke overskride 93 ° C under hele testen. Denne temperaturen må heller ikke overskride 54 ° C i mer enn 2 minutter.
3. Den maksimale temperaturen 6,3 mm bak takoverflaten like over brannen, må ikke overskride 260 ° C.
4. Ikke mer enn to sprinklerhoder skal aktiviseres.

Testrommet må være dobbelt så stort som den maksimale tillatte avstanden mellom to sprinklerhoder. Brannen i dette testrommet er en standard "trekrybbebrann", og testen skal pågå i 10 minutter etter antennelse av brannen.

Sprinklerhodene må gi en minimum vanntetthet på 0,8 mm/min over hele det planlagte området, pluss et område på 0,61 m utover det spesifiserte utløsningsarealet, i alle retninger. Veggene må også fuktet opp til en høyde lik 0,711 m under taket når kun ett hode, og 0,914 m når to hoder løser ut. Alle vegger må våtes med en vanntett lik 5 % av sprinklerhodenes vanntetthet.

4.6.2 FM 2030-standarden

FM (Factory Mutual) 2030-standarden stiller også, som UL 1626, i første rekke ytelseskrav eller funksjonskrav til sprinklerhodene. Denne standarden inkluderer en sprinklertype utviklet ved Factory Mutual Research Corporation (FMRC), som går under betegnelsen "LWS" sprinkler eller "Limited Water Supply" sprinkler. LWS sprinklere ble utviklet på grunnlag et forskningsprogram som ga følgende resultater / 19/:

1. Ved å redusere avstanden mellom sprinklerhodene fra 3,66 m til 2,44 m, ble den minste varmeavgivelse fra en brann for å oppnå aktivisering av anlegget, redusert med 50 %.
2. I et 3,66 m x 7,32 m rom ble levelige forhold opprettholdt i alle testene i 10 minutter ved vannforbruk på kun 490 l totalt.
3. I slukkeforsøk med bare ett sprinklerhode var det totale vannforbruket kun 38 l/min.
4. Når flere sprinklerhoder ble utløst, var det totale vannforbruket 49 l/min.
5. I et rom med dimensjonene 3,05 m x 3,05 m x 2,44 m ble levelig forhold opprettholdt i 10 minutter ved et vannforbruk på kun 380 l totalt.

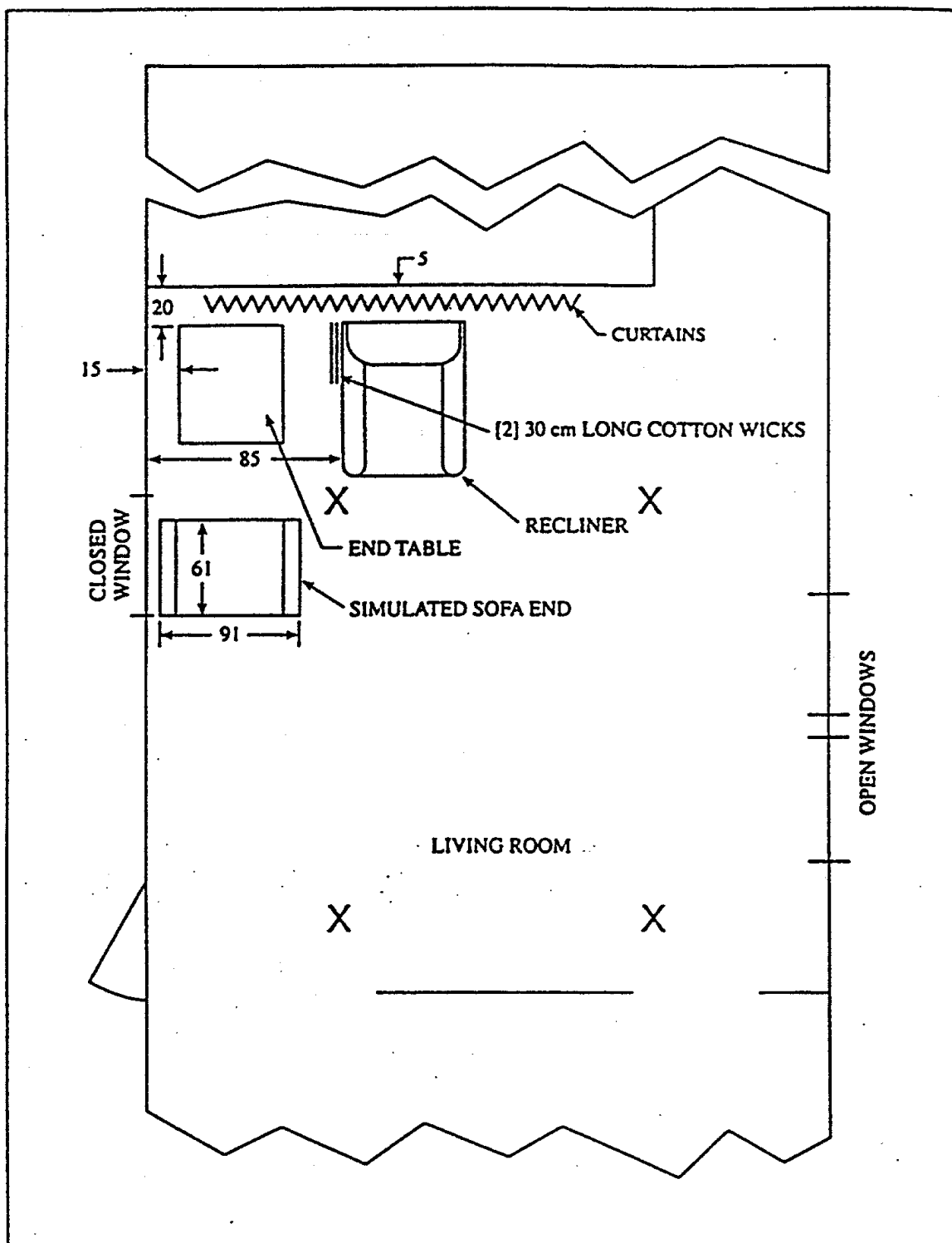
FMRC har i det siste gjennomført tester i et ferdighus med gulvflate 4,3 m x 18,3

m og med en takvinkel på 10° /20/. Hensikten med testene var å bestemme funksjonen til LWS-sprinklerhodene når den minste tillatte avstanden mellom hodene ble redusert fra 2,4 til 1,8 m.

Seks LWS-sprinklerhoder ble installert med en avstand på 1,8 m x 2,4 m i spisestua/kjøkkenet i dette huset. Rommet hadde en gulvflate på 4,0 m x 7,2 m. Vegger og tak var brennbare, og rommene var innredet med vanlige møbler og gardiner, som utgjorde brannbelastningen i rommet. Plasseringen av brannbelastningen ble variert i de 3 forsøkene som ble gjennomført. Figur 3.2 viser en skisse av det aktuelle rommet, med møbler og gardiner inntegnet.

I forsskene ble ikke mer enn 2 hoder aktivisert. Den totale vanntilførselen når ett og to hoder ble utløst, var henholdsvis 38 og 49 liter pr. minutt. Vanntilførselen ble opprettholdt i 10 minutter når bare ett hode ble utløst, og i 7 minutt og 40 sekunder når to hoder ble utløst. Sprinkleranlegget forhindret at gardiner og veggpanel ble antent. Levelige forhold for mennesker med hensyn til røykgasstemperaturen og konsentrasjonen av karbonmonoksyd ble opprettholdt i alle testene.

Det er nå blitt utviklet en godkjenningstandard for LWS-sprinklersystemer, og den er forventet å utgjøre et tilleggskapittel i NFPA 13D-standard. Denne standarden vil være en installasjonsstandard for LWS-sprinklersystemer.



Figur 3.2: Brannrommet med møbler og gardiner inntegnet (dimensjonene er i centimeter, fra /20/).

5 NY SPRINKLERTEKNOLOGI OG NYE FORSKRIFTER

5.1 Vurdering av menneskers sikkerhet i relasjon til ny teknologi

Ny teknologi i forbindelse med slokking vil øke menneskers sikkerhet primært fordi den vil gjøre det økonomisk og praktisk mulig å installere sprinkleranlegg også i mindre bygninger hvor mennesker oppholder seg. Det er en viss uenighet om hvor mye sikkerheten øker for mennesker, f.eks. uttrykt ved overlevelsessannsynligheten, ved bruk av boligsprinkling. Ifølge Teague /21/ ligger den økte sikkerheten i området 80-96 %, hvis boligen er utstyrt med både sprinkler og røykvarsler.

Statistikk fra USA /22/ viser at ordinære innendørs sprinkleranlegg slokker 96,2 % av alle registrerte branttilløp. Sprinkleranlegg i boliger har med andre ord en meget høy pålitelighet, og de gir dermed god sikkerhet for mennesker i tilfelle brann i bygninger. Statistikken som det refereres til, inneholder alle kategorier bygninger, og dekker et vidt spekter av aktiviteter. Sprinkling av boliger har imidlertid ikke vært vanlig, og statistikken forteller derfor ikke noe om effekten av sprinkling i slike bygninger. Det er imidlertid ingen grunn til å anta at effekten sprinkleranlegg i boliger ikke vil være omtrent den samme. Statistikken fra flere land viser videre at ca. 80-90 % omkommer i branner i boliger, overnattingssteder, sykehus, sykehjem og fritidsboliger. Det kan slås fast at det er et stort potensiale i økning av sikkerheten ved å installere boligsprinkleranlegg i slike bygg.

Forskjellige statistikker /6/ viser at i ca. 50 % av alle branner, hvor det er installert sprinkleranlegg, blir kun ett sprinklerhode utløst, i ca. 65 % av brannene blir 2 hoder utløst, og i nesten 75 % av brannene blir 3 hoder utløst. I 95 % av brannene blir 5 hoder eller færre utløst. Her må en imidlertid understreke at sprinkleranlegg for alle bygningstyper er med i dette statistiske tallmaterialet. Det er god grunn til å anta at hvis bare boligbranner hadde vært inkludert, ville disse prosentene vært enda høyere, pga lavere brannbelastning og takhøyde.

Ettersom denne statistikken stort sett gjelder for industribranner, er det trolig at tilsvarende resultater fra boligbranner, hvis de hadde eksistert, ville ha vist noe høyere prosenter slokte branner, på grunn av lavere brannbelastning i boliger sammenlignet med industrien. Dette ville spesielt gjelde for boligbranner med boligsprinkling, pga tidligere aktivisering av anlegget.

Bakgrunnen for økt satsing i USA har nemlig vært den høye andelen av omkomne i boligbranner, det vil si ca 80-90 %, som nevnt i avsnitt 3.2 om boligsprinkling. Dette har ført til økt satsing på boligsprinkling i USA. På grunnlag av denne økte satsingen, har NFPA utarbeidet to nye standarder spesielt beregnet for boligsprinkling, nemlig NFPA 13D og 13R (jfr. avsnitt 4.4 og 4.5).

Basert på NFPA 13D-standard /17/, har flere enn 200 distrikter ("communities") i USA egne programmer for sprinkling av private boliger. Erfaringene hittil har vist at installerte sprinklersystemer basert på NFPA 13D, har forhindret at flere

branner har utviklet seg til alvorlige branner, hvor liv kunne ha gått tapt, samt forhindret spredning av brannen til naboehus.

Tilgjengelig statistikk omhandler alle typer sprinkleranlegg. Det statistiske tallmaterialet for branner med installert sprinkleranlegg, i henhold til NFPA 13D, er enda temmelig mangelfullt. Det er imidlertid en klar oppfatning i fagkretser, som har erfaring med sprinkleranlegg, at påliteligheten er tilnærmet den samme som for konvensjonelle sprinkleranlegg. Det vil si en pålitelighet som tilsier at 90-95 % av alle branntilløp vil bli slått tilbake ved utløsning av et sprinklersystem installert i henhold til NFPA 13D-standarden.

Med utgangspunkt i at 80-90 % av de som omkommer i branner, omkommer i boliger, og at påliteligheten til boligsprinklersystemer er så høy som 90-95 %, synes det opplagt at å installere sprinkleranlegg tilpasset boliger (det vil si i henhold til NFPA 13D og 13H), vil medføre betydelig økt sikkerhet for mennesker.

I et branntilfelle, nemlig ulmebranner, hvor en kan ha en betydelig produksjon av giftig røyk, vil varmeutviklingen være meget beskjeden. Temperaturen på røyken vil dermed ikke være høy nok til å aktivisere sprinklersystemet. Dette brannscenariet kan medføre fare for menneskeliv, uten at sprinkleranlegget løser ut. En må derfor understreke viktigheten av å installere et effektivt røyk-deteksjonssystem. Et røykdeteksjonssystem med seriekoblede røykvarslere, gjerne en kombinasjon av optiske og ioniske varslere, vil være spesielt velegnet i typiske bolighus.

5.2 Vurdering av muligheten for å anvende ny teknologi i nye forskrifter

I et utkast til Europeisk standard for komponenter i automatiske sprinkleranlegg står følgende 14/: *"Sprinklers shall be constructed so that a sphere of 8 mm diameter can pass through every water passage in the sprinkler"* (det vil si. sprinklere skal være konstruert slik en kule med diameter 8 mm kan passere alle vannpassasjer i sprinklerhodet).

Denne regelen gjenspeiles også i de fleste lands regelverk, hvor tillatte åpningsdiameter for sprinklerhoder vanligvis er 10, 15 og 20 mm. For bygg i laveste fareklasse tillates den minste åpningsdiameteren, mens for bygg i høyeste fareklasse kreves en nominell åpningsdiameter på 15 eller 20 mm.

Kravet om minste åpning, ifølge /4/, er et resultat av erfaring med sprinkleranlegg fra de, for første gang, ble tatt i bruk i forrige århundre og frem til i dag. Når et anlegg fylles med vann fra et tilførselsnett er det oksygenholdig, og siden de aller fleste sprinkleranlegg er utført med vanlige stålrør, vil det bli noe korrosjon før oksygenet i vannet er oppbrukt. For tørre anlegg kan korrosjonen være enda større, idet fuktighet kan komme til i rørene ved testing eller ved lekkasjer. Et våtanlegg vil kunne stå med det samme vannet i rørene, som det ble fylt opp med i årevis, inntil et sprinklerhode løser ut. Dette gir en beskyttelse mot korrosjon, men

det er som regel en del rust og annet løst materiale som ligger i rørene. For å hindre tilstopping av dysene ved utløsning av anlegget, er altså kravet om minste diameter i passasjene kommet inn.

Et sprinkleranlegg dimensjoneres, ifølge /4/, ut ifra en "nedbørsmengde" og et utløsningsareal. Nedbørmengden er fastsatt etter den vannmengden som kommer ut ifra en sprinklerdyse ved det vanntrykk som er tilgjengelig, når et visst antall sprinklerhoder blir utløst. Erfaringsmessig slokker dette de fleste branntilløp effektivt. Dråpestørrelsen er imidlertid en funksjon av trykkfallet over dyseåpningen og åpningsdiameteren. Når minste diameter i praksis ikke kan bli mindre enn 8 mm ut ifra generelle krav, vil dråpene som kommer ut av et sprinklerhode være relativt store. Ideen om slokking av brann med sprinkler er at vannet skal gå gjennom en oppadstigende flammesøyle og påføres det brennende materialet som dermed fuktes. Kjøleeffekten i flammesonen, sammen med fukting av brenselet for å øke motstanden mot brannspredning, skal begrense og slokke brannen. Dette oppnås med store dråper som kan trenge gjennom en flamme uten å fordampe.

Som en allerede har vært inne på har sprinkleranlegg, ifølge /4/, vist seg å slokke branner og tilløp til brann meget effektivt. I de fleste tilfellene av utløsning av sprinkleranlegg, er det et fåtall av sprinklerhoder som utløses. Når så få hoder løses ut, er vanntilførselen og tilgjengelig trykk ved hvert hode større enn det som er dimensjoneringsgrunnlaget. Dette medfører at dråpene fra sprinklerhodet blir mindre, de får større hastighet og har bedre dekning av arealet under sprinklerhodet enn det som er minimumskravet. Flere innen sprinklerbransjen tilskriver dette som årsak til at sprinkler er så effektivt. Dersom minimum levert vannmengde kom ut av det første utløste sprinklerhodet, ville flere branntilløp få utvikle seg til en større brann.

Visuelt ser en dette også ved at ved høyere trykk ved sprinklerhodene dannes det en tettere varinspray enn ved dimensjoneringstrykket. Denne effekten kan oppnås dersom en går ned med diameter på dyseåpningen. Da vil en få større hastighet på dråpene og mer finfordelt spray ved samme vannmengde. Kravet til passasje av en 8 mm kule hindrer bruk av dyser med mindre diameter i sprinklerhoder, og det setter en effektiv grense for hvor små dråper en kan få ut av et sprinklerhode.

Dersom en kan løse problemet med tilstopping av dyser og hindre rusk og rask fra å komme inn i vannveiene, kan en utnytte fordelene ved små dråper.

5.3 Eksempler på forskrifter fra USA

Fra forskrifter og lovgivning i USA, med hensyn til installasjon av sprinkler /23/, kan følgende eksempler nevnes:

- Siden 1982, har Greenburgh i New York og flere nabokommuner vedtatt at det skal kreves installering av sprinklersystemer i praktisk talt alle nye bygninger, inklusive en- og to-mannsboliger.

- Staten Florida vedtok i 1983 en lov som krever at alle offentlige boliger og andelsleiligheter med tre etasjer eller mer skal være sprinklet. I 1988 ble det vedtatt at alle slike boliger skulle sprinkles, uansett antall etasjer.
- I 1983 vedtok myndighetene i byen Honolulu at alle nye og eksisterende hotell som er høyere enn 23 m, skulle sprinkles.
- I slutten av 1980-årene vedtok Atlanta, samt Connecticut og Massachusetts at alle boliger i høyhus skulle være sprinklet.
- I 1990 vedtok de sentrale myndighetene i USA forskrifter for hoteller ol. under betegnelsen "Hotel and Motel Fire Safety Act", som medførte et kraftig incitament med henblikk på å oppnå full sprinkling av hoteller, ettersom kun hoteller som har tilfredsstillende brannbeskyttelse, kunne benyttes av offentlige ansatte ved tjenestereiser

Videre kan det nevnes (ifølge /23/) at "the Insurance Service Office" i USA anbefaler 15 % premiereduksjon i brannforsikringspremien hvis man installerer et sprinkleranlegg i henhold til NFPA 13D i en- og to-mannsboliger. Selv om det blir fremhevet at en slik prisreduksjon, ikke medfører at sprinkleranlegget vil bli inntjent i løpet av kort tid (som er tilfelle ved installasjon av sprinkleranlegg i mange bedrifter), vil det ikke desto mindre være et incitament med tanke på de stadig økte forsikringspremiene i en- og tomannsboliger.

5.4 Beregning av nytteeffekten av sprinkleranlegg

I denne sammenheng er det interessant å undersøke arbeidet i ISO og NKB med hensyn til beregning av sikkerhetsmessige nytteeffekter av sprinkleranlegg.

SINTEF NBLs representant i ISO-komiteen kunne imidlertid informere om at det for tiden ennå ikke foreligger noen beregningsmodell for beregning av nytteeffekten av slokking fra ISO /24/.

I NKBs tekniske veiledning /25/ (avsnitt 3.3.1) står følgende beregningsmodell for beregning av sprinkleranleggets¹ slokkeeffekt:

For $q(t)_d \geq 1/5 q_{ud}$ gjelder følgende beregningsmodell for brannens effektutvikling ved tiden t fra brannstart:

¹ For sprinkleranlegg som er utført i henhold til EN-norm/nasjonale normer.

$$q(t)_d = \gamma_d \cdot q_{ud} \cdot \left(1 - \frac{4}{5} \cdot \frac{t - t_{ud}}{t_c} \right) \quad (1)$$

hvor: γ_d = Andel av maksimal effektutvikling. Vanligvis $\gamma_d = 1$.

$q(t)_d$ = brannens effektutvikling ved tiden t (sek.) etter brannstart (MW)

t_{ud} = tid til utløsning av anlegget (sek.)

t_c = tiden fra sprinkleranlegget utløses til brannen er redusert til $1/5 q_{ud}$ (sek.). For sprinkleranlegg kan t_c antas å være 1000 sek. /25/.

q_{ud} - branneeffekten i det sprinkleranlegget utløses (MW).

Denne modellen for beregning av sprinkleranleggets slokkeeffekt er, i NKBs tekniske veiledning /25/, ikke dokumentert utover det som står beskrevet over. Det er heller ikke oppgitt noen referanse for denne modellen, hvor en eventuelt kan finne en nærmere beskrivelse og bakgrunnsdokumentasjonen for denne modellen. Uten en slik dokumentasjon kan SINTEF NBL ikke vurdere denne modellen nærmere, annet en å si at dette er en svært forenklet modell for beregning av sprinkleranleggets effektivitet.

Denne modellen inneholder ingen parametere som beskriver brannrommet med hensyn til størrelse og ventilasjon, sprinklersystemet med hensyn til type og lokalisering av dysene i forhold til brannen, type brann, type brennbare materialer etc.. Denne modellen inneholder kun 3-4 parametere, og den skal tydeligvis være generelt gyldig uavhengig av brannsituasjon, romstørrelse, sprinklertype osv. Denne rapporten har allerede beskrevet flere nye sprinklersystemer med vidt forskjellige egenskaper og slokkemekanismer. Det kan i hven fall slås fast at denne modellen er temmelig grov. Den er derfor ikke stand til å inkludere effekten av ny sprinklerteknologi.

REFERANSER

1. Runyan, C m.fl.: Risk factors for fatal residential fires, Fire Technology, second quarter 1993.
2. Dødsbrannstatistikk, Brann & Sikkerhet 2/95.
3. Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern: Brannstatistikk 1994, 27 mars 1995.
4. Hansen, A.S., Tronstad, G., Danielsen, U.J., Wighus, R.: Ny sprinklerteknologi - samme sikkerhet?, SINTEF-rapport nr. STF2S A92?, SINTEF NBL - Norges branntekniske laboratorium, 7034 Trondheim, Norge, August 1993.
5. Heskestad, G.: Water based fire suppression - present and future, foredrag presentert på Norsk Brannvern Forenings konferanse '94 på SINTEF NBL 2. - 4. Mai 1994.
6. Bråthen, B.: Håndbok i sprinkleranlegg, Norsk Brannvern Forening, ISBN 82-7485-007-6, desember 1992.
7. Factory Mutual Research Corporation: Testing and approval of new sprinklers continue, FMRC update Vol. 8, No. 3, 1995.
8. Wighus, R.: Sprinklerteknologi - nødvendig vannmengde. Teknologistatus, SINTEF-rapport nr. STF2S A93041, SINTEF NBL - Norges branntekniske laboratorium, oktober 1993.
9. Meland, Ø, Jensen, G. og Helseth, S.: Water mist to protect wooden historic structures, 2nd international symposium on fire protection of ancient monuments, Cracow, 17. 21. Oktober, 1994.
10. FMRC Update, Vol. 8, No. 2, © 1994, Factory Mutual Engineering Corp.
11. Baade, S.B.: Bysprinkling i Bergen - Forprosjekt, SINTEF-rapport nr. STF A94004, SINTEF NBL - Norges branntekniske laboratorium, 7034 Trondheim, februar 1994.

12. NFPA 80A: Recommended practise for 'Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures, National Fire Protection Association 1993.
13. NFPA 25: Standard for Inspection, Testing, and Maintenance of WaterBased Fire Protection Systems, National Fire Protection Association, 1992 Edition.
14. Privat samtale med Lars Willberg, VTT Building Technology, FIN-02044 VTT, Finland 1995-09-07
15. CEN TC191 - "Fixed fire fighting systems, automatic sprinkler systems, design and installation", WG5 - "Sprinklers and water spray systems and components", Draft 24, 28. july 1995.
16. Privat samtale med Bjørn Bråthen, Norges brannvern forening, 1995-09-05
17. National Fire Protection Association (NFPA): NFPA 13D standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Mobile Homes, 1991 Edition.
18. National Fire Protection Association (NFPA): NFPA 13 standard for the Installation of Sprinkler Systems, 1991 Edition.
19. Approved Product News, FMIZC's Magazine for the Informed Buyer, Vol. 8, No. 3, Høsten 1992.
20. Bill, R.G. and Hill, E.E.: Sprinkler protection of manufactured homes with sloped ceiling using prototype limited water supply sprinklers, Fire Technology, Vol. 31, No. 1, first quarter 1995.
21. Teague, P.E.: An Idea whose time has almost come, Fire Journal September/October 1988.
22. NFPA Fire Protection Handbook 16th edition.
23. NFPA Fire Protection Handbook 17th edition, Section 5, Chapter 5, side 5194, 1992.
24. Privat samtale med Kristen Opstad som er SINTEF NBLs representant i ISO-komiteen, september 1995.
25. NKB: Funktionbestemte Brandkrav of Teknisk Vejledning for beregningsmæssig eftervisning, NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1994:07, Monila Oy, Helsinki 1994.

NKB Publikationer / NKB Publications (ISSN 0359-9981)

Nr / No *)

- 16 Måttenheter enligt SI. Riktlinjer för tillämpning av SI-enheter inom byggfacket. NKB-skrift nr 16, November 1970. AB Engellska Boktryckeriet, Stockholm 1971.
- 17 *Støj* og byplan, Praktiske anvisninger. NKB-skrift nr. 17, Maj 1971.
- 25 Retningslinier for bygningsbrandtekniske bestemmelser for enfamiliehuse (Guidelines for Structural Fire Protection Regulations for Single-family Houses). NKB-rapport nr. 25, Juli 1975. Statens trykningskontor, Stockholm 1975. ISBN 87-503-2078-5
- 37 Byggtekniskt brandskydd. NKB-rapport nr 37, November 1980. Civiltryck AB, Stockholm 1983. ISBN 91-38-07639-X
- 38 Structural Fire Protection in Buildings. NKB-report No 38, November 1980. Civiltryck AB, Stockholm 1984.
- 40 Inomhusklimat. NKB-rapport nr 40, Maj 1981. Civiltryck AB, Stockholm 1982. (Kapitel 1 Riktlinjer rörande luftkvalitet har ersatts av skrift nr 61)
- 41 Indoor Climate. NKB Report No 41, May 1981. Civiltryck AB, Stockholm 1984. (Part 1. Guidelines concerning air quality is superseded by NKB Publication No 61 E)
- 42 Nordiska riktlinjer for tunnplåtskonstruktioner. NKB-Rapport Nr 42, Maj 1981. Statens tryckericentral, Helsingfors 1982. ISBN 951-46-6502-3
- 43 Nordic Guidelines for Light Gauge Metal Structures. NKB-Report No 43, May 1981. Government Printing Centre, Helsinki 1982. ISBN 951-46-6503-1
- 44 Nordiska riktlinjer for stålkonstruktioner. TTKB-Rapport Nr 44, Maj 1982. Statens tryckericentral, Helsingfors 1982. ISBN 951-46-6504-X
- 45 Nordic Guidelines for Steel Structures. NKB-Report No 45, May 1982. Government Printing Centre, Helsinki 1982. ISBN 951-46-6505-8
- 46 Beständighet och underhåll. NKB-rapport nr 46, Augusti 1982. Civiltryck AB, Stockholm 1983. ISBN 91-38-0824-9
- 46 E Durability and Maintenance. NKB Report No 46 E, August 1982. Civiltryck AB, Stockholm 1984.
- 48 VA-norm Retningslinier for bestemmelser vedrørende vand-og afløbsinstallationer, NKB-skrift nr. 48, August 1983. Visoprint as, København. ISBN 87-503-5124-9
- 48 E Water Supply and Drainage Systems, Guidelines for Building Regulations for Water Supply and Drainage Systems, NKB-publication No

- 48 E, August 1983. Visoprint as, København. ISBN 87-503-6034-5
- 49 Nordiska riktlinjer for träkonstruktioner 5, NKB-rapport nr 49, December 1983. Painorengas Oy, Helsinki 1984. ISBN 46-7606-8
- *) De nummer som fattas i förteckningen har ersatts av senare skrifter.
Numbers missing in the list above have been superseded by newer reports.
- 51 Nordiska riktlinjer for ömsesidigt acceptering av centralt godkända byggprodukter och officiell kontrollordning, NKB-rapport nr 51, Januari 1984. Civiltryck AB Stockholm 1984.
- 51 E Nordic Guidelines for Mutual Acceptance of Centrally Approved Building Products and Official Control Systems, NKB Publication No 51E, January 1984. Civiltryck AB Stockholm 1984.
- 51 F Directives Nordiques pour l'acceptation mutuelle des produits de construction approuvés centralement et des procédures officielles de contrôle, NKB Publication no
- 51 P суководящие принципы северных стран для взаимного признания строительной продукции утверждаемой в центральных странах порядке и официальной процедуры контроля. публикация оль оо. 51 с, январь 1984 г. Civiltryck AB Stockholm 1984.**
- 51 E, Janvier 1984. Civiltryck AB Stockholm 1984.
- 52 Mekaniske ventilationsanlæg, Retningslinier, NKB-skrift nr 52, April 1984. Visoprint as, København. ISBN 87-503-5150-8
- 52 E Mechanical Ventilation Installations, Guidelines, NKB Publication No 52 E, April 1984 (Translated 1990). ISBN 951-47-3586-2
- 53 Byggnads tillgänglighet for handikappade, NKB-rapport nr 53, April 1985, Access for Handicapped Persons to Buildings, NKB Report No 53, April 1985. Civiltryck AB Stockholm 1986.
- 54 Tætte huse og fyringsanlæg, Rapport, NKB-skrift nr. 54, November 1986. Visoprint as, København. ISBN 87-503-6475-8.
- 55 Retningslinier for last- og sikkerhedsbestemmelser for bærende konstruktioner, NKB-skrift nr 55, Juni 1987. Visoprint as, København. ISBN 87-503-6991-1
- 55 E Guidelines for Loading and Safety Regulations for Structural Design, NKB Report No 55 E, June 1987. Civiltryck AB, Stockholm 1987.
- 55 SF Suositukset kantavien rakenteiden kuormitus- ja varmuusmääräyksiksi, NKB-julkaisu nro 55 SF, Kesäkuu 1987. VAPK Kampin VALTIMO, Helsinki 1987, ISBN 951-47-1106-8
- 56 Överbyggda gårdar eller gator - Brandskydd, Rapport, NKB-skrift nr 56, Maj 1988.

- Visoprint as, Ksbenhavn 1988. ISBN 87-503-7517-2
- 56 E Atrium Buildings and Arcades, Fire Protection, Report, NKB-skrift no. 56 E, May 1988. Visoprint as, København 1988. ISBN 87-503-7517-2
- 57 Arbetsprogram for NKB for 1989-93, NK-skrift nr 57, Februari 1989. /57 E Programme of Work for NKB for 1989-93, Februari 1989. VAPK 1989, Helsinki 1989. ISBN 951-47-2786-X
- 58 Godkendelse og kontrol af byggevarer og konstruktioner på byggeområdet i Norden, NKB-skrift nr. 58, desember 1989.
- 58 E Approval and control of building materials, components and structures within the Nordic countries, NKB-report no. 58 E, Desember 1989. Trykk a. s. Myhre papirindustri 1989. ISBN 82-7202-300-8
- 59 Byggbestämmelser i Norden, NKB-skrift nr 59, Juni 1990. VAPK 1990, Helsingfors. ISBN 951-47-3952-3
- 59 E Building Regulations in the Nordic Countries, NKB publication No 59 E, June 1990. Kampin VALTIMO 1991, Helsingfors. ISBN 951-47-5444-1
- 60 Varmeisoleringsmaterialers Varmeisoleringssevne, Rapport, NKB-skrift nr. 60, November 1989. visoprint as, København 1989. ISBN 87-503-8490-2
- 60 E Thermal Conductivity of Thermal Insulation Materials, Report, NKB publication No 60E, November 1989. VAPK, Helsingfors 1991. ISBN 951-47-4302-4
- 61 Inomhusklimat - Luftkvalitet, NKB-skrift nr 61, Juni 1991. Kirjapaino Verbi Oy, Esbo 1991, ISBN 951-47-5321-6
- 61 E Indoor Climate - Air Quality, NKB Publication No 61 E, June 1991. Kirjapaino Verbi Oy, Esbo 1991, ISBN 951-47-5322-4
- 61 SF Sisäilmasto - Ilman laatu, NKB-julkaisu no 61 SF, Kesäkuu 1991. Kirjapaino Verbi Oy, Espoo 1991. ISBN 951-47-5323-2
- 62 Statusrapport over nordiske og felles europeiske systemer for akkreditering, prøving, sertifisering og teknisk godkjenning innen byggesektoren, NKB-skrift nr 62, Juni 1992. Painatuskeskus Oy 1993, ISBN 951-47-7417-5
- 63 Nordiske retningslinjer for utforming av NAD til Eurocodes (Nordic Guidelines for the Formulation of NAD for Eurocodes), NKB-skrift nr 63, November 1993. Tryckericentralen Ab, Helsingfors 1993. ISBN 951-478559-2
- 64 Arbetsprogram for NKB 1994 - 1996, NKB-skrift nr 64, November 1993. Tryckericentralen Ab, Helsingfors 1993. ISBN 951-47-856~6
- 64 E Programme of Work for NKB, 1994 - 1996, NKB Publication No 64 E, November 1993. Painatuskeskus Oy, Helsinki 1994.

NKB Utskotts- och arbetsrapporter / NKB Committee and Work Reports (ISSN 1236-7672)

- 1993:01 Allergi, överkänslighet och kemiska ämnen, Sammanfattning och konklusioner. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1993:01, Tryckericentralen Ab, Helsingfors 1993, ISBN 951~7-8196-1.
- 1993:01 E Allergy, Hypersensitivity and Chemical Substances, Summary and Conclusions. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1993:01 E, Painatuskeskus, Helsinki 1993, ISBN 951-47-8197-X.

- 1993:02 Varmebehov i nybyggeri, Beregning av varmebehovet, NKB Utskotts- og arbeidsrapporter 1993:02, Bygge- og Boligstyrelsen, København 1993. ISBN 47-601-3918-8.
- 1993:02 E Heat Requirement in New Buildings, Calculation of Heat Requirement, NKB Committee and Work Reports 1993:02 E. Painatuskeskus Oy, Helsinki 1994. ISBN 951-47-8865-6.
- 1993:03 Larssen, Annelise, Optimalt valg af malematerialer til indvendige bygningsoverflader. NKB Utskotts- og arbeidsrapporter 1993:03. Tryckericentralen AB, Helsingfors 1993. ISBN 951-47-8208-9.
- 1994:01 Lydbestämmelser i de nordiske land. NKB Utskotts- og arbeidsrapporter 1994:01. Tryckericentralen AB, Helsingfors 1994. ISBN 951-47-9488-5.
- 1994:02 Pejtersen, Jan, Effekten af rengøring og renovering af ventilationsanlæg på luftkvaliteten i bygninger. NKB Utskotts- og arbeidsrapporter 1994:02. Tryckericentralen AB, Helsingfors 1994. ISBN 951-47-9782-5.
- 1994:03 Flyvholm, Mari-Ann och Bakke, Jan Vilhelm, Afprøvning og diskussion af forslag til kriterier for kemiske stoffers evne til at fremkalde allergi og overfølsomhed i hud og nedre luftveje. Sammenfattende rapport. NKB Utskotts- og arbeidsrapporter 1994:03. Tryckericentralen AB, Helsingfors 1994. ISBN 951-47-9781-7
- 1994:03 E Flyvholm, Mari-Ann och Bakke, Jan Vilhelm, Testing and discussion of the proposed criteria for the ability of chemical substances to cause allergy and hypersensitivity in the skin and the lower airways. Summary Report. NKB Committee and Work Report 1994 03 E. Monila Oy, Helsinki. ISBN 951-53-0020-7.
- 1994:04 E Saarela Kristina et al, Preliminary Data Base for Material Emissions. NKB Committee and Work Reports 1994:04 E. Painatuskeskus Oy, Helsinki 1994. ISBN 951-47-9858-9.
- 1994:05 Blom Peter, Evaluering og udvikling av ventilasjonssystemer for boliger. NKB Utskotts- og arbeidsrapporter 1994:05. Monila Oy, Helsingfors 1994. ISBN 951-53-0021-5.
- 1994:06 Dahl Jensen Ove F et al, Oliebehandlede trægulve och indeklimaet. NKB Utskotts- og arbeidsrapporter 1994:06. Monila Oy, Helsingfors 1994. ISBN 951-53-0022-3.
- 1994:07 Funktionbestemte Brandkrav og Teknisk Vejledning for beregningsmæssig eftervisning. NKB Utskotts- og arbeidsrapporter 1994:07. Monila Oy, Helsingfors 1994. ISBN 951-53-0024-X.
- 1994:07 E Performance Requirements for Fire Safety and Technical Guide for Verification by Calculation. NKB Committee and Work Reports 1994:07 E. Monila Oy, Helsinki 1995. ISBN 951-53-0421-0.

- 1995:01 Forssksbygging og inneklime - Seminarierapport. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1995:01. Monila Oy, Helsingfors 1995. ISBN 951-53-025~1
- 1995:02 E BASIS OF DESIGN OF STRUCTURES - Calibration of partial safety factors. NKB Committee and Work Reports 1995:02 E. Monila Oy, Helsinki 1996. ISBN 951-53-0617-5
- 1995:03 E BASIS OF DESIGN OF STRUCTURES - Classification and reliability differentiation of structures. NKB Committee and Work Reports 1995:03 E. Monila Oy, Helsinki 1996. ISBN 951-53-0619-1.
- 1995:04 E BASIS OF DESIGN OF STRUCTURES - Acceptance criteria of the mechanical properties of construction materials. NKB Committee and Work Reports 1995:04 E. Monila Oy, Helsinki 1995. ISBN 951-53-0494-6.
- 1995:05 Kuldebroers betydning for bygninger varmetab. Forprojekt. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1995:05. Monila Oy, Helsingfors 1995. ISBN 951-53-0317-6.
- 1995:06 E Tirkkonen Tiina et al. Tenag as a Collection Medium for Volatile Organic Compounds. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1995:06E. Monila Oy, Helsingfors 1995. ISBN 951-53-0420-2.
- 1995:07 Bjørn Berge. Bygningsmaterialer for en bærekraftig utvikling. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1995:07. Monila Oy, Helsingfors. ISBN 951-53-0495-4.
- 1995:08 Dick Karlsson. Bättre myndighetskunskap om bruk av trä med hänsyn till brandsäkerhet. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1995:08. Monila Oy, Helsingfors. ISBN 951-53-0620-5.
- 1996:01 Jorma Säteri et al. Naturlig ventilation. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1996:01. Monila Oy, Helsingfors. ISBN 951-53-0618-3.
- 1996:01 SF Jorma Säteri et al. Painovoimainen ilmanvaihto. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1996:01. Monila Oy, Helsinki. ISBN 951-53-1080-6
- 1996:02 Klas Hagberg. Ljudkrav med stod av ISO/DIS 717. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1996:02. ISBN 951-53-0781-3.
- 1996:03 Boligernes vandforbruk og vandbesparande foranstalninger. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1996:03. ISBN 951-53-0920-4.
- 1996:04 E Birgit Rasmussen. Implementation of the new ISO 717 building acoustic rating methods in Europe. NKB Committee and Work Reports 1996:04 E. ISBN 951-53-0921-2.
- 1996:05 Björn Karlsson et al. Brandteknisk dimensionering utifrån funktionsbaserade regler. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1996:05. ISBN 951-53-0922-0.
- 1996:06 Brandsikring ved byggearbejder. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1996:06. ISBN 951-53-1024-5.

1996:07 Erja Heino och Bruno Erat. Bygg- och rivningsavfall i Norden. NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1996:07. ISBN 951-53-1025-3.

NKB Informationsbrev / NKB Information Letters

1/1993 Konsensusuttalande från Nordiskt inneklimaforum i Köpenhamn 27-28 april 1993.

1/1995 Nordisk seminarium om inneklimamerkningsordningar 2/1995 Utbildning och kunskap till att använda funktionsbaserade brandregler

Övriga publikationer från NKB / Other Publications from NKB

Verksamhetsberättelse för NKB 1993

Verksamhetsberättelse för NKB 1994

Verksamhetsberättelse för NKB 1995

Namn- och adressförteckning över deltagarna i NK:s kommitté- och utskottsverksamhet, 15.02.1996

Övriga publikationer som NKB medverkat i / Other publications to which NKB has contributed

En vurdering av nogle allergifremkaldende stoffer i byggematerialer, Rapport. Statens informationstjeneste, København. November 1989, 22 s. ISBN 87-503-8069-9

En vurdering av nogle allergifremkaldende stoffer i byggematerialer, Håndbog. Statens informationstjeneste, København. November 1989, 354 s. ISBN 87-5038071-0 (avgiftsbelagd)

Kontakteksem og kemiske stoffer. Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter 1992:541. Nordiska Ministerrådet, København 1992. ISBN 92 9120 053 0

Overfølsomhet i luftveiene og kjemiske stoffer. Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter 1993:547. Nordiska Ministerrådet, København 1993. ISBN 92 9120 224 X

Byggematerialer og Luftkvalitet, Rapport fra 1. nordisk seminar 25-26 november 1992, København. Nordisk Emissionsgruppe, NEG.

Luftvärmesystem - Fördelar och Nackdelar. Byggeforskningsrådet T23:1993. Stockholm 1993. ISBN 91-540-5577-6 (beställs från Svensk Byggtjänst)

NKB Produktregler

NKB Produktregler hänför sig till NKB-skrift Nr S1 Nordiska riktlinjer för ömsesidigt accepterande av centralt godkända byggprodukter och officiell kontrollordning, januari 1984.

Följande produktregler har godkänts av NKB och publicerats både på ett skandinaviskt språk och på engelska. Produktreglerna trädde i kraft vid den tidpunkt som nämns.

- Nr 1 Produktregler för brandsektionerande dörrar, 1.1.1985
- Nr 2 Produktregler för monteringsfärdiga stålskorstene, 1.1.1986
- Nr 3 Produktregler för varmvattenbeständiga plaströr, 1.7.1986
- Nr 4 Produktregler för aftapningsarmaturer till brugsvandsanlæg, 1.7.1986
- Nr 5 Produktregler för spånplader, 1.1.1987 (I SF 1.5.1988)
- Nr 6 Produktregler för brandmässigt egna golvbeläggningar, 1.7.1988
- Nr 7 Produktregler för brandmässigt egna tagdäckningar, 1.1.1989
- Nr 8 Produktregler för avloppsrör av plast (PVC OCH PE), 1.1.1989
- Nr 9 Produktregler för kontraventiler till brugsvandsinstallationer, 1.7.1989
- Nr 10 Produktregler för fingerskarvat konstruktionsvirke, 1.7.1989
- Nr 11 Produktregler för kopparrör för tappvatteninstallationer, 1.10.1989
- Nr 12 Produktregler för mekaniska kopplingar av metall för kopparrör för tappvatteninstallationer, 1.10.1989
- Nr 13 Produktregler för avstängningsventiler, 1.10.1989
- Nr 14 Produktregler för brandmässigt egna överfladelag (ytskikt), 1.1.1990
- Nr 15 Produktregler för brandmässigt egna beklädningslag, 1.1.1990
- Nr 16 Produktregler för brandbegränsande, icke bärande väggar, 1.1.1990
- Nr 17 Produktregler för golvbrunnar, 1.2.1990
- Nr 18 Produktregler för mekaniska kopplingar för plaströr för tappvatteninstallationer, 1.2.1990
- Nr 19 Produktregler för avloppsrör av plast (ABS, PVC-C och PP), 1.2.1990

NKB Publikationer, NKB Utskotts- och arbetsrapporter och annan information om NKB kan fås vid hänvändelse till:

Nordiska kommittén för byggbestämmelser, NKB

Administrativa sekretariatet

Att Helena Vuorelma

PB 399

FIN-00121 HELSINGFORS

tel + 358 9 626 375

fax + 358 9 1991 9680

eller

DANMARK

Bygge- og Boligstyrelsen

Att Mette Vielwerth

Stormgade 10

DK-1470 KØBENHAVN K

tel + 45 33 92 61 00

fax + 45 33 92 61 64

FINLAND

Miljöministeriet

Bostads- och byggnadsavdelningen

Att Laila Koski

PB 399

FIN-00121 HELSINGFORS

tel + 358 0 1991 9670

fax +358 0 1991 9680

ISLAND

Skipulag Ríkisins

Att Sigurdur Thoroddsen

Laugavegi 166

IS-150 REYKJVIK

tel + 354 5 624 100

fax + 354 5 624 165

NORGE

Norges byggstandardiseringsråd

Att Odd Zapffe

Forskningsveien 3 B

PB 129 Blindern

N-0314 OSLO

tel + 47 22 96 59 50

fax + 47 22 60 85 70

SVERIGE

Boverket

Att Lars Göransson

Box 534

S-37 123 KARLSKRONA

tel + 46 455 53 000

fax + 46 455 53 221