



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Sammenligning av vanntåke og sprinkling



Hovedprosjekt utført ved

Høgskolen Stord/Haugesund - Avd. Haugesund - ingeniørfag

Studieretning: Sikkerhet, Brannteknikk

Av: Max Baretto
Arnstein Fedøy

Kandidat: 3
Kandidat: 24

Haugesund

Våren 2005



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Høgskolen Stord/Haugesund
Avdeling Haugesund - ingeniørfag
Bjørnsonsgt. 45
5528 HAUGESUND
Tlf. nr. 52 70 26 00
Faks nr. 52 70 26 01

Oppgavens tittel Sammenligning av vanntåke og sprinkling		Rapportnummer
Utført av Max Baretto Arnstein Fedøy		
Linje Sikkerhet	Studieretning Brann	
Gradering Åpen	Innlevert dato 06.05.2005	Veiledere Leiv Anfin Drange

Ekstrakt

Hensikten med oppgaven var å sammenligne vanntåke og sprinkling samt vurdere følgende kriterier; overtenningskontroll, slokking og materielle skader. Forsøkene ble utført i en bolig i Haugesund

Det ble gjennomført tre hovedforsøk med tre repetisjoner av hvert. I perioden torsdag - lørdag ble det gjennomført 11 forsøk. Det ble gjennomført åtte forsøk under vanlige forhold (ca. 147 kW) og tre forsøk under ekstreme forhold. Dette ble gjort for å se på anleggenes slokkeeffektivitet. Disse forsøkene hadde en branneffekt på ca. 370 kW.

Resultatene viste at vanntåkeanlegget kom best ut når det gjaldt overtenningskontroll, ved å være det slokkeanlegget som hurtigst senket temperaturen i forhold til tid. I forhold til slokking viste det seg at vanntåkeanlegget kom best ut. Da dette slokkeanlegget hadde lavest temperatur i rommet etter to minutter. Alle slokkeanleggene lyktes med å hindre brann spredningen, men fuktighetsøkningen var minst for standard sprinkler.



FORORD

Denne rapporten er skrevet som en avsluttende og obligatorisk del av den treårige branningeniørutdannelsen ved Høgskolen Stord/Haugesund. I hovedprosjektet skal man bruke den tillærte kunnskapen fra utdanningen, samt fordype seg i et område. På denne måten får man høy grad av læring, mens man jobber med problemstillingen. Bredden og omfanget av oppgaven er på 12 studiepoeng per person, dvs. 24 studiepoeng for denne rapporten.

Rapporten er rettet mot de som har kunnskaper innenfor fagområdet, men kan fint leses og forstås av andre med særlig interesse for temaet.

Det er gjort mye arbeid på sprinkling og vanntåke, men ikke i en direkte tilknytning til hvilke forskjellige effekter det har i et boligrom. Det er akkurat dette området denne rapporten tar for seg.

Etter møte med vår eksterne veileder Kjetil Sivertsen i firmaet Water Mist Engineering, fikk vi stilt noen av deres vanntåkedyser til vår disposisjon. Siden fikk vi etter møte med Tore Larsen i Haugesund Brannvesen, låne en bolig til brannforsøkene.

Vi har kun tatt hensyn til standard sprinkling, boligsprinkling og lavtrykks vanntåke i denne rapporten.

Vi ønsker å takke for all hjelp, og støtte til gjennomføring av prosjektet:

- Leiv Anfin Drange, HSH, for all veiledning som vår interne veileder og Kjetil Sivertsen, WME, som ekstern veileder.
- Lab.ingeniør Arjen Kraaijeveld, HSH, for utlån av utstyr.
- Stein Kyrre Kvinge, HSH, for filming og 3D modellering.
- Jan Muri og Øystein Mathisen, Teknisk Bureau, for dimensjonering av anlegg.
- Tore Larsen, Haugesund Brannvesen, for disponering av bolig.

Haugesund, den 06.05.2005

Max Baretto

Arnstein Fedøy



Innholdsfortegnelse

FORORD	3
INNHOLDSFORTEGNELSE	4
SAMMENDRAG	6
1. INNLEDNING	7
1.1. BAKGRUNN	7
1.2. TIDLIGERE ARBEID OG EKSPERIMENTER	8
1.3. GJENNOMFØRING AV PROSJEKTOPPGAVEN	9
2. FORMLER OG ORDFORKLARINGER	10
3. TEORIDEL	11
3.1. BRANNTHEORI.....	11
3.1.1. <i>Brannfirkanten</i>	11
3.1.2. <i>Vekstkurven, de tre hoveddeler</i>	12
3.1.3. <i>Røyklaget</i>	13
3.1.4. <i>Personsikkerhet</i>	14
3.2. SPRINKLERANLEGG.....	15
3.2.1. <i>Sprinkler kontra boligsprinkler</i>	16
3.3. VANNTÅKEANLEGG.....	17
3.3.1. <i>Vanntåke klasse 1</i>	18
3.3.2. <i>Vanntåke klasse 2</i>	18
3.3.3. <i>Vanntåke klasse 3</i>	18
3.3.4. <i>Dråpestørrelse til WMEA800K20P</i>	18
3.4. SLOKKETEORI.....	19
3.4.1. <i>Sprinkler</i>	19
3.4.2. <i>Vanntåke</i>	19
4. UTSTYR OG FREMGANGSMETODE	20
4.1. Plassering av termoelementer.....	20
4.2. Startbrann.....	20
4.3. Brannrommet og beskrivelse av brannforsøkene.....	21
4.3.1. <i>Beregninger</i>	22
4.3.2. <i>Forsøk med vanntåke</i>	23
4.3.3. <i>Forsøk med boligsprinkling</i>	23
4.3.4. <i>Forsøk med standard sprinkling</i>	24
4.4. Beskrivelse av dyser.....	24
4.5. Vannmåler.....	25
4.6. Datalogger.....	25
4.7. PC og programvare.....	25
4.8. Vannmålinger.....	26
4.9. Fuktmålinger.....	26
5. RESULTATER	27
5.1. INNLEDNING.....	27
5.2. VANNTÅKE.....	28
5.3. BOLIGSPRINKLER.....	30
5.4. STANDARD SPRINKLER.....	32
5.5. EKSTREMFORSØKENE.....	33



6. DISKUSJON	34
6.1. GENERELT	34
6.2. FORSØKET	34
6.3. BRENSSEL	34
6.4. TERMOELEMENTER	35
6.5. VANN OG TRYKTMÅLINGER	35
6.6. VANNMENGDE, VANNTETTHET OG TRYKK.....	36
6.7. DYSER OG RØR	37
6.8. FUKTMÅLINGER	37
6.9. ROMMET	38
6.10. DRÅPESTØRRELSER	38
7. KONKLUSJON	40
8. FORSLAG TIL FORBEDRINGER OG VIDERE ARBEID	42
9. REFERANSELISTE	43
VEDLEGGSLISTE	45



SAMMENDRAG

Hensikten med oppgaven var å sammenligne vanntåke og sprinkling, samt vurdere følgende kriterier; overtenningskontroll, slokking og materielle skader. Forsøkene ble utført i en bolig i Haugesund. Rommet hadde målene 3,85 m · 6,64 m · 2,48 m (b·l·h).

Registrering av temperaturen ble gjort med termoelementer. Disse var festet i tak og i monteringsbånd som hang vertikalt i rommets sentrum. Fordelingen av termoelementene var som følge; 3 stk. i tak og 5 stk. i monteringsbåndet.

Initialbrannen bestod av en trekrybbe i femlags høyde med fire trepinner á (48·48·300 mm) i hvert lag og et rundt stålkarr med en blanding av 1,0 dl diesel og 1,5 dl bensin. Ut fra beregninger skal trekrybben gi en branneffekt på ca. 112 kW. Dette stemmer ganske bra med anerkjente metoder fra forsøk med trekrybber. En typisk brann i en papirkurv utvikler rundt 100 kW. Dieselen gav en branneffekt på ca. 27 kW. Bensinen gav ca. 8 kW. Totalt branneffekt ca. 147 kW.

Det ble gjennomført tre hovedforsøk med tre repetisjoner av hvert. I perioden torsdag – lørdag ble det gjennomført 11 forsøk. Det ble gjennomført 8 forsøk under vanlige forhold og 3 forsøk under ekstreme forhold. Dette ble gjort for å se på anleggenes slokkeeffektivitet. Disse forsøkene hadde en branneffekt på ca. 370 kW.

Resultatene viste at vanntåkeanlegget kom best ut når det gjaldt overtenningskontroll. Dette fordi det senket temperaturen hurtigst. Også slokking viste det seg at vanntåkeanlegget kom best ut, da det var dette slokkeanlegget som hadde lavest temperatur i rommet etter to minutter. Alle slokkeanleggene lyktes med å hindre at brannen spredde seg videre, men det var minst fuktighetsøkning fra standard sprinkler.

Det man merket seg etter bearbeidelse av data fra vannforbruket, var at det var mindre vannforbruk på vanntåkedysen enn databladet oppgav. Forbruket ble målt til ca. 30 liter mot oppgitte 40 liter. Det viste seg etter demontering, at rester av gjengetape og hamp blokkerte inntaket på selve dysene. Likevel var vanntåkeanlegget best, selv med en reduksjon på ca. 25 % i forhold til vannet som skulle ha kommet ut.

Det som er oppsiktsvekkende, viss korrekt, er dråpestørrelsen til WMEA800K20P. Ifølge teoretiske antagelser om dråpestørrelsen skulle den vært større for å virke effektivt på brann i fast materiale. Siden den virker effektivt kan det være at dråpestørrelsen ikke alene er avgjørende for slokkeeffekten. Det kan da være at blandingen av små og større dråper er av større viktighet enn tidligere antatt.



1. Innledning

1.1. Bakgrunn

For å få et interessant hovedprosjekt var det tidlig klart at man måtte fokusere på den mest alvorlige konsekvensen av brann; tap av menneskeliv. Momenter som overtenningskontroll og slokking spiller da en avgjørende rolle, dersom liv og verdier skal reddes. Hvordan kan tap av menneskeliv reduseres eller elimineres? Et av svarene på dette er publisert i rapportene [1][2] som omhandler sprinklingspåbudet i Scottsdale, i USA. Denne rapporten viser at sprinkling redder liv og hindrer store materielle skader. Det er mange positive sider ved sprinkling, men det er ikke sikkert at det er sprinkling som egner seg best til en bolig. Vanntåke har fått økende oppmerksomhet de siste årene.

Til syvende og sist er det likevel resultatene av de forskjellige slokkesystemenes effektivitet som er viktigst. Effektiviteten kan være: vannforbruk med tanke på materielle skader, kjøling av røyk og varme gasser, reduksjon av varmestrålingen, hvordan få frem vannet til der det brenner og slokking av brannen. Slokking og kontroll av brannen vil da være direkte avgjørende for personsikkerheten.

Med dette i bakhodet ble WME ved Kjetil Sivertsen kontaktet for å høre hva de hadde å si. Etter møtet med dem var det klart at de ville stille med både kompetanse og vanntåkedyser, for å kunne se hvordan vanntåke og sprinkling reagerte på et likt brannscenario i et boligrom.

I utgangspunktet var eksperimentene tenkt kjørt i ISO-rommet på ResQ. Etter kontakt med Tore Larsen i Haugesund Brannvesen viste det seg derimot at forsøkene kunne utføres i en bolig de skulle bruke til røykdykkerøvelser. Etter en befaring i huset, var det klart at det skulle bli interessant å se hvordan slokkesystemene fungerte, under virkelige forhold. Møte med Jan Muri og Øystein Mathisen i Teknisk Bureau førte til en annen vinkling av vår først antatte løsning. De foreslo å ta to utgangspunkt for sprinkling i form av taksprinkling etter boligsprinklerregelverket og veggsprinkling etter standard sprinklerregelverket.

Følgende kriterium ble valgt for å vurdere testene:

1. Overtenningskontroll: Den viktigste funksjonen er å kontrollere brannen slik at liv kan reddes og store materielle skader unngås.
2. Slokking: Det beste er selvsagt at brannen slokkes tidlig i brannforløpet slik at den utgjør minimal trussel mot liv og materielle skader.
3. Materielle skader: Mange av tingene man har i en bolig har affeksjonsverdi for eierne. Jo mer av dette man kan berge fra en brann og dens konsekvenser, jo bedre er det.



1.2. Tidligere arbeid og eksperimenter

Innhenting av relevante artikler og rapporter startet tidlig i prosjektperioden. Det ble funnet mye materiale i forbindelse med sprinkling. Vanntåke var det også en del materiale om, men ikke i tilsvarende mengder. Mye av det nyere stoffet som er skrevet om vanntåke strekker seg tilbake over en 20 års periode. Det er først i perioden at feltet har fått så mye oppmerksomhet.

Konseptet vanntåke er ikke noe nytt fenomen. Det er dokumentert brukt alt fra 1930 tallet. I 1950 årene fant Braidech og Rasbash [3][4] ut at vanntåke i store branner var mer effektive enn andre som benyttet seg av større dråper.

Det er utført en rekke forsøk med boligsprinkling. Mange av forsøkene ble utført på slutten av 1970-tallet og begynnelsen av 1980-tallet. Et sted det er verdt å merke seg er byen Scottsdale, i USA. Der begynte de å teste ut forskjellige typer boligsprinklere og fikk også etter hvert installert dem i en rekke forskjellige typer bygninger. Påbud om sprinkling i alle bygninger i Scottsdale ble vedtatt 4. juni 1985 og var fullt innført 1. januar 1986. Statistikken viste at antallet omkomne og materielle tap var redusert betraktelig sammenlignet med årene før.

Etter hvert kom også behovet for å prøve ut vanntåkeanlegg i boligmiljø. To studier fra USA (Bill et.al., 1995, Bill et.al., 2000) har undersøkt om vanntåke kan benyttes som et alternativ til boligsprinkling. Årsaken til at studiet kom i gang var å se om det var gunstig å bruke i områder med lite vann og redusert vanntrykk.

I Norge er det forsket en del på vanntåke. Ledende for dette arbeidet har vært Ragnar Wighus og Torgrim Log. Ragnar er kjent for sine rapporter og forsøk ved SINTEF sitt branntekniske laboratorium og sin ledende rolle i International Water Mist Association (IWMA) [15]. Torgrim er kjent for sine rapporter, artikler og sitt patenterte Fog®Tube system.

En rekke forsøk er utført i regi av SINTEF, Norges brannteknisk laboratorium (NBL) og private aktører på markedet. Også Høgskolen Stord/Haugesund (HSH) har gjennomført diverse forsøk med relevans for vanntåke.

SINTEF har i en rapport [5] sett på effekten av faste aktive slokkeanlegg som boligsprinkling og vanntåke. Der har de vurdert på muligheten for overlevelse innenfor en startbranncelle i forhold til giftigheten i gassene. Rapporten beskriver ulike slokkemekanismer og dråpestørrelsens betydning for hvilke slokkemekanismer som blir mest fremtredende. Forskjeller og likheter på sprinklere og vanntåke og tålegrenser for personer er det og tatt med.



1.3. Gjennomføring av prosjektoppgaven

Prosjektet hadde sine utfordringer under planleggingen. Dette skyldes at forsøkene i utgangspunktet var tenkt utført noe annerledes. Etter innspill fra Teknisk Bureau ble oppgaven endret i siste liten. Dette fordi deres idé var meget god og fornuftig. Rørleggerarbeidet ble i tillegg utsatt og ikke gjort ferdig før siste dag før forsøkene skulle starte, noe som medførte at de siste detaljene i gjennomføring av prosjektet ikke ble optimale.

Forsøkene ble gjennomført i et bolighus i Tysværgaten 5 i Haugesund. For å begrense oppgaven konsentrerte en seg om testing av sløkkeanleggene i stuen. Det gikk med tre dager til å gjennomføre forsøkene. To dager til å teste sprinkleranleggene under vanlige forhold og en dag til å teste sprinkleranleggene under ekstreme forhold, til skue for publikum. Med vanlige forhold menes at sløkkeanlegget ble løst ut rundt utløsnings - temperaturen til dysen og at brannen hadde en lav branneffekt. Ekstreme forhold vil si at brannbelastningen ble nesten tre ganger større og dysene ble løst ut ved en temperatur på ca. 300 °C ved termoelement 1.

Ved alle forsøkene ble en blanding av diesel og bensin i et rundt stålkår benyttet. Over dette karet ble det bygget en trekrybbe. Initialbrannen hadde sitt arnested i det ene hjørnet av rommet. For å måle temperaturen i røyksjiktene ble det plassert ut termoelementer på forskjellige steder i rommet.

Det første forsøket (forsøk 0) gikk ikke som planlagt. Grunnet en forglemmelse ble ikke ventilene på vanntåkeanlegget i andre etasje kontrollert før forsøket startet. Ventilen var stengt. Det medførte at ”bulbene” ble utløst uten at det var vann helt frem til anlegget. Dermed fikk man ikke sett når vanntåkedysene slo seg ut. De senere forsøkene ble utført uten dramatikk. Forsøkene med tre ganger større brannbelastning ble gjort bevisst for å se på hvor effektiv sløkkeeffekt de forskjellige sløkkeanleggene hadde. Dette selv om sløkkeanleggene i utgangspunktet ikke er laget for å slukke så store branner. Under forsøket med vanntåke ble det i tillegg ventileret ekstra mye for å se om dette hadde innvirkning på vanntåkens sløkkeeffekt. Dette da vanntåken, til en viss grad driver/flyter med de luftstrømmer som er til stede rundt en brann. Hva da hvis et vindu stod åpent i brannrommet? Man kan ikke regne med at alle dører og vinduer er lukket hver gang det brenner.

Haugesund brannvesen stilte villig opp med utlegg av slanger til anlegget og sikringslanger. I tillegg stilte de med to røykdykkere på lørdagen slik at forsøkene kunne utføres på en trygg måte.



2. Formler og ordforklaringer

Disse formlene danner grunnlaget for mange av de utregningene som er gjennomført. Vennligst se på vedleggsdelen.

$$Q = K \times \sqrt{P}$$

- Q - Vannstrøm fra sprinkleren [l/min]
- K - Sprinklerens dysefaktor (K-faktor)
- P - Dysetrykket [bar]

$$P = (6.05 \times 10^5 / C^{1.85} \times d^{4.87}) \times L \times Q^{1.85}$$

- p - Trykktapet i røret [bar]
- Q - Vannmengden som strømmer i røret [l/min]
- d - Midlere indrediameter i røret [mm]
- L - Ekvivalent lengde for rør og rørdeler [m]

$$m = V \times \rho$$

- V - Volum [m³]
- m - Masse [kg]
- ρ - massetetthet [kg/m³]

$$Q_c = m \times \Delta H_c$$

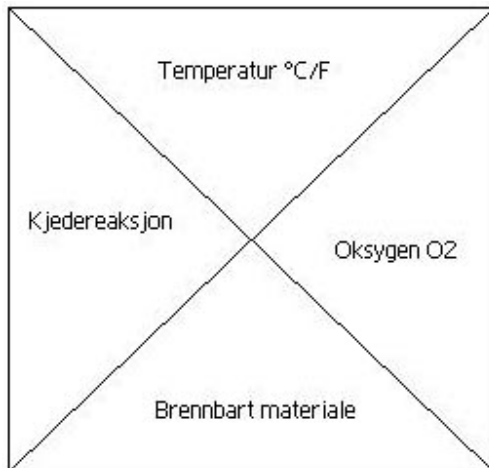
- Q_c - Energiproduksjon[kW]
- m - Masse [kg]
- ΔH_c - Forbrenningsvarme [kJ/g eller MJ/g]

HC – Hydrokarbon (Et produkt som inneholder olje i en eller annen form)

3. Teoridel

3.1. Brannteori

3.1.1. Brannfirkanten



Figur 3.1-1 brannfirkanten

Figur 3.1-1 kalles brannfirkanten. For de som ønsker seg en kort introduksjon innenfor de branntekniske emner blir ofte brannfirkanten fremstilt som en branntrekant. I USA blir denne firkanten fremstilt som tetraeder.

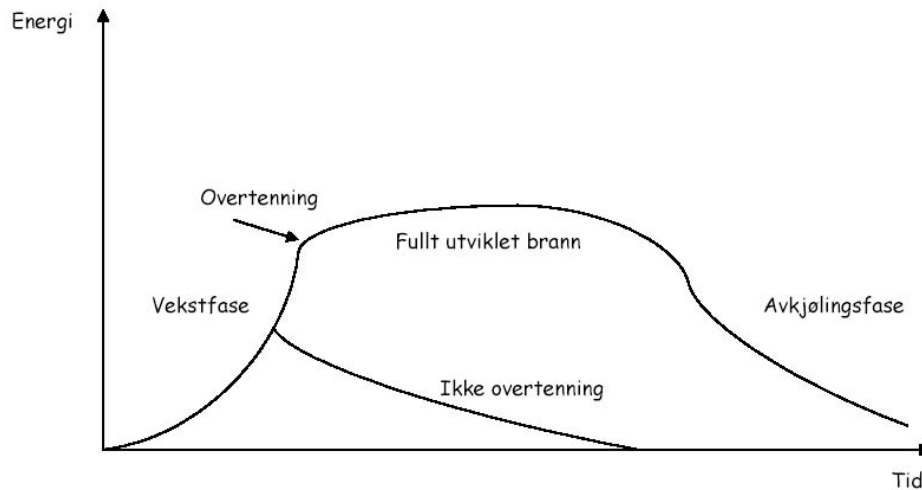
I forbrenningssonen til en brann må det være tilstede en riktig blanding av brensel og oksygen, samt høy nok temperatur. Temperaturen i materialet må også være høy nok for at brann skal kunne oppstå.

Forskning viser at dersom det skal skje en forbrenning, må det også være frie radikaler tilstede i forbrenningssonen [6]. Det er dette

som danner grunnlaget for kjedereaksjoner.

Normalt trengs det en flamme, glo, gnist eller en annen form for varmekilde for å starte en brann. Selvsagt har også oksygenet en avgjørende rolle. Uten den riktige blandingen av oksygen og brensel vil det ikke kunne oppstå flammer. Det vil i stedet utvikles røyk med mange farlige gasser. For at siste del av prosessen skal gjennomføres må en kjemisk reaksjon til.

3.1.2. Vekstkurven, de tre hoveddeler



Figur 3.1-2 Vekstkurven

Brannforløpet betraktes ofte i tre faser; vekstfasen, fullt utviklet brann og avkjølningsfasen.

For å få en vekstfase må det til en antennelse. Det kan skje ved at en antenner et fast stoff, gass eller væske med en tennkilde.

Når antennelsen har funnet sted, vil brannen utvikle seg og vokse. I startfasen kan brannen enten vokse seg større, brenne konstant eller slokke. Ved slokking kan all varme forsvinne eller gå over til ulming. Fasen der brannen vokser seg større kalles vekstfasen. Denne fasen er avhengig av tilgangen på brennbart materiale og brannen i denne fasen er brenselkontrollert. En vekst i brannen får en når den er i stand til å øke produksjonen av brennbare gasser. Når brannen produserer og forbruker like mye gass vil den forbli konstant. Dersom brannen forbruker mer gass enn det den klarer å produsere vil den slokke [6].

Overtenning kan finne sted mellom vekstfasen og fullt utviklet brann. Overtenning karakteriseres ved at røyklaget har en temperatur på over 600 °C og strålefluksen på gulv-nivået er på ca. 20 kW/m². Etter dette har man en fullt utviklet brann. En fullt utviklet brann kan ikke bli større uten å spre seg til andre rom.

Utbrenningsfasen får en når mengden brennbare gasser blir redusert slik at brannens omfang ikke kan opprettholdes. Det meste av det som er brent ned finnes igjen som forkullede rester. I avkjølningsfasen avkjøles de utbrente restene.

3.1.3. Røyklaget

Røyk defineres i lærebøker som ”De gassformige produktene fra forbrenning av organisk materiale inkludert dispergerte dråper og faste partikler” [6]. De vanligste forbrenningsgassene fra en brann er karbonmonoksid, CO, og karbondioksid, CO₂, men det kan også forekomme andre gasser. Dette avhenger av hvilke materialer som brenner.

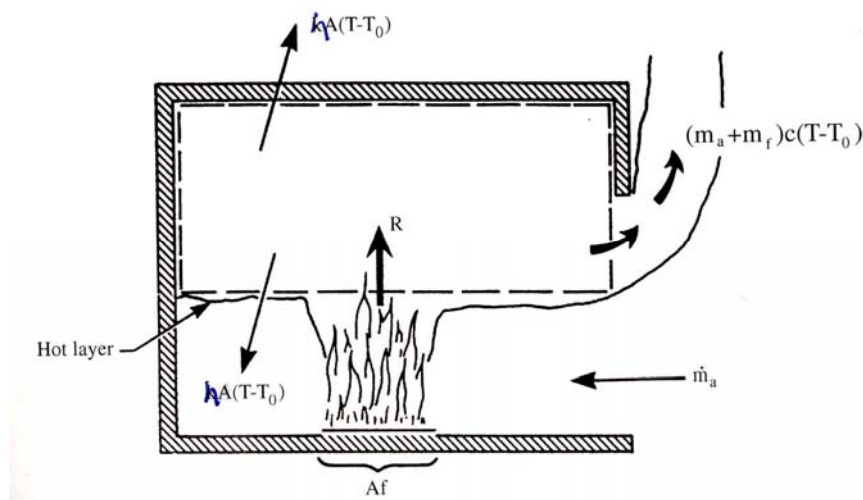
Røykproduksjon kan deles inn i to faser. Den ene fasen er tidlig i brannforløpet. Det er lite brensel involvert og det er på dette stadiet deteksjon er relevant. Den andre fasen er etter en eventuell overtenning, her er det fare for stor røykspredning til andre områder.

Ved rombranner vil røykutviklingen som oppstår kunne beskrives som en to-sonemodell. Den karakteriseres ved at røykgassene inne i rommet deler seg inn i et varmt og et kaldt sjikt. Dette antas å være riktig for små branner og relativt små rom før overtenning. Denne modellen er basert på antagelser og er en forenklet måte å modellere brannforløpet på.

To-sonemodellen

En rombrann kan utvikle seg på forskjellige måter. Det avhenger av rommets størrelse, ventilasjonsforhold, type og mengde brensel samt overflaten til brenselet.

Mengden røyk som vil bli avgitt avhenger av hvilket materiale som brenner.



Figur 3.1-3 To sonemodell

Etter hvert som brannen utvikler seg vil branngassene stige oppover. Branngassene har lavere tetthet enn luften omkring, og tetthetsforskjellen får da branngassene til å stige. Denne oppdriften av branngasser lager en såkalt røyksøyle som blir kalt brannplumen.

I brannplumen vil røykgassen stige oppover med en gitt fart. Dette vil resultere i turbulens som drar til seg luft slik at volumet til røyken øker på veien oppover. Når den varme røyken treffer taket, danner det seg etter hvert et røyklag. Dette laget vil holde seg



i ro dersom det ikke blir omrørt av vifter eller andre ventilasjonsforhold i rommet. Røyklaget vil etter hvert bygge seg nedover. Man ser da et klart skille med et røyklag øverst og en ”røykfri sone” nede. Ved rommets ventilasjonsåpning vil varme røykgasser sive ut i det øvre laget, mens det i det nedre laget kontinuerlig kommer luft til.

3.1.4. Personersikkerhet

Siden overtenning/fullt utviklet brann medfører at sannsynligheten for å overleve blir svært liten, er det vesentlig å unngå dette.

Til tross for den vanlige oppfatningen, at flammene tar liv, er det flest mennesker som dør i brann pga. røyk. Dette da sikkerheten til personer reduseres betraktelig ved røykutvikling, noe som er forårsaket av partiklene og dråpene i røyken. Den reduserte sikten kan hindre en fra å se merking til rømningsveier og utganger, og dermed ikke komme seg ut i tide. Røyk gir dessuten ofte svie på øynene.

Røykgassene inneholder en del farlige forbrenningsgasser, mange av disse har en narkotisk effekt virker sløvende gir nedsatt bevissthet og kan føre til røykforgiftning. Et eksempel på det er karbonmonoksid (CO). Denne gassen er farlig selv i små konsentrasjoner. Puster man inn karbonmonoksid vil kroppen ta opp gassen 300 ganger lettere enn oksygenet i lufta. Kun en prosent innblanding av karbonmonoksid i innåndingslufta vil være dødelig etter to til tre åndedrag. Man kan også få en rekke andre farlige gasser som blåsyre og saltsyre i røyken, alt avhengig av hva som brenner.

Andre typer skader en kan få fra røyk er skade på lunger og svelg. Dette kan skyldes at lufta eller røyken er for varm eller at man puster inn etsende syrer. Det er hovedsaklig varmen i røyken som ødelegger de indre organ.

3.2. Sprinkleranlegg

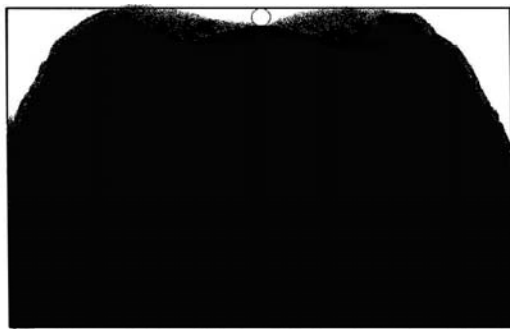
Det første permanente slokkeanleggene som ble installert i fabrikker i USA i 1850-årene var basert på perforerte rør som ble trykksatt manuelt ved brann. I tiden 1853-1885 ble det patentert mange sprinklere, mye av engelskmenn og amerikanere (Macbay, Parmelee, Grinell) [7]. Disse sprinklerdysene på rør var et resultat av ønske om å få mer kontroll over hvor vannet traff. I 1874 ble det tatt et stort skritt fremover, da det første patentet på et automatisk sprinklerhode ble tatt ut (Parmelee). I 1880-årene kom de så med spredeplate for bedre fordeling av vannet. I 1885 kom de første reglene for automatiske sprinkleranlegg laget av briten John Wormald. Grinell introduserte glassbulbene i 1922. Det var likevel ikke før på 1950-tallet at utformingen av hver type sprinkler kunne skreddersyes for det området den skulle virke på [8]. Dette gjaldt spesielt spraysprinkleren som fuktet taket mindre og gav større spredning. På 1970-tallet kom Large Drops sprinklerne og 1980-tallet kom boligsprinkling i forskjellige varianter. De siste tilskuddene til sprinklerfamilien er Extra Large Orifice og Extended Coverage Ordinary Hazard kom på 1990-tallet [9]. Sprinkling kan deles inn i følgende områder: tørt eller vått system, samt enkelt eller gruppeutløsning.

- Tørr:
Her står systemet under trykk og inneholder bare luft. Dette er aktuelt for steder som er utsatt for frost eller for spesielle systemer med detektering. Hensikten er her å ha en ekstra sikkerhet mot feilutløsning.
- Våt:
Her er det væske i de trykksatte rørene.
- Enkeltutløsning:
Her er det hvert enkelt sprinklerhode som blir aktivisert (vanligvis av varme fra brannen) og som da åpner seg og påfører vann.
- Gruppeutløsning:
Delugeanlegg som det også heter, utøser et gitt antall sprinkler samtidig. Dette er aktuelt for steder der man forventer en intensiv brann med rask spredning.

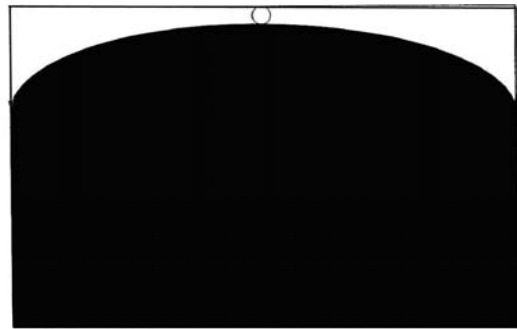
Systemene kan i tillegg til dette kombineres på mange måter og spesialsystemer kan lages. Også ekstern overvåkning kan brukes til å styre anlegget.

3.2.1. Sprinkler kontra boligsprinkler

Selv om det finnes mange typer sprinkleranlegg, er det interessant å se på forskjellen på tradisjonell sprinkling kontra boligsprinkling. Det er to kriterier som må være oppfylt for at det skal være en boligsprinkler. Først er det tiden det tar å få utløst sprinkleren. Det brukes en type bulber som kalles Fast Response som har en utløsningstemperatur på normalt 68 °C og som hurtig sprekker (RTI- faktor). Denne lave RTI-faktoren (typisk rundt 50) oppnås når ”bulben” er slank i motsetning til industriell bruk, der de er mye tykkere. Ergo: det tar kortere tid å varme opp den slanke ”bulben” til sprekkpunktet. Det andre kriteriet er spredemønsteret. Figur 3.2-1 under, viser spredemønster til standard sprinkler og boligsprinkler.



Standard sprinkler



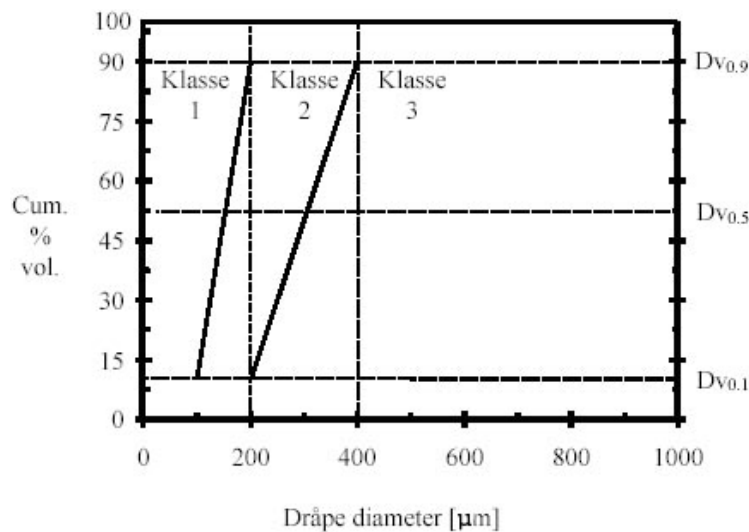
Boligsprinkler

Figur 3.2-1 Spredemønster

3.3. Vanntåkeanlegg

På 1950 tallet så en at forskningen på vanntåke skjøt fart, spesielt gjennom Braidech [3] sitt arbeid. Den virkelige store interessen kom da oljeindustrien trengte et slokkemiddel som kunne kjøle og slokke store HC-branner. Gjennom høytrykksvanntåke ble dette oppnådd. Videre kom et nytt spennende felt for vanntåken da det ble totalforbud av Halon pga. skaden det påførte ozonlaget. Andre slokkesystemer som CO₂, hadde også store begrensinger og vanntåke fikk på 1990 tallet stor oppmerksomhet fra maritim side. Neste steg er å få kontroll over brann i faste materialer med lavtrykkssystemer og det er her vårt arbeid kommer inn.

Det har vært en del debatt om hva som er vanntåke og hva som ikke er det. Det vanlige er å skille på dråpestørrelse, der dråper under 1000 μm er vanntåke, slik NFPA gjør. I en tidligere utgave av NFPA 750 [10] finnes det en interessant inndeling som omhandler vanntåke. Den deler inn vanntåken i tre klasser. Denne inndelingen ble ikke tatt med i nyere utgaver av NFPA da sprinklerprodusentene stilte seg svært kritisk til dette (se avsnitt 6.10). De fryktet at en slik klassifisering ville føre til at en klasse 3 dyse ble oppfattet for å være dårligere enn en klasse 1 dyse.



Figur 3.3-3 Vanntåkeklasser fra tidligere utgave av NFPA 750

Tilfredsstillende designede vanntåkesystemer kan være effektive i både flytende brensel (klasse B) og faste stoff (klasse A). Forskning indikerer at dråper mindre enn 400 μm er essensielt for slokking av klasse B branner, mens større dråper er effektive for klasse A branner hvor fukting av brenselet er en fordel. Vanntåke har derfor blitt delt opp i tre klasser innenfor spekteret 0 μm – 1000 μm .



3.3.1. Vanntåke klasse 1

Klasse 1 representerer den ”fineste” vanntåken med en kumulativ volumprosent til venstre for den linjen som deler inn i klasse 1 og 2, der $D_{v_{0.1}} \leq 100 \mu\text{m}$ og $D_{v_{0.9}} \leq 200 \mu\text{m}$.

3.3.2. Vanntåke klasse 2

Denne mellomklassen inneholder dråper som fortsatt vil være effektive mot flytende brensel. Samtidig vil det oppnås en vesentlig fukting av brenselet, noe som er en fordel ved slokking av brann i faste materialer. Grensene for klasse 2 ligger i området $D_{v_{0.1}} \leq 200 \mu\text{m}$ og $D_{v_{0.9}} \leq 400 \mu\text{m}$.

3.3.3. Vanntåke klasse 3

Klasse 3 representerer den ”groveste” vanntåken med en kumulativ volumprosent som ligger til høyre for skillelinjen til klasse 2 vanntåke, der $D_{v_{0.1}} \leq 400 \mu\text{m}$ og $D_{v_{0.9}} \leq 1000 \mu\text{m}$. Rent teoretisk er det innenfor denne klassen vanntåkedysen til WME [V10-3] bør ligge for at den skal kunne ha god effekt på branner i faste materialer.

3.3.4. Dråpestørrelse til WMEA800K20P

Når det gjelder dråpestørrelsen til WMEA800K20P så er det ikke utarbeidet noen dråpekarakteristikk for denne dysen enda. WME har sendt over en dråpekarakteristikk fra en annen dyse, WME4377119 [V9], som har noe av den samme oppbygningen som forsøksdysen. Her er $D_{v_{0.1}}$ på $55 \mu\text{m}$ og $D_{v_{0.9}}$ på $250 \mu\text{m}$. Disse tallene, sier WME, er antagelig ca. 40 % større for WMEA800K20P. Dette betyr at $D_{v_{0.1}}$ på $80 \mu\text{m}$ og $D_{v_{0.9}}$ på $350 \mu\text{m}$. Hvis dette er tilfelle er forsøksdysen hovedsakelig en tidligere klasse 2 dyse.

3.4. Slokketeori

En brann kan slokkes på flere måter og det er klare forskjeller mellom slokking med sprinkler og vanntåke.

3.4.1. Sprinkler

Fjerning av varme: Sprinkler kaster vandråper inn på flaten som brenner noe som medfører at brannen må bruke en del av energien sin til å fordampe dette bort. Hvis ikke dette lykkes vil brannen være på retur. Sprinkleren kjøler også røygassene.

Gjør brennbart materiale ubrennbart: Dråpene hindrer brannen å få tilgang på nytt brennbart materiale. Da det blir fuktet, er det brennbare materialet ubrukelig som brensel.

Hindrer oksygenopptak: Når det dannes en hinne av vann hindrer det effektivt at brannen får tilgang til oksygen, og brannen dør ut.

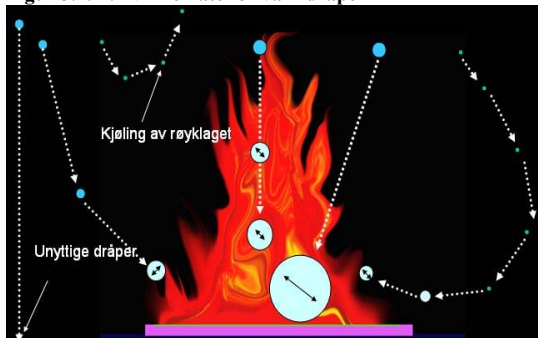
3.4.2. Vanntåke

Fjerning av varme: Vanntåken fordeles over hele rommet og vil da hurtig senke temperaturen i røyklaget. Dette medfører at tilbakestrålingen fra røyklaget reduseres kraftig og muligheten for overtenning forsvinner. Vanntåken som trenger gjennom røyklaget, reduserer også strålingen fra brannen til omgivelsene kraftig [11]. Når det gjelder avkjøling på selve brannstedet er den meget avhengig av dråpestørrelsen. Små dråper vil ikke kunne ta seg ned til brannstedet for å drive aktiv kjøling, det vil derimot større dråper.

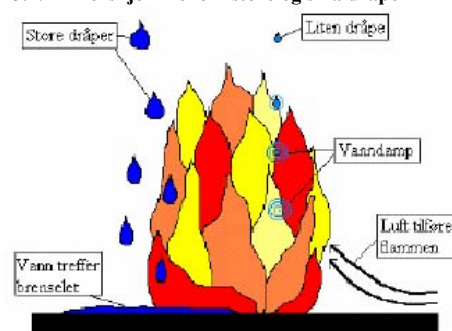
Gjør brennbart materiale ubrennbart: Over en vis tid vil man få fukting av brennbart materiale rundt arnestedet. Vannmengden brukt til vanntåke ligger ofte på 1/5 -1/10 [12] av det den gjør for sprinkler.

Hindrer opptak av oksygen: Et av vanntåkens store fortrinn er inertisering. Det skjer når vandråpene begynner å ta opp varme. Når dråpen har passert 100 °C utvider dråpen seg til vanndamp. Da øker volumet med nesten 1700 ganger [12] og oksygen blir fortrent fra forbrenningsstedet.

Figur 3.4.2-1 Virkemåte for vandråper



Figur 3.4.2-1 Forskjell mellom store og små dråper



4. UTSTYR OG FREMGANGSMETODE

Mye av utstyret som ble brukt var sponset av Water Mist Engineering (WME), noe var lånt fra Høgskolen Stord/Haugesund (HSH) og sivilforsvaret. Av Teknisk Bureau fikk man reduserte priser på rør, rørdeler og rørleggerarbeid. Dimensjoneringen av sprinkleranleggene ble utført gratis.

4.1. Plassering av termoelementer

Det ble totalt brukt åtte termoelementer under alle forsøkene. Termoelementene ble satt opp spredt i rommet, men med en hensiktsmessig plassering i forhold til å gi en mest mulig korrekt temperaturmåling av røyklaget. Det ble plassert et termoelement ved hver dyse, disse ble flyttet på alt ettersom hvilke dyser som ble testet. I rommets sentrum var det plassert et monteringsbånd som gikk vertikalt ned fra taket. På dette båndet var det plassert termoelementer, med en innbyrdes avstand på 15 cm. Disse fem termoelementene hadde forskjellige høyder, der den laveste var ca. 0,75 m fra taket. Termoelement en ble montert en meter fra kortveggen ved arnestedet. Denne ble i likhet med alle termoelementene på monteringsbåndet, samt boligsprinklerne, montert i midten i forhold til kortveggen. Disse ble stående urørte under alle forsøkene.

4.2. Startbrann



Figur 4.2-1 Trekkrybbe som brenner

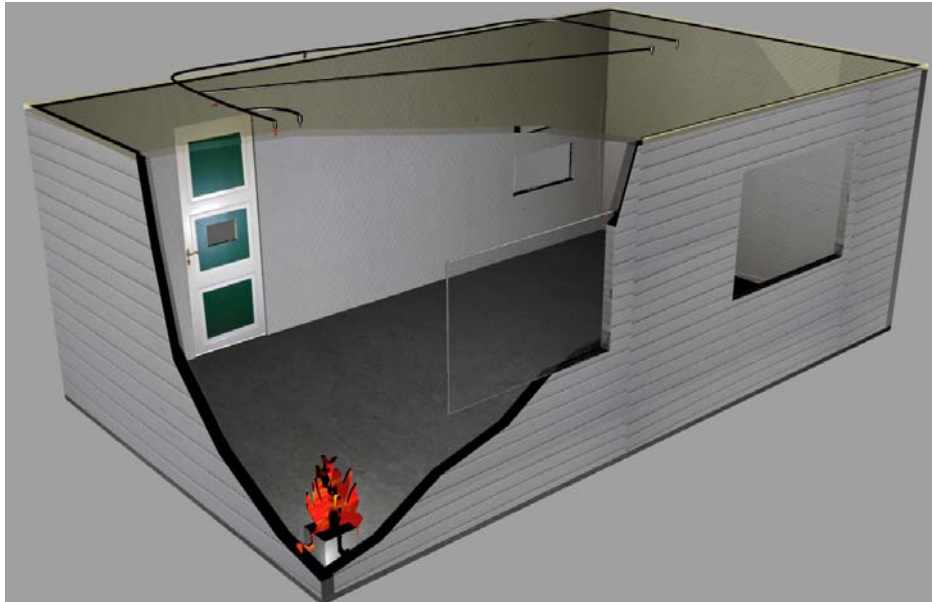
Startbrannen var lik for hvert av de tre hovedforsøkene. Den bestod av 1,0 dl diesel og 1,5 dl bensin i et rundt stålkare med en diameter på 10 cm. Rundt dette karet ble det bygget en trekkrybbe, dvs. trepinner lagt i krysslage. Trekkrybben var konstruert slik at det lå fire trepinner i bredden i fem lags høyde. Treppinnene hadde dimensjonen 48 x 48 x 300 mm. Trekkrybben og karet ble plassert i hjørnet av rommet ved siden av en sofa.

Ut fra beregninger var branneeffekten [V1] av trekkrybben på 112 kW. Branneeffekten av bensin og diesel på 8,2 kW og 27,5 kW. Total branneeffekt på 147 kW. Beregningene var basert på total tid på ca. 25 min. Dette var gjort ut i fra en kvalitativ antagelse [V2] på at krybben da

ville være utbrent. Gjennomsnittlig tid [V2] for de syv forsøkene ble 18 min og 40 s, noe som stemmer bra overens med den totale tiden.

For ekstremforsøkene ble høyden på trekkrybbene tredoblet (15 lag). Og den totale branneeffekten ble 371 kW [V1].

4.3. Brannrommet og beskrivelse av brannforsøkene



Figur 4.3-1 Forsøksrommet. 3D tegning av Stein Kyrre Kvinge (Brann 1)

Forsøkene ble gjennomført i en bolig i Tysværgaten 5. Sprinkler- og vanntåkeanlegget ble montert i stuen. Rommets totale areal var 26 m². Rommet inneholdt også to vinduer på langsiden og en dør ut mot gang på motsatt langside. For at en lettere skulle få med seg hva som skjedde i forsøksrommet, ble det montert to ekstra vinduer, et med brannglass og et uten. Disse ble montert på langsiden ut mot kjøkkenet, en i døren og en i vegg.

Tabell 4-1 Mål

Mål	Rom	Dør	Vinduer
Lengde	6,64 m		
Bredde	3,85 m	0,775 m	1,555 m
Høyde	2,48 m	2,13 m	1,105 m

Huset var bygget av tilskåret tømmer, veggene var laget av ca. 4 tommers plank. Det var påført noen lag med tapet, og ytterst et malt lag med strukturtapet. Gulvene var også av solid plank, ca. 1 ½ tommes. Som gulvbelegg var det lagt vinylbelegg. Det gjorde at oppsamling av vannet på gulvet ble mye enklere enn hvis det hadde vært tregulv eller teppe. I taket var det hengt opp et slags strietapet som var slett og stivt.

Stuen var møblert med en vinkelsøfa, en stol og et bord. Vinkelsøfaen og stolen var laget av enkle trerammer med skumputer. Det ble også møblert med en sofa (3+2) og et bord. Søfaen var laget av stoffkledde trerammer med skumputer. Det ene bordet var laget av solid tre, mens det andre var et formstøpt tremateriale noe likt en sponplate. I tillegg ble



det satt inn en seng for å kompensere for manglende brannbelastning for gardiner, tepper, bøker og blader, pynt på vegger, bord og vinduskarmer.

Det ble satt opp en sponplate på 120·80 cm som en vegg mot sofaen, den var plassert 70 cm fra veggen. Dette ble gjort av to grunner:

1. Man ønsket ikke at sofaen skulle ta fyr under forsøkene. Dette ville medført, at forsøkene ikke hadde blitt sammenlignbare med mindre man kunne bytte ut med lik sofa i alle forsøkene.
2. Branner oppstår som regel ikke midt på gulvet eller på lett tilgjengelige steder. Derfor var det ønskelig å skjule brannen mot vannet fra slokkeanleggene. Branner som oppstår i f. eks TV-er, sofaer, el. kontakter er ikke lett tilgjengelige. Dette var ønskelig å se om anleggene kunne håndtere dette problemet.

4.3.1. Beregninger

Både sprinklerregelverket [13] og det forenklede boligsprinklerregelverket [14] lister opp krav. To av kravene går på vannmengde og vanntetthet knyttet til den enkelte sprinkler. Utgangspunktet for forsøkene var å sammenligne vanntåke med sprinkling, på grunn av dette var det svært viktig for oss og se at kravene til vannmengde og vanntetthet ble fulgt i forhold til de regelverk som er nevnt over. Dette for å få mest mulig troverdige resultater.

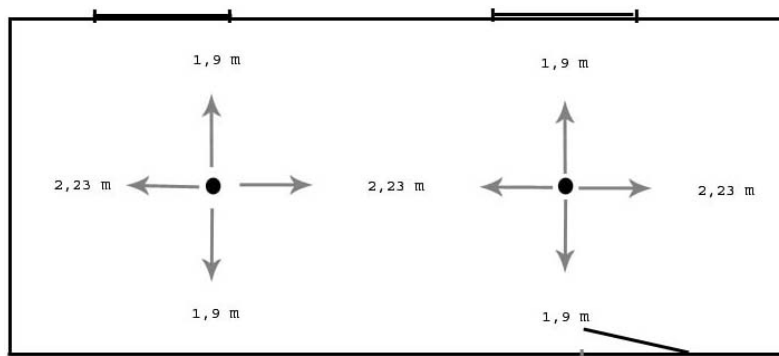
Utrekningene av nødvendig trykk for å komme nærmest mulig minimum krevd vannmengde og vanntetthet ble utført av Teknisk Bureau [V7]. Det ble gjort ved at man starter med påkrevd trykk ved dyse (med tanke på vannmengde og vanntetthet) og så regner seg bakover i anlegget. Da legger man til for tap for friksjon i rørene, koblinger av forskjellig art, samt for høyde. Dette gir til slutt en samlet sum for påkrevd trykk for anlegget. Med andre ord, hvis ikke dette trykket er tilstede ved inntaket til anlegget, får man heller ikke det nødvendige trykket i dysen.

Når man skal beregne seg til minimums inntakstrykk for vanntåkeanlegget, kan man benytte seg av utregningene utført av Teknisk Bureau. Det er fordi rørsystemet er det samme for boligsprinkler som for vanntåke. Disse viser at trykktapet [V7] i rørsystemet er på 0,686 bar (1,186 – 0,5). Dette medfører at trykket skal være på $4 + 0,686 = 4,686$ bar $\approx 4,7$ bar.

4.3.2. Forsøk med vanntåke

Det ble plassert ut to vanntåkedysere av merket WMEA800K20P4 [V10-2] automatic quick response. De ble montert opp i henhold til krav til avstander i databladet. De ble plassert med 2,23 m fra kortside, 1,9 m fra langside og en minste avstand mellom dysene på 2,23 m. Vanntåke var det første slokkeanlegget som ble testet ut pga. den lave vannmengden det brukte. Det gjorde det raskere å tørke opp rommet og gjøre det klart til neste forsøk.

Det ble i alt kjørt 4 forsøk med vanntåkeanlegget. Dette pga. at det første forsøket (forsøk 0) ikke gikk helt som det skulle. Forsøk 0 medførte at glassbulbene ble ødelagt uten at man kunne registrere det i forhold til utløsningstemperatur. Etter samtale med Kjetil Sivertsen i WME kom man frem til at man skulle løse ut de resterende forsøkene på vanntåken med ca. 100 °C, da dette ville regnes som meget konservativt.



Figur 4.3-2 Brannrommet med vanntåkedysere

4.3.3. Forsøk med boligsprinkling

I henhold til datablader ble det plassert ut to boligsprinklerdysere av typen Low Flow Pendent (SIN TY 2234). De ble plassert med 1,7 m fra kortside, 1,93 m fra langside, avstand mellom de to dysene var på 3,24 m. Denne type sprinklere er godkjent (i henhold til UL standarden) for større område enn hva boligsprinkleregulverket sier. Den setter en begrensning på maks 12 m² dvs. maks ca 3,46 · 3,46. Vår sprinkel dekker også for 4,3 · 4,3 = 18,5 m² ved påkrevd trykk [V10-1].

Det ble gjennomført to forsøk med boligsprinkling. En med automatisk utløsning og en med manuell utløsning. Utløsningstemperaturen ved automatisk utløsning var rundt 83 °C. Ved manuell utløsning ble utløsningstemperaturen rundt 81 °C.

4.3.4. Forsøk med standard sprinkling

Det ble plassert ut to veggspinklerdyser av typen Low Flow Sidewall (Horizontal Sidewall) (SIN TY 1334). De ble plassert 1,7 m fra kortsiden, 3,86 m fra langsiden, avstand mellom de to dysene var på 3,24 m. Denne type sprinklere er godkjent (i henhold til UL standarden) for større område enn hva boligspinklereregulverket sier. Den setter en begrensning på maks 12 m² dvs. maks ca 3,46 · 3,46. Vår sprinkel dekker også for 4,3 · 4,3 = 18,5 m² ved påkrevd trykk [V10-2].

Det ble gjennomført to forsøk med standard sprinkling. En med automatisk utløsning og en med manuell utløsning. Utløsningstemperaturen ved automatisk utløsning var rundt 86 °C Ved manuell utløsning ble utløsningstemperaturen rundt 84 °C.

4.4. Beskrivelse av dyser



Figur 4.4-1
WME800K20P

Det ble benyttet to vanntåkedyser. Dysene som ble brukt var av typen WME800K20P. Den har en K-faktor på 20 og kan brukes ved minimumstrykk på 4 bar [V10-3]. "Fløwen" til dysen er på 40 l/min dvs. 1,6 l/min·m². Hver enkelt dyse har et dekningsareal på 25 m² og en utløsningstemperatur på 57 °C. Disse dataene gjelder kun for en høyde opp til 5 meter.



Figur 4.4-2 SIN TY 2234

Det ble benyttet to boligspinklere av typen Low Flow Pendent (SIN TY 2234). Den hadde en K-faktor på 70 og kan brukes ved minimumstrykk på 0,48 bar [V10-1]. "Fløwen" til sprinkleren var på 50 l/min dvs. 2,7 l/min·m². Hver enkelt sprinkler har et dekningsareal på ca. 18,5 m² og en utløsningstemperatur på 68 °C.



Figur 4.4-3 SIN TY 1334

Det ble benyttet to standard sprinkler av typen Low Flow Sidewall (Horizontal Sidewall) (SIN TY 1334). Den hadde en K-faktor på 60 og kan brukes ved minimumstrykk på 0,77 bar [V10-2]. "Fløwen" til sprinkleren var på 53,1 l/min dvs. 2,87 l/min·m². Hver enkelt sprinkler har et dekningsareal på 18,5 m² og en utløsningstemperatur på 68 °C.

4.5. Vannmåler

For å kontrollere vanntrykket og vannmengden som ble brukt ved hvert forsøk, ble en vannmåler montert på vanntilførslen til rommet. Det var to målere for vanntrykket og en måler for vannforbruket. Dette ble gjort for å få korrekt kontroll på vanntrykket og for å kunne se hva trykket ble ut til sprinklerne. Siden kunne man bruke den ene (figur 4.5-2) som reduksjonsventil for å komme ned til påkrevd trykk.



Figur 4.5-1 Vannmåler fra ResQ



Figur 4.5-2 Vanntrykksmåler fra WME



Figur 4.5-3 Sammenkoblet

4.6. Datalogger



Dataloggeren som ble brukt var av merket FLUKE Hydra data acquisition unit. Eksakt navn på loggeren finnes ikke da databladet ikke er å oppspore. Loggeren tolket datasignalene mellom den bærbare pcen og de åtte termoelementene hvert andre sekund.

Figur 4.6-1 Hydra data

4.7. PC og programvare

Den bærbare pcen som ble brukt under forsøkene var av merket Dell Latitude XPi CD.



Figur 4.6-1 pc

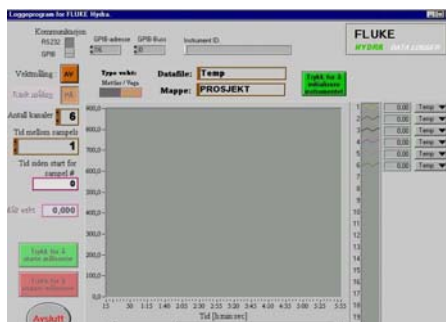


Figure 4.7-1 LabView

Registrering av alle data som kom inn til pcen gikk gjennom programmet Lab View.

Her ble temperaturene logget til en tekstfil. Disse data var avgjørende for vår tolkning av resultatene.

4.8. Vannmålinger

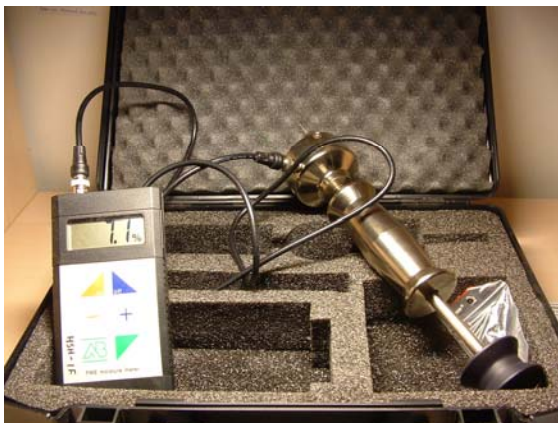
I ca. 3 ukers tid før forsøkene startet, ble det utført vannmålinger. Disse målingene gav følgende resultater. Målingene ble utført av Teknisk Bureau og av prosjektstudentene.

Tabell 4-2 Vannmålinger

Måling	huset vanninntak	Kommunal kom
Q	41 l/min	
P	4,7 bar	4,9 bar
P	0,6 barg	Fra 4,5 barg og nedover

I følge målinger av trykk og vannmengde fra husets vannledninger var disse utilstrekkelig for både krav om trykk og vannmengde til forsøkene. Da ble løsningen at Haugesund brannvesen koblet oss direkte på en kommunal kum. Dette gav det trykket og vannmengden (dette ble ikke målt) som var nødvendig for å utføre forsøkene.

4.9. Fuktmålinger



Figur 4.9-1 Fuktmåle instrument

Fuktmålingene ble foretatt med et måleinstrument med to noder som ble banket inn i vegg. Første måling ble tatt tidlig på dagen for å se hva fuktinnholdet var, før en startet forsøkene. Deretter ble det tatt en måling etter hvert forsøk. Resultatene av fuktmålingene kommer frem under kapittel 5. Der er den gjennomsnittlige fuktøkningen regnet ut ved at en hele tiden tar differansen fra forsøksverdi mot startverdien til selve fuktmålingene [V6].

5. Resultater

I dette kapitlet har man først tatt for seg hvert enkelt av sløkkeanleggene og satt dette opp mot overtenningskontroll, sløkking og materielle skader. Deretter har en tolket fuktmålingene for alle forsøkene og beregnet en gjennomsnittlig fuktøkning for hver av de tre sløkkeanleggene.

5.1. Innledning

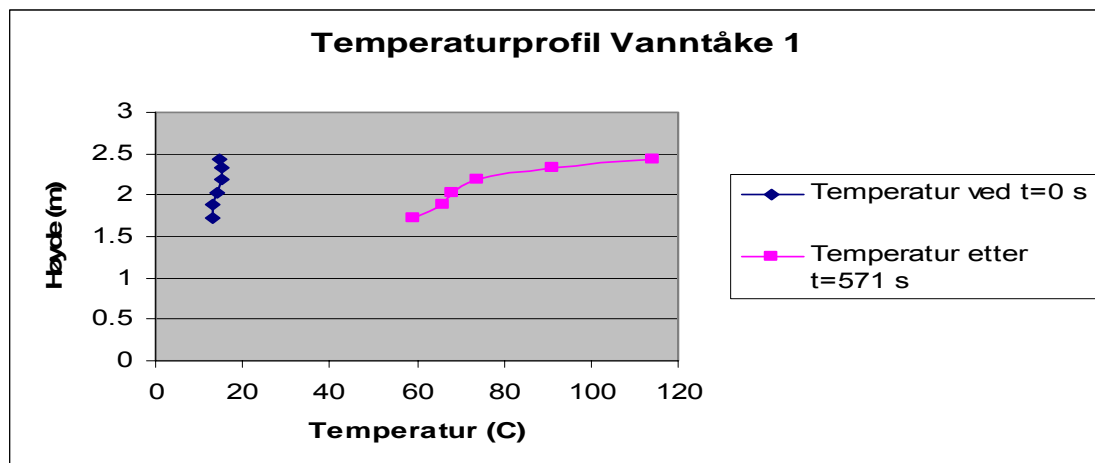
Det som alltid er viktig med slike forsøk er at de er repeterbare, kontrollerbare og repeterte. Det at de er repeterbare betyr at man på bakgrunn av opplysningene i denne rapporten kan gå tilbake å gjøre de samme forsøkene og å få da forhåpentligvis tilsvarende resultater. Dette kan være så enkle ting som at det er brukt bensin og diesel og ikke et spesielt blandet produkt bare for denne testen.

Det at de er kontrollerbare betyr at alle ting som omhandler forsøkene er skrevet om i sin fulle bredde i rapporten. Dette må gjøres slik at leser vet hva som hendte. En utregning av en formel med forklaring på hvor man har fått verdiene fra, er et eksempel på det.

Det at forsøkene er repetert betyr at forsøkene er kjørt flere ganger for å ta høyde for de forandringer som skjer i forhold til fukt, ventilasjonsforhold, osv. Dvs. at et gjennomsnitt av forsøkene er representativ for forsøkene.

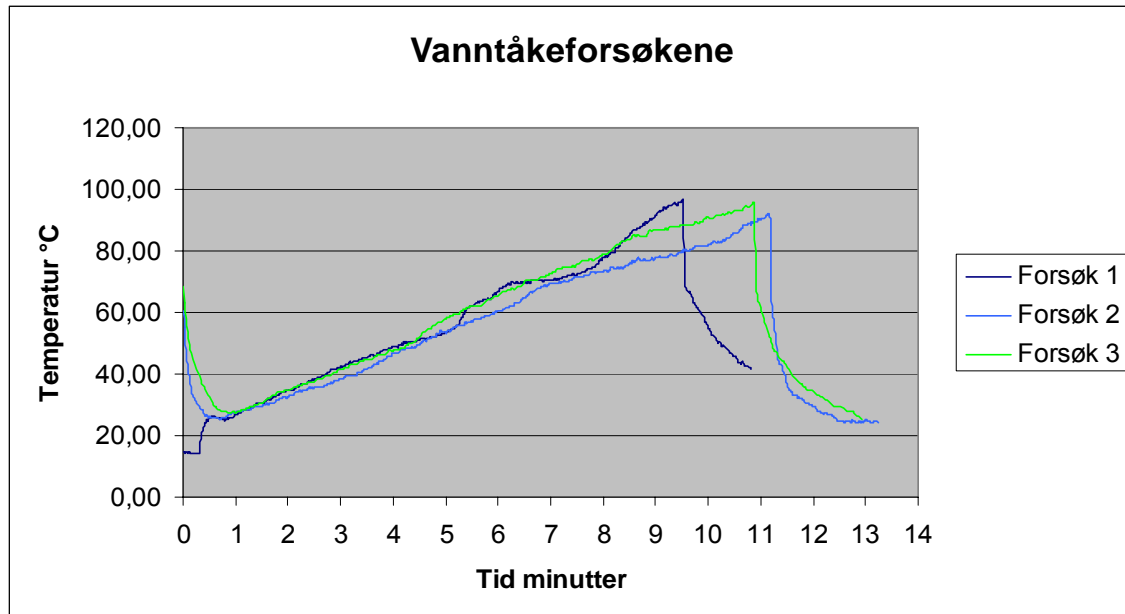
Hvordan kan da leser av rapporten vite at forholdene var tilnærmet like for forsøkene?

Dette er vist grafisk med hjelp av temperatur i forhold til høyde [V3], se figur 5.1-1. I vedlegget til rapporten finner man disse oversiktlig oppsatt ut fra sprinkler type. Grafene viser temperaturen ved starten av forsøket og rett før anlegget ble utløst.



Figur 5.1-1 Temperaturprofil

”Ekstremforsøkene” på lørdagen ble utført med en brannbelastning som var ca. tre ganger større enn for de andre forsøkene. Trekrybben var også med andre ord tre ganger så høy som de andre.



Figur 5.2-1 Temperatur/tid kurve for vanntåke

I figur 5.2-1 over ser en temperatur/tid kurven for alle de tre vanntåkeforsøkene. Forsøk 1 ble løst ut etter 9 min og 31 s og oppnådde en temperatur på 97 °C. Forsøk 2 ble løst ut etter 11 min og 10 s og oppnådde en temperatur på 92 °C. Forsøk 3 ble løst ut etter 10 min og 52 s og oppnådde en temperatur på 96 °C.

Ser man på tiden det tar å komme ned fra utløsningstemperatur til 60 °C (som må regnes som en akseptabel temperatur under taket) kan man hente ut interessante opplysninger.

Forklaring til tabell under:

$(\Delta T / \Delta t)$ = endring av temperatur på tid

ΔT = (utløsertemperatur - 60 °C)

Δt = tid fra uløsning til 60 °C nås.

Temperaturen er hentet fra de to termoelementene som ikke ble direkte påvirket av vann. Med andre ord, gjennomsnittstemperatur.

Tabell 5-1 Temperatur/tid

Forsøk nr.	Forsøk 1	Forsøk 2	Forsøk 3	Gj.snitt
Temperatur _{Høy} °C	95	87	93	92
Temperatur _{Lav} °C	60	60	60	60
Tid (s)	67	13	37	39
$\Delta T / \Delta t$ (°C/s)	0,552	2,077	0,892	1,174

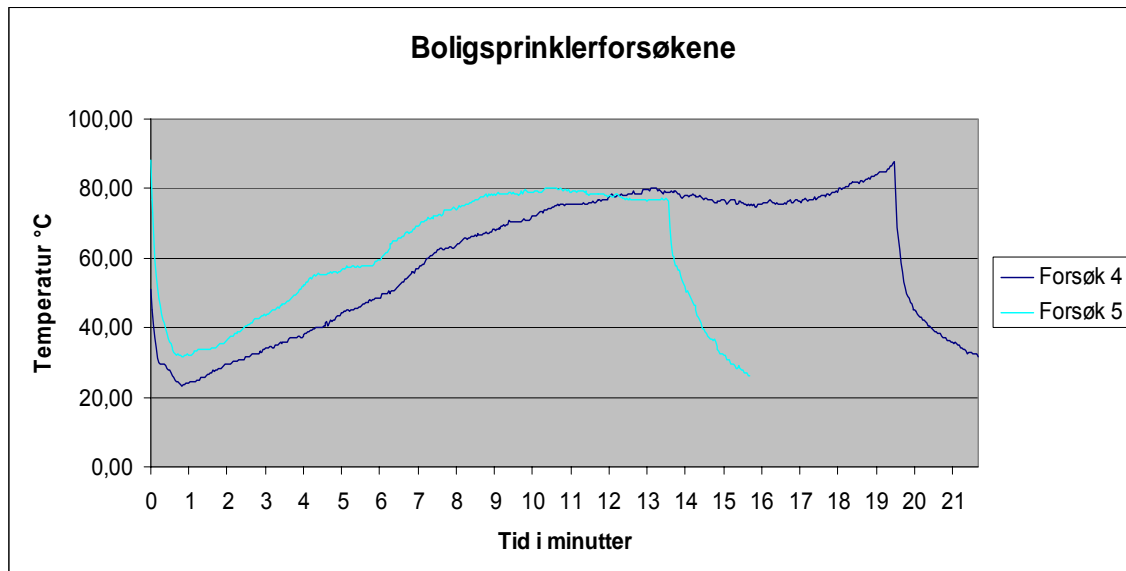
Fra en løste ut anlegget til det ble stoppet gikk det 2 min, med unntak av forsøk en der det bare gikk 1 min og 30 s. Temperaturen i røyklaget var da 42 °C, 24 °C og 25 °C

Tabell 5-2 Fuktmålinger for vanntåke (Torsdag)

Forsøk	Tid	Fuktinnhold	Fuktøkning
Start fukt:		28,0 %	
1	kl:1325	28,0 %	0 %
2	kl:1450	34,3 %	6,3 %
3	kl:0945	29,1 %	1,1 %
Gj.snitt:		29,85 %	2,5 %
Median:		28,55 %	0,55 %

Tabell 5.2 viser at median fuktøkning i rommet var på omlag 0,55 %. Dette viser at vanntåke har høyest fuktøkning. Grunnen til denne store fuktøkningen skyldes at vanntåke har et mye større dekningsareal enn sprinkling. Den fukter dermed mye større flater.

5.3. Boligsprinkler



Figur 5.3-1 Temperatur/tid kurve for boligsprinkler

I figur 5.3-1 over ser en temperatur/tid kurven for de to boligsprinkler forsøkene. Forsøk 4 ble løst ut automatisk etter 19 min og 44 s og oppnådde en temperatur på 88 °C. Forsøk 4 ble løst ut manuelt etter 13 min og 30 s og oppnådde en temperatur på 77 °C.

Tabell 5-3 Temperatur/tid

Forsøk nr.	Forsøk 4	Forsøk 5	Gj.snitt
Temperatur _{Høy} °C	90	75	82
Temperatur _{Lav} °C	60	60	60
Tid (s)	23	35	29
$\Delta T / \Delta t$ (°C/s)	1,304	0,429	0,866

Fra anlegget ble løst ut til det ble stoppet gikk det 2 min. Temperaturen i røyklaget var da 32 °C og 26 °C.

Tabell 5-4 Fuktmålinger for boligsprinkler (Fredag)

Forsøk	Tid	Fuktinnhold	Fuktøkning
Start fukt:	kl:0948	29,1 %	
4	kl:1110	29,4 %	0,3 %
5	kl:1245	30,6 %	1,5 %
Gj.snitt:		29,7 %	0,9 %
Median:		29,4 %	0,3 %

Tabell 5.4 viser at median fuktøkning i rommet var på omlag 0,3 %.

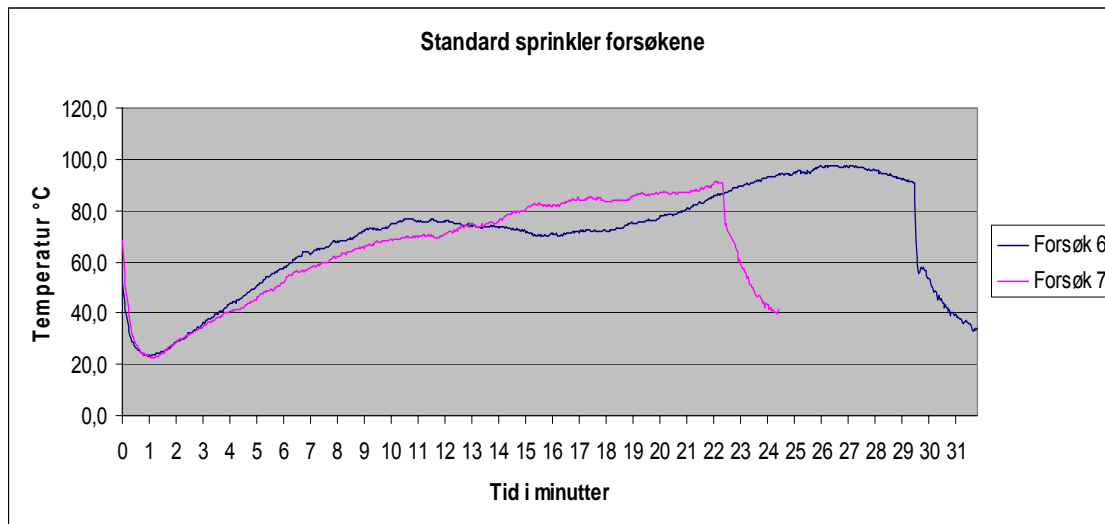
Dette viser at boligsprinkler kommer i en mellomklasse med hensynt til fuktøkning i rommet.



Figur 5.3-2 Dekningsgrad

Figur 5.3-2 viser hvor høyt oppe på veggen vannet traff med boligsprinklingen. Målingene av fuktinnholdet ble tatt rett til venstre for det hvite bordet.

5.4. Standard sprinkler



Figur 5.4-1 Temperatur/tid kurve for standard sprinkler

I figur 5.4-1 over ser en temperatur/tid kurven for de to standardsprinkler forsøkene. Forsøk 6 er ble løst ut automatisk etter 29 min og 27 s og oppnådde en temperatur på 91 °C. Forsøk 7 to ble løst ut manuelt etter 22 min og 20 s og oppnådde en temperatur på 91 °C.

Tabell 5-5 Temperatur/tid

Forsøk nr.	Forsøk 6	Forsøk 7	Gj.snitt
Temperatur _{Høy} °C	93	94	93
Temperatur _{Lav} °C	60	60	60
Tid (s)	43	70	56
$\Delta T / \Delta t$ (°C/s)	0,767	0,486	0,626

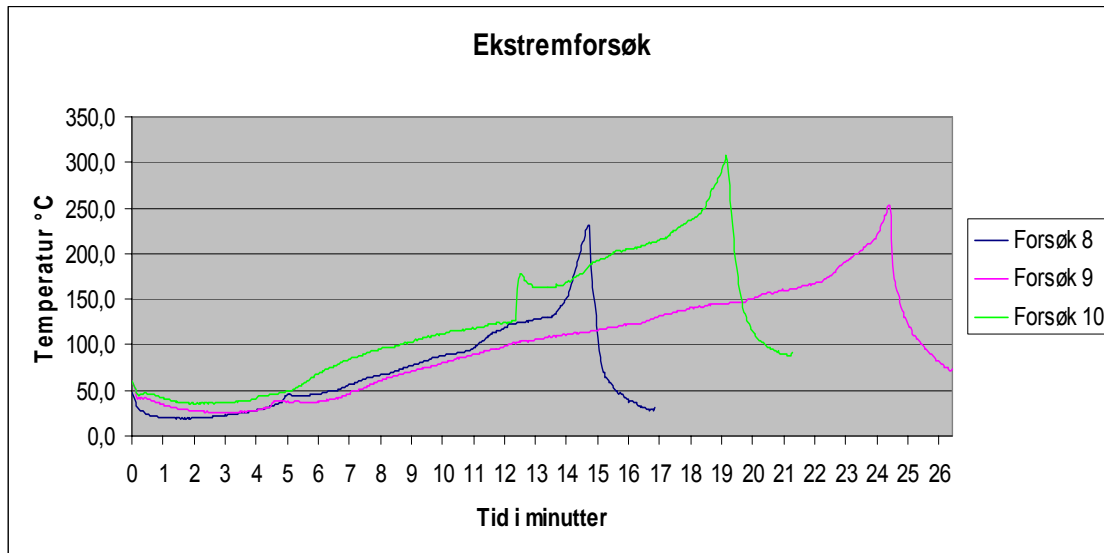
Fra anlegget ble løst ut til det ble stoppet gikk det 2 min. Temperaturen i røyklaget var da 34 °C og 41 °C.

Tabell 5-6 Fuktmålinger for boligsprinkler (Fredag)

Forsøk	Tid	Fuktinnhold	Fuktøkning
Start fukt:	kl:1245	30,6 %	
6	kl:1355	30,7 %	0,1 %
7	kl:0955	36,3 %	5,7 %
Gj.snitt:		32,53 %	2,9 %
Median:		30,7 %	0,1 %

Tabell 5.6 viser at median fuktøkning i rommet for standard sprinkler var på omlag 0,1 %.

5.5. Ekstremforsøkene



Figur 5.5-1 Temperatur/tid kurver for ekstrem forsøkene

Fra figur 5.5-1 ser en at det er en graf som skiller seg ut. Det er fra forsøke ti med vanntåke på lørdagen. Dette pga. en bedre ventilasjon av rommet og at sofa tok fyr (se forside). Sofaen produserte sort røyk, slik at man fikk en generelt høyere temperatur i hele røyklaget, enn ved de to andre forsøkene.

I figur 5.5-1 over ser en temperatur/tid kurven for de tre ”ekstremforsøkene”. Forsøk 8 ble løst ut manuelt etter 14 min og 44 s og oppnåde en temperatur på 230 °C. Forsøk 9 ble løst ut manuelt etter 24 min og 22 s og oppnåde en temperatur på 253 °C. Forsøk 10 ble løst ut manuelt etter 19 min og 8 s og oppnåde en temperatur på 307 °C.

Tabell 5-7 Temperatur/tid

Forsøk nr.	Forsøk 8	Forsøk 9	Forsøk 10
Temperatur _{Høy} °C	303	255	308
Temperatur _{Lav} °C	109	109	109
Tid (s)	47	91	124
$\Delta T / \Delta t$ (°C/s)	4,128	1,604	1,605

Fra anlegget ble løst ut til det ble stoppet gikk det 2 min. Temperaturene i røyklaget var da 32 °C, 73 °C og 92 °C.

6. Diskusjon

6.1. Generelt

Det ble i alt gjennomført 11 forsøk, men i denne rapporten er det kun tatt hensyn til ti av dem.

6.2. Forsøket

Det første forsøket gikk ikke som det skulle pga. at en ventil til vanntåkeanlegget som ikke var blitt åpnet som først antatt. Det ble kjørt tre forsøk med vanntåke, to forsøk med boligsprinkling og to forsøk med standard sprinkling. Grunnen til at det ble kjørt et forsøk mer med vanntåken, var at det var flere usikkerhetsmomenter rundt dette. Det var også ønskelig å kjøre tre forsøk på de andre systemene, men fordi det tok for lang tid å tørke opp mellom forsøkene ble det besluttet å kjøre to repetisjoner pr. hovedforsøk.

6.3. Brensel

I de tre innledende forsøkene ble det benyttet en blanding med 2,0 dl diesel og 0,5 dl bensin. Mengden dieselen ble redusert, da det skapte problemer etterslokkingen av brannen i trekrybben. Det viste seg at det fremdeles var igjen diesel i karet, etter at vanntåkeanlegget var stoppet. I det dieselen fikk tilført vann fra brannslangen, fordampet vannet og dieselen fikk en mye større overflate. Dette resulterte i store flammer et kort øyeblikk. I de senere forsøkene ble mengden av diesel redusert. En benyttet seg da av en blanding på 1,0 dl diesel og 1,5 dl bensin. Dette gav ingen slike effekter i etterslökkingsfasen.

Den brennbare væsken var i et rundt stålkare med en diameter på 10 cm. Karet var plassert i bunn av trekrybben. Ved tre anledninger sløkket brannen før dieselen ble antent. Det viste seg at det ikke alltid var lett å treffe stålkaret nøyaktig. Det en i stedet kunne ha gjort i dette tilfellet var å helle den brennbare væsken ut i bunnen av et stort stålkare. Siden det var valgt en flat betonghelle for å få god ventilasjon til brannen, kunne ikke dette gjøres. En annen faktor som var avgjørende for om det brant godt, var om det var tilstrekkelig mellomrom mellom hellen og hjørnet. Etter et par forsøk samlet det seg opp kullrester i mellomrommet, det gav ujevne ventilasjonsforhold for brannen i trekrybben

6.4. Termoelementer

For måling av temperaturen ble det benyttet åtte termoelementer. Tre av termoelementene var festet i taket. Endene på elementene var i en avstand på 5 cm fra taket. De resterende termoelementene var festet i et monteringsbånd i midten av rommet. Monteringsbåndet var festet i tak og gulv. Grunnen til disse plasseringene var å få korrekt måling rundt dysene og korrekte målinger i forhold til røyksjiktene. Ut i fra de analyserte dataene så en at termoelement 2 til tider gav noen unøyaktige målinger. Dette kan være forårsaket av en dårlig kontakt mellom skjøtekablene eller en dårlig kontakt mellom ledningen fra termoelementet og loggeren. Termoelement 2 og 3 var plassert nærmest dysene og ble avkjølt i enkelte forsøk. Dette har påvirket målingene av røyklagstemperaturene i de forskjellige høydene.

Etter å ha kjørt en del forsøk, kunne man se at det var dannet seg et belegg av sot på veggene. Dette laget hadde også lagt seg på termoelementene, men om det har hatt noe påvirkning på målingene vet en ikke. Etter hvert forsøk ble det utført en visuell kontroll av termoelementene nettopp for å hindre dette. Sammenlignet med andre forsøk f. eks HC-branner, var det relativt lite sot, dette pga. bruken av en trekrybbe.

6.5. Vann og trykkmålinger

For å oppfylle krav til vanntrykk ble det benyttet vann- og trykkmåler. Disse var koblet slik at man kunne følge med på trykket inn til systemet og trykket ut av systemet etter reduksjonsventilen. Vannmåleren hadde to instrumenter til avlesning av forbrukt vannmengde. Det var ett av disse instrumentene som ble benyttet. Dette fordi krevd vannmengde ikke trengte to passasjer, og for å gjøre avlesningen enklere. Dette hindret ikke at avlesning av dynamisk trykk ble notert under vanntåkeforsøkene. Målingene ble gjentatt den 13. april da man måtte se på dette på nytt (se avsnitt 6.6.) Det er usikkerhetsmoment knyttet til avlesningen av vannmengden, da system som ble trykksatt inneholdt luft. Dette var mest fremtredende under skifting av rørsystem fra de som var montert i taket til de som var montert på vegg. Det vil i praksis si at forsøk 6 viser 5-10 liter for høyt vannforbruk enn det som er reelt.

6.6. Vannmengde, vanntetthet og trykk

Vannmengde:

I følge databladet til vanntåkedysen, skulle vannforbruket ligge på 40 l/min. Forsøkene viste at dette ikke var tilfelle, man fikk ca. 30 l/min. Disse resultatene medførte at man rigget opp vanntåkeanlegget igjen med nye dyse, for å ta vannmålingene på nytt. Da ble vannforbruket på ca. 38 l/min med inntakstrykk på 4 barg. Hadde man lagt til trykkreduksjonstap i anlegget ville vannmengden økt ytterligere. Dette var mer i samsvar med databladet til dysen (se avsnitt 6.7). Likevel er vanntåkeanlegget det som kommer best ut, selv med en reduksjon på ca 25 % i forhold til det som skulle ha kommet ut.

For boligsprinkleren ble det henholdsvis ca. 43 l/min og for standard sprinkler 47 l/min. Det skulle egentlig vært 50 l/min og 53 l/min. Forsøket på lørdagen, med to standard sprinklere var den reelle mengden 126 l/min, mot beregnet 106 l/min. Dette betyr at man fikk mindre vannmengde enn beregnet med en dyse og større ved to dyser.

Vanntetthet:

Vanntettheten er direkte knyttet opp til vannforbruk. Hvis man tar utgangspunkt i målt vannforbruk på en vanntåkedyse vil vanntettheten ligge på 1,5 l/min·m² og for to dyser estimert til 2,9 l/min·m².

Ved boligsprinkling, er vanntettheten for en dyse ca. 2,3 l/min·m² (estimert 2,6 l/min·m²). Standard sprinkler har for en dyse ca. 2,5 l/min·m² (estimert 2,9 l/min·m²) og to dyser fra forsøket på lørdagen 4,7 l/min·m² (estimert skulle dette vært ca 4,1 l/min·m²). Dette betyr at det ikke er samsvar mellom teoretiske beregninger av vanntetthet når det er to dyser innvolvert kontra en.

Hva kan det komme av? At det er for lav vannmengde/vanntetthet for en dyse kan skyldes at det er stor motstand i anlegget. Når vannet går til to dyser gjennom rørene og koblingene er det liten motstand i vannet. Det er mer friksjon/motstand i anlegget når det står vann i deler av det. At utregningen er basert på to dyser styrker denne antagelsen, samt at man økte trykket. Trykkøkningen var kanskje unødvendig.

Trykk:

Siden det ble en ekstra t-kobling på sprinklersystemet i taket og mindre dimensjon på rørene i forhold til det som ble beregnet, ble det sammen med Teknisk Bureau bestemt at trykket skulle økes med 0,2 bar [V7]. Slik skulle det kompenseres for trykktap. Trykket ble også i standard sprinkleranlegget økt med 0,2 bar, da dette anlegget også ble montert med litt mindre dimensjon enn opprinnelig planlagt. Endring i indre diameter var for de minste rørene fra 22 til 20 mm og de store fra 28 til 25 mm.

For vanntåkeanlegget skulle inntakstrykket vært 4,7 barg, mens trykket fra kommunale vannledning gav 4,5 barg. Dette hadde minimal effekt. Et annet problem medførte mye større effekt på målingene (se avsnitt 6.7).

Forholdet mellom vannmengde og trykk: Under forsøkene ble det benyttet en trykkreduksjonsventil (se avsnitt 4.5.). Dette vil ikke bli brukt under en virkelig



dimensjonering av et anlegg. Da vil vannmengden øke i takt med trykket slik at også vanntettheten helt reelt vil øke. For vanntåkedysen vil økningen være minst siden den hadde minst differanse mellom arbeidstrykk og dynamisk trykk inn. For sprinklerne vil dette med letthet bli dobbelt så stort, men siden oppgaven var å vurdere ut fra minste vannmengde/tetthet vil dette ikke bli videre kommentert.

6.7. Dyser og rør

Dyser: Grunnen til at det var en stor differanse mellom antall liter på vanntåkedysen og det som stod i databladet, kom frem da man demonterte den. Det var rester av hamp og gjengetape på inntaksfilteret. Det viser at man må gjøre en grundig jobb i installasjonsfasen for å hindre at det kommer fremmedlegemer inn i dysene. Dette er spesielt viktig med tanke på vanntåkedysene, siden de er mer finmekanisk laget og har mindre dimensjoner.

Rør: I utgangspunktet hadde man tenkt å bruke en type plast rør med dimensjonen 22 og 28 mm. Dette ble valgt bort til fordel for PEL-rør med indre dimensjonen på 20 og 25 mm. Det da kostnaden til rørene ble betydelig mindre. Det er ikke foretatt en vurdering av hvilke type plastrør som er i overensstemmelse med standard- og boligsprinklerregelverket, men i utgangspunktet kan man bruke plastrør.

6.8. Fuktmålinger

I boligsprinklerregelverket er det et krav til at vannforsyningen skal ha kapasitet til å forsyne slokkeanlegget med krevd vannmengde i minst 30 min. Dette så en helt bort fra da den påkrevde vannmengden ville gitt betydelige vannskader på rommet. For at det ikke skulle ta for lang tid til opptørking mellom forsøkene, kjørte en slokkeanleggene i 2 min.

Fuktinnholdet i veggene steg etter en del forsøk. Dette førte til at det tok lenger og lenger tid for å øke temperaturen i rommet. Etter et par forsøk så en at det hadde dannet seg en stor vannlomme i veggen i nærheten av der målingene ble tatt. Dette har sannsynligvis påvirket resultatene ved at noen av målingene har for høye verdier. Dette ser en kanskje tydeligst på siste målingen på torsdag i forhold til første måling på fredag (se kapittel 5). Her har fukten sunket over natten. Det skyldes nok at vannet har fått mulighet i løpet av natten til forsvinne. Det kan skyldes at det har vært varmere denne natten eller den morgningen man tok målingen. Fra fredagen da man tok den siste målingen til lørdagsmorgen har fuktinnholdet økt over natten. Dette kan skyldes en kald natt som har resulter i kondensering i rommet.

De tre dysene (vanntåke, boligsprinkling og standard sprinkling) som ble brukt hadde noe varierende kastelengde på vannet. Noen av dysene traff høyere på veggen enn andre. Det var kun vanntåkeanlegget som fuktet direkte på stedet målingene ble utført.



Fra tabellene ser man at vanntåken er det slokkeanlegget som har høyest fuktøkning. Dette kan ha sammenheng med at vanntåkeanlegget fukter større areal enn det de andre slokkeanleggene gjør. Boligsprinkling kommer i en mellomklasse, og standard sprinkling er det slokkeanlegget som har minst fuktøkning.

De gjennomsnittlige verdiene for fuktinnhold og fuktøkning var ikke realistisk å bruke. Dette da det fantes for store avvik for målingene for vanntåken og standard sprinkling (se kapittel 5). Pga. disse avvikene måtte man finne median for fuktinnholdet og fuktøkning for de tre slokkeanleggene. Hvorfor er disse verdiene er så høye i forhold til de andre? Det kan være at det ikke har blitt tørket godt nok mellom forsøkene eller at det har blitt igjen fukt fra de andre forsøkene.

6.9. Rommet

Tid til slokkeanleggene ble utløst var nok vesentlig lengre i forsøksrommet enn et ISO-rom. Dette skyldes at det er betydelig større område for brannen å varme opp med stråling, konveksjon og ledning enn i et standardisert ISO-rom. På den andre siden er dette likevel realistisk med tanke på startbrannen. Hadde det vært et annet materiale som inneholdt større mengde HC (som en sofa med skumplastputer) ville både strålingen opp til røyklaget, og ned fra det, vært betydelig større. Dette ville resultert i en hurtigere brannvekst enn det som var tilfelle for forsøkene. Her har også veggens oppbygning og struktur mye å si tiden det tok til å nå utløsningstemperaturen. Ikke bare ble veggene fuktigere og fuktigere, men de var også ganske massive. Det ble en del varmetap med disse veggene da mye av varmen ble transportert ut gjennom dem. Kullaget gjorde også sitt til å bidra med å øke tiden til oppvarming av rommet. Laget dannet en isolerende hinne slik at det tok lenger tid for flammene/varmen å spre seg inn i trevirket.

6.10. Dråpestørrelser

Vanntåke:

Fra avsnitt 3.3.4. kommer det frem at dråpestørrelsen til WMEA800K20P ikke har blitt målt. Slutninger om dråpestørrelse for den benyttede vanntåkedysen er derfor i stor grad basert på antagelser. Dette er selvfølgelig ønskelig at en slik måling blir gjort fra WME sin side, slik at man kan få avkreftet eller styrkt nye antagelser som kommer frem her.

Det som er oppsiktsvekkende, dersom korrekt, er dråpestørrelsen til WMEA800K20P. I følge teoretiske antagelser om dråpestørrelsen skulle den vært større (klasse 3) for å virke effektivt på brann i fast materiale. Siden den virker effektiv (fig.5.2-1) kan det være at dråpestørrelsen ikke alene er avgjørende for slokkeeffekten. Det kan være at blandingen av små og større dråper er av større viktighet enn tidligere antatt. Resultatet hadde kanskje vært annerledes for en annen type brann i fast materiale f.eks. en i sofa.

Vanntåkedysen som ble benyttet under forsøket hadde en mindre vanntilførsel/trykk enn det som krevdes. Dette kan ha ført til at dråpestørrelsen fra dysen under forsøkene var reelt større enn man antar.



WMEA800K20P viser at det ikke er lett å lage en inndeling, slik som klassifiseringen til NFPA. Grunnen er at ikke alle dyse glir inn i dette mønsteret. Slik sett er det kanskje ikke rart at klasseinndelingen er fjernet fra senere NFPA utgaver.

Sprinkler:

Det er vanlig å måle dråpestørrelse og volumprosent på vanntåkeanlegg, mens det for sprinkler sjelden blir gjort eller blir holdt hemmelig. Da har man generelt lite informasjon om hvordan dråpestørrelsene er for sprinkler. Er det for eksempel også vanntåke i sprinklerspray, eventuelt hvor mye? Det finnes litt informasjon om dråpestørrelser, men man har ikke funnet noe som oppgir dem i kumulativ volumprosent. Det er derfor vanskelig å gjøre sammenligner og drøftinger på dette grunnlaget.

7. Konklusjon

Overtenning:

Når man sammenligner de forskjellige gjennomsnittlige endringene av temperatur på tid ($\Delta T / \Delta t$) er følgende klart:

Tabell 7-1 Endring av temperatur på tid

Vanntåke	Boligsprinkling	Standard sprinkling
1,174	0,866	0,626

Overtenningskontroll er å få kontroll og stagnere temperaturen i røyklaget. Det beste er å få reversert den. Vanntåke er det slokkeanlegget som kommer best ut her med 1,174.

Slokking:

Ved sammenligning av temperaturen etter to min (120 s) er følgende klart:

Tabell 7-2 Sammenligning av temperaturer

	Vanntåke	Boligsprinkling	Standard sprinkling
	24 °C	32 °C	34 °C
	25 °C	26 °C	41 °C
Gj.snitt:	24,5 °C	29 °C	37,5 °C

NB. Forsøk 1 er holdt ute av sammenligningen da den vart i 90 sekunder.

Man kan gå ut i fra at desto lavere temperatur det er i brannrommet etter at slokkeanlegget er skrudd av, desto bedre har slokkeeffekt har det vært. Her er det vanntåkeanlegget som er best og har den laveste temperaturen på 24,5 °C.

Ser man på ekstremforsøkene er følgende klart for gjennomsnitt endringene av temperatur på tid ($\Delta T / \Delta t$) og temperatur etter to minutter (120 s):

Tabell 7-3 Endring av temperatur på tid og temperatur etter to min.

	Vanntåke	Boligsprinkling	Standard sprinkling
$\Delta T / \Delta t$:	1,605	1,604	4,128
Temp.:	111 °C	93 °C	60 °C

Dette viser at to dyser, som standard sprinkling hadde under ekstremforsøkene, slokket best.

Skadeomfang:

Ingen av forsøkene resulterte i at brannen vokste seg større enn trekrybben, unntaket var de siste ekstremforsøkene der beskyttelsesveggen ble tatt bort. Der smittet brannen seg over til sofaen. Ser man bort i fra dette siste forsøket, kommer alle forsøkene likt ut.

Tabell 7-4 Fuktøkning

	Fuktøkning	Slokkeanlegg
Median:	0,55 %	Vanntåke
Median:	0,3 %	Boligsprinkling
Median:	0,1 %	Standard sprinkling



Ser man på gjennomsnittlig fuktøkning resulterte standard sprinkling den minste økningen. Ut i fra forsøksresultatene konkluderer vi dermed med at vanntåke er det slokkeanlegget som kommer desidert best ut på overtenningskontroll og slokking. Standard sprinkling er det anlegget som gir best resultat med minst fuktøkning.

8. Forslag til forbedringer og videre arbeid

Forbedringer:

- Etter et par forsøk samlet det seg opp en del kullrester mellom betonghellen og veggen. Dette hindret at brannen fikk en god ventilering, noe som ble oppdaget først etter et par forsøk. Man burde her ha fjernet kullrestene.
- I stedet for å bruke et lite rundt stålkår som man plasserte midt i trekrybben burde man heller brukt et stort stålkår som krybben kunne ligge i. Dette ville gjort antenningen av brenselet mye lettere.
- Temperaturen av trekrybben burde blitt målt etter hvert forsøk. Da kunne man observert effektiviteten til slokkeanleggene.
- Termoelement 2 og 3 var plassert nærmest dysene og ble avkjølt i enkelte forsøk. Her skulle det vært en aller annen form for avskjerming fra vannet.
- En brann gir fra seg en del sot, men med dette forsøket ble det redusert pga. brenselet man benyttet. Likevel ble det litt sot på termoelementene. Dette sotlaget burde blitt tørket bort ved hvert forsøk.
- Man burde hatt sponplater som ble byttet ut etter hvert forsøk. Ved å plassere de i hjørnet rundt intialbrannen kunne man i langt større grad fått mer like forsøk i forhold til temperatur/tid kurven.
- Det skulle vært utarbeidet en logg på forhand.
- Når det gjelder fuktmålingene burde det blitt tatt fuktmålinger før og etter hvert eneste forsøk. Slik ville man fått ett større sammenligningsgrunnlag og mer pålitelig data. Tatt målinger på minimum to steder i forskjellige høyder.
- Når en skal utføre lignende forsøk er det viktig at man kjører likt antall repetisjoner på alle de tre slokkeanleggene. Dette da man har flere data å jobbe med slik at resultater blir mer troverdige.
- Gjør en god jobb i installasjonsfasen for å hindre at det kommer fremmedlegemer inn i rør og dyser.
- Diskutere med sprinkler produsent om å få tak i nødvendige data, eventuelt bli enige om å hemmeligholde deler av rapporten.
- Skrive en detaljert dagbok over alt som skjer.

Videre arbeid:

- Vanntåke bør testes ut i forhold til:
 1. Fast brenselstype av flere slag. Dette med tanke på røyk og sot produksjon.
 2. Den faktiske utløsningstemperaturen bør være gjeldende for testene.
 3. Ventilasjons forhold i rommet. Hvordan påvirkes vanntåke av dette?
 4. Brann avskjermet eller ikke.



9. REFERANSELISTE

- [1] Ford, Jim: “*Saving lives, saving money, Automatic sprinklers a 10 years study (A detailed history of the effects of the automatic sprinkler code in Scottsdale, Arizona)*”. 1997
- [2] Ford, Jim: “*A 15 year update on the impact and effectiveness of the Scottsdale sprinkler ordinance*”. 1989
- [3] Braidech, N.M., Neale, J.A., Matson, A.F. og Dufore, R.E.: “*The Mechanism of Extinguishments of Fire by Finally Divided Water*”, 1955.
- [4] Rasbash, D.L, Rogowski, Z.W og Stark, G.W.V.: “*Mechanism of Extinction of Liquid Fuel Fires with Water Sprays*”, 1960.
- [5] Aamnes, Bodil, Steensaas, Jan P.og Wighus, Ragnar: ”*Forventer effekt av faste, aktive slokkeanlegg- Boligsprinkler og vanntåke*”, 2003.
- [6] Hagen, Bjarne Christian: ”*Grunnleggende brannteknikk*”, ISBN: 82-996645-1-9, 2003
- [7] Drange, Leiv Anfin: ”*Forelesningsnotater i brannteknisk prosjektering*”, 2004
- [8] Jessen, Georg: ”*Lærebok i brannvern og brannteknikk*”, ISBN: 82-519-1102-8, 1992
- [9] FM Global Research Campus, www.fmglobal.com
- [10] NFPA 750 “*Standard for the instalation of water mist fire protection systems*”, 1996 edition. 1 Batterymarch Park, Po Box 9109, Quincy, MA 02269 – 910
- [11] Hagen, Ronny André og Westeng, Helen :”*Termisk stråling i en to-sonemodell,*” 2002
- [12] Wighus, Ragnar: ”*Water mist versus sprinkler systems – similarities and differences*”
- [13] Andersen, Erik: “*Sprinklersystemer - planlegging og installasjon*”, ISBN-28-7485-112-9, 2002



-
- [14] Forsikringssekskapenes Godkjennelses nemnd i samarbeid med Statens bygningstekniske etat og Direktoratet for brann og eksplosjonsvern: “*Tekniske retningslinjer for dimensjonering, prosjektering og installering av sprinkleranlegg i bygninger for boligbruk opp til og med 4 etasjer*”, ISBN-82-7485-085-8, 2001
- [15] International Water Mist Association: “*<http://www.iwma.net>*”, Am Langen Berg 3D-39345 Vahldorf, opprettet 4 April, 1998



Vedleggsliste

V1 Branneffekt

V2 Gjennomsnittlig tid pr. forsøk

V3 Temperaturprofil

V3-1	Forsøk 1:	Vanntåke
V3-2	Forsøk 2:	Vanntåke
V3-3	Forsøk 3:	Vanntåke
V3-4	Forsøk 4:	Boligsprinkler
V3-5	Forsøk 5:	Boligsprinkler
V3-6	Forsøk 6:	Standard sprinkler
V3-7	Forsøk 7:	Standard sprinkler
V3-8	Forsøk 8:	Standard sprinkler
V3-9	Forsøk 9:	Boligsprinkler
V3-10	Forsøk 10:	Vanntåke

V4 Temperatur/tid kurver

V4-1	Forsøk 1,2 og 3:	Vanntåke
V4-2	Forsøk 4 og 5:	Boligsprinkler
V4-3	Forsøk 6 og 7:	Standard sprinkler
V4-4	Forsøk 8,9 og 10:	Ekstrem forsøk

V5 Vannmålinger

V6 Fuktmålinger

V7 Dimensjonering av sprinkleranlegg

V8 Hydraulisk trykktapsberegning

V9 Dråpekarakterestikk

V10 Datablader

V10-1	Datablad:	Boligsprinkler
V10-2	Datablad:	Standard sprinkler
V10-3	Datablad:	Vanntåke

**V1 Branneffekt*****Branneffekt*****Branneffekten av trekrybben:**

	ΔH_c	Enhet
Wood	19	MJ/kg
Bensin	44	MJ/kg
Diesel	41	MJ/kg
	Størrelser	Enhet
Mål		
trepinner	0,0006912	m ³
Antall	20	stk
Tetthet	640	kg/m ³

Volum av trekrybben blir da.

$$V = \text{Mål} \times \text{antall} \times \text{tetthet} \quad \text{kg}$$

$$V = \underline{\quad 8,8474 \quad} \quad \text{kg}$$

$$Q_c = m \times \Delta H_c \quad \text{MJ}$$

$$Q_c = \quad 168,0998 \quad \text{MJ}$$

$$\text{Antar tid:} \quad 25 \quad \text{min}$$

$$W = J/s \quad W$$

$$W = \quad 0,1121 \quad \text{MW}$$

$$W = \quad 112,1 \quad \text{kW}$$

Branneffekten av Bensin:

	Størrelse	Enhet
Volum	0,00015	m ³
Tetthet	750	kg/m ³

$$m = V \times \text{tetthet} \quad \text{kg}$$

$$Q_c = m \times \Delta H_c \quad \text{MJ}$$

$$W = J/s \quad W$$

$$m = \quad 0,1125 \quad \text{kg}$$

$$Q_c = \quad 4,9500 \quad \text{MJ}$$

$$\text{Antar tid:} \quad 3 \quad \text{min}$$

$$W = \quad 0,0275 \quad \text{MW}$$

$$W = \quad 27,5 \quad \text{kW}$$

Branneffekten av Diesel:

	Størrelse	Enhet
Volum	0,0001	m ³
Tetthet	840	kg/m ³



$$m = V \times \text{tetthet} \quad \text{kg}$$

$$Q_c = m \times \Delta H_c \quad \text{MJ}$$

$$W = J/s \quad \text{W}$$

$$m = 0,0840 \quad \text{kg}$$

$$Q_c = 3,4440 \quad \text{MJ}$$

$$\text{Antar tid:} \quad 7 \quad \text{min}$$

$$W = 0,0082 \quad \text{MW}$$

$$W = 8,2 \quad \text{kW}$$

Total effekt av trekrybbe med bensin og diesel

Trekrybbe	112,1	kW
Bensin	27,5	kW
Diesel	8,2	kW
Totalt	147,8	kW

Total effekt av trekrybbe med bensin og diesel i ekstrem forsøket

Trekrybbe	336,2	kW
Bensin	27,5	kW
Diesel	8,2	kW
Totalt	371,9	kW

V2 Gjennomsnittlig tid pr. forsøk**Utrekning av gjennomsnitt tid til hver av forsøkene.**

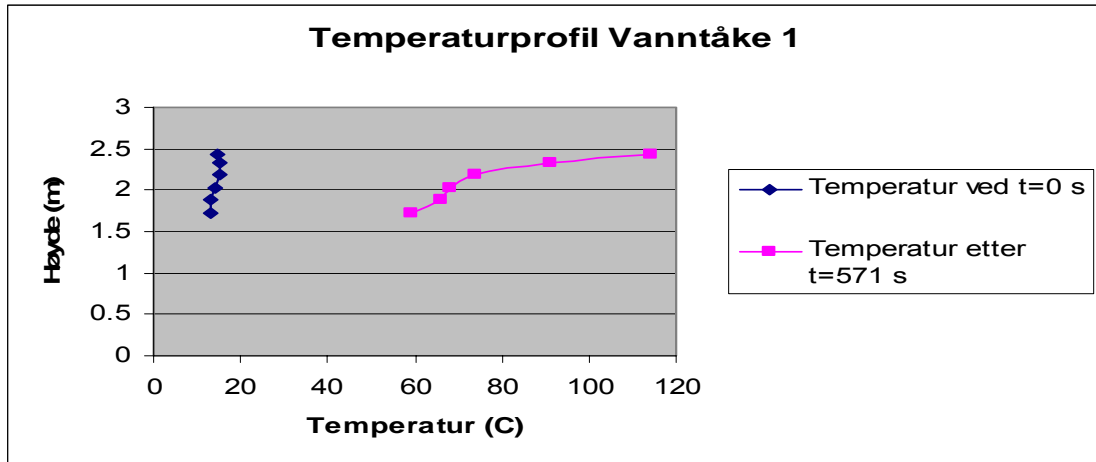
	Forsøk 1	Forsøk 2	Forsøk 3	Forsøk 4	Forsøk 5	Forsøk 6	Forsøk 7
Reell tid(s)	649	794	776	1314	940	1907	1464

Total sum alle
forsøk: 7844 s
Sum hvert enkelt: 1120,57 s
Sum hvert enkelt: 18,6762 min

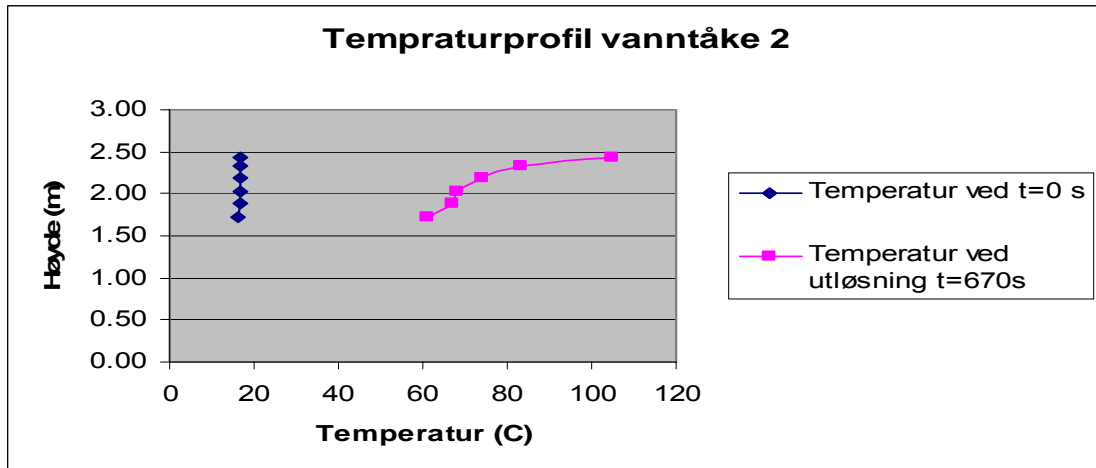
Kvalitativt: 25 min (krybben vil da være utbrent)



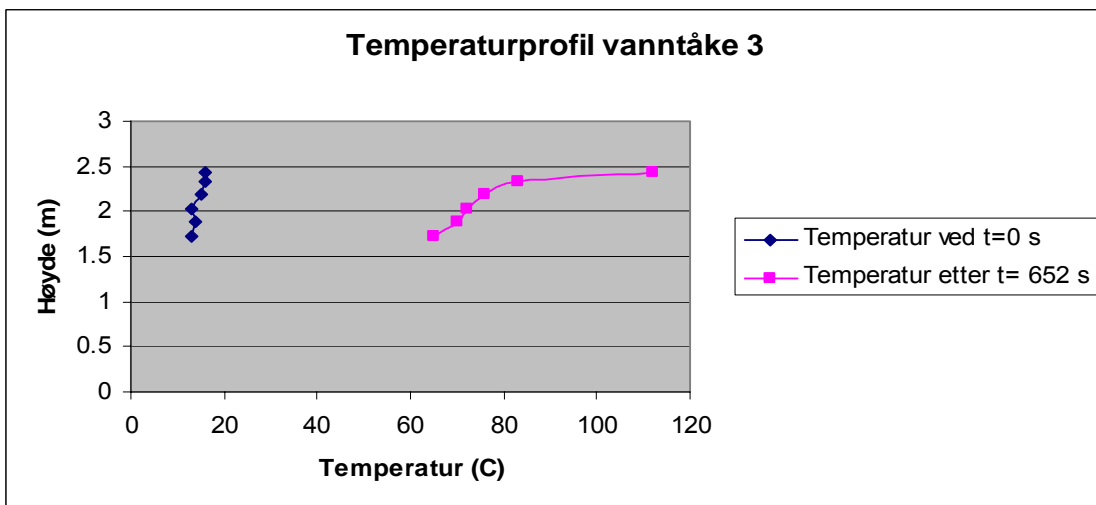
V3 Temperaturprofil



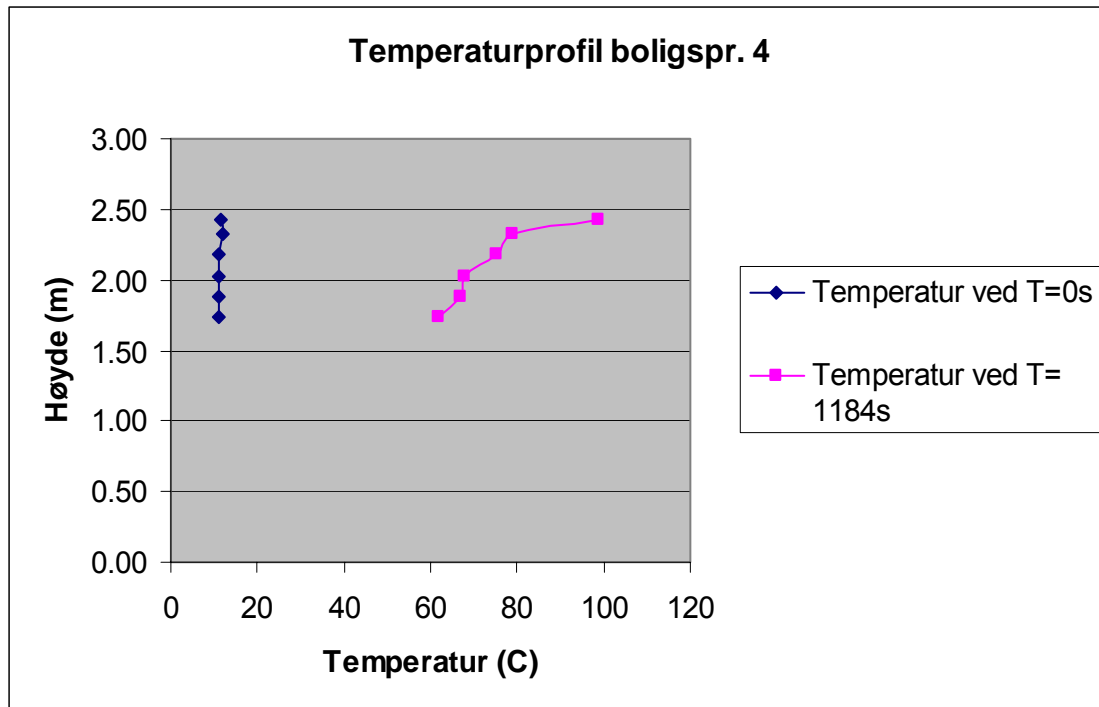
V3-1 Forsøk 1: Vanntåke



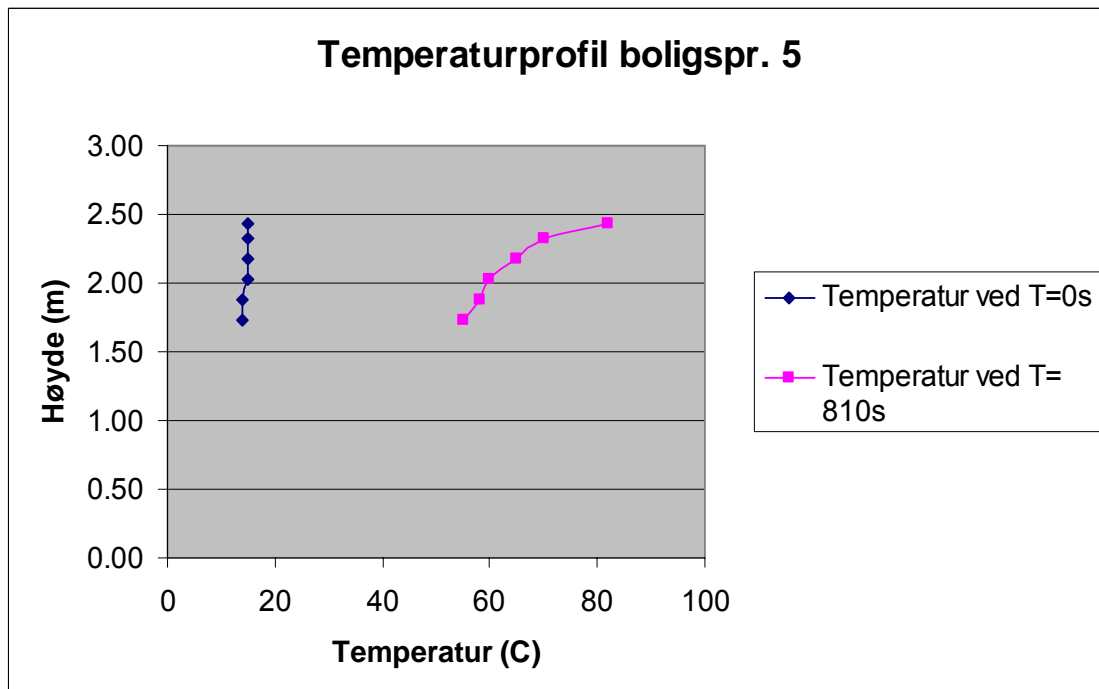
V3-2 Forsøk 2: Vanntåke



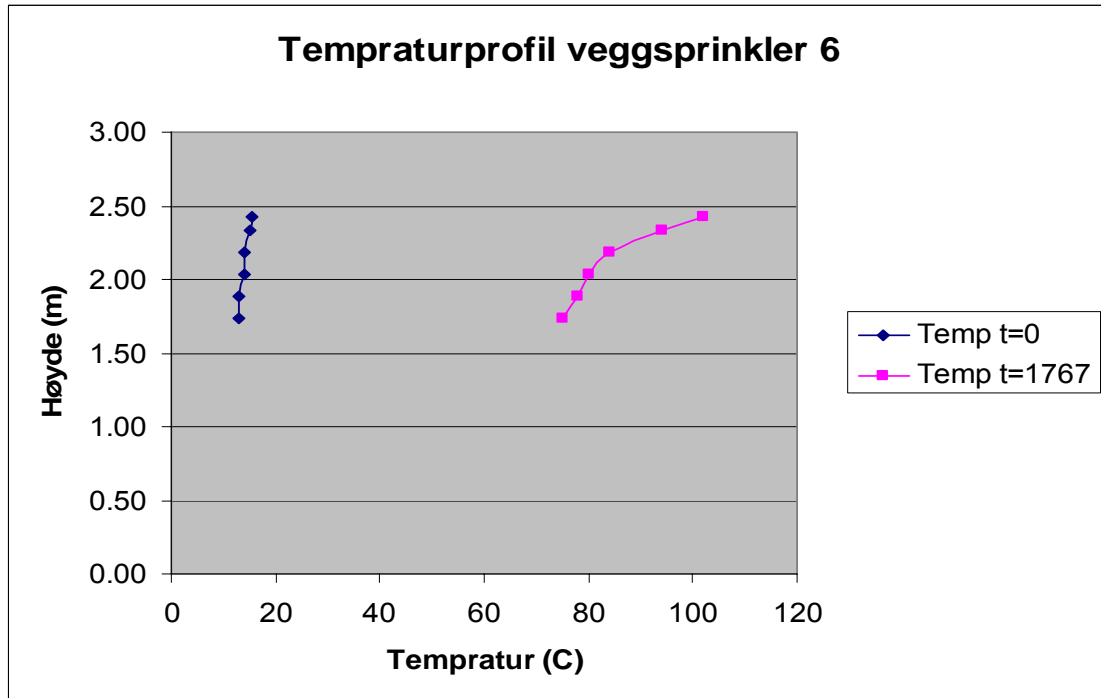
V3-3 Forsøk 3: Vanntåke



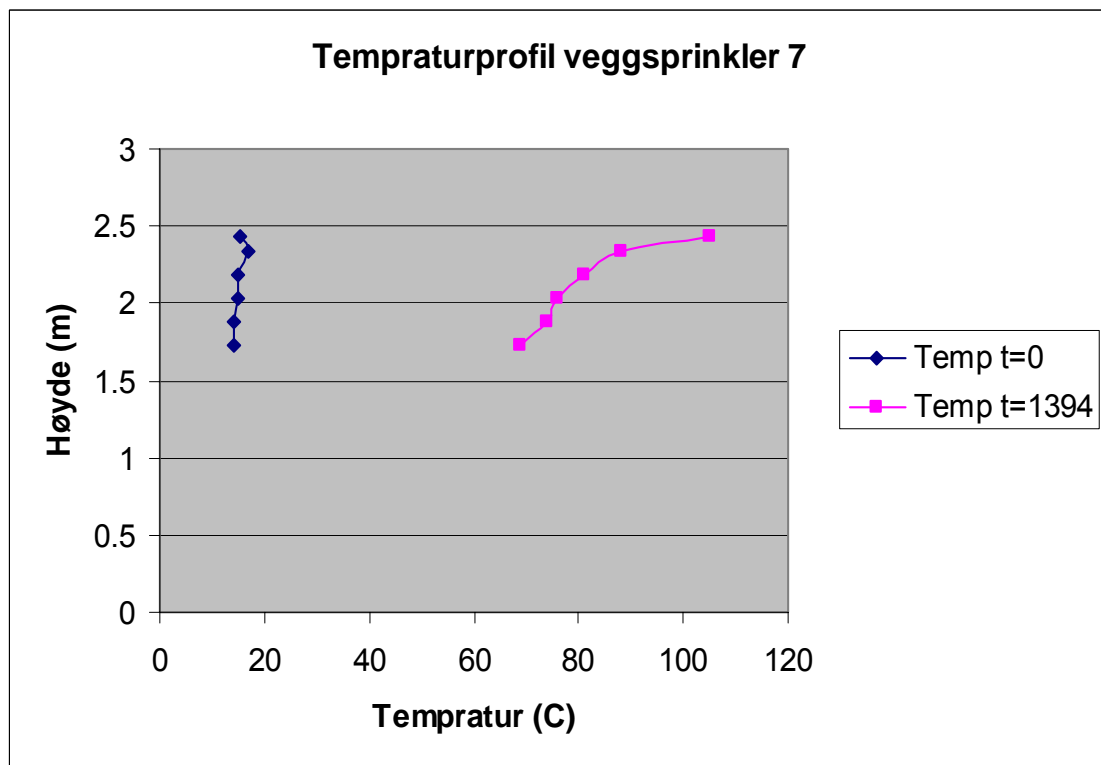
V3-4 Forsøk 4: Boligsprinkler



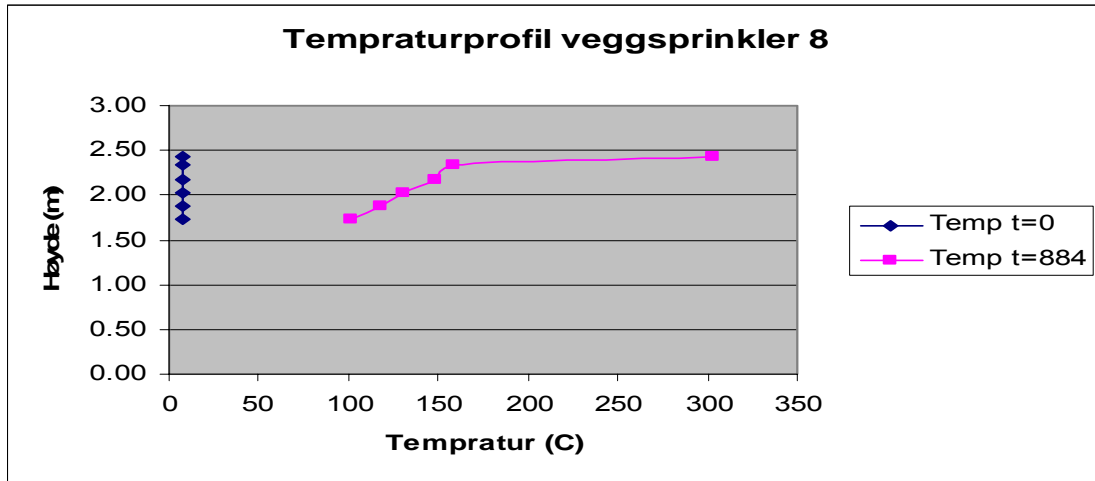
V3-5 Forsøk 5: Boligsprinkler



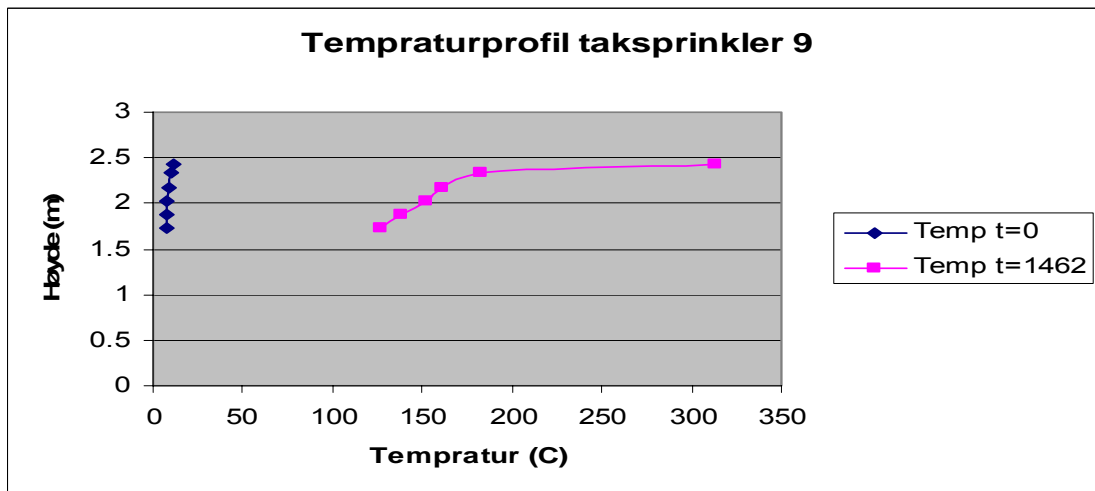
V3-6 Forsøk 6: Standard sprinkler



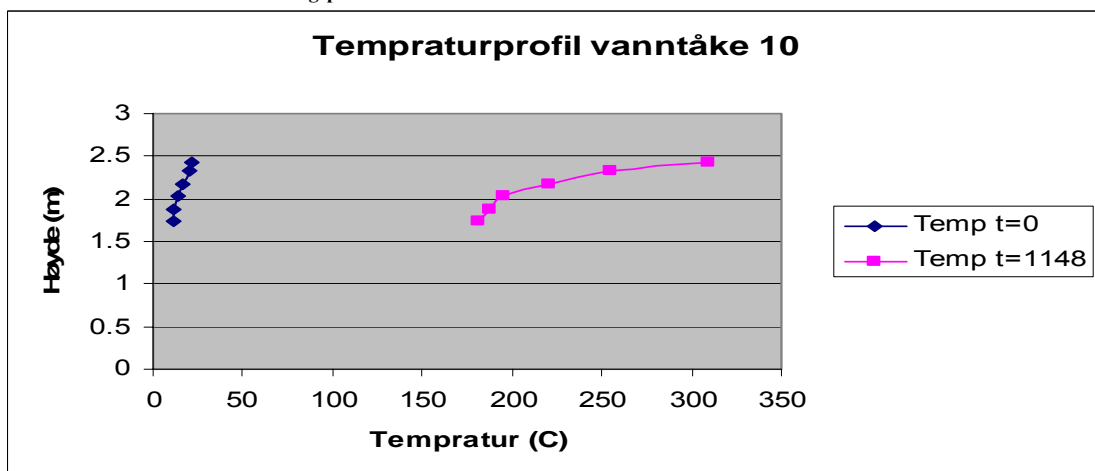
V1-7 Forsøk 7: Standard sprinkler



V3-8 Forsøk 8: Standard sprinkler



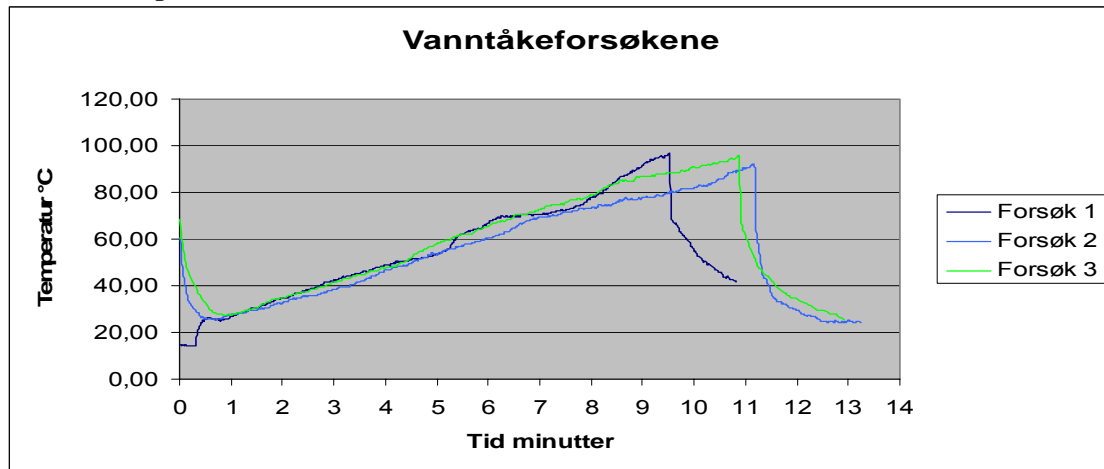
V3-9 Forsøk 9: Boligspinkler



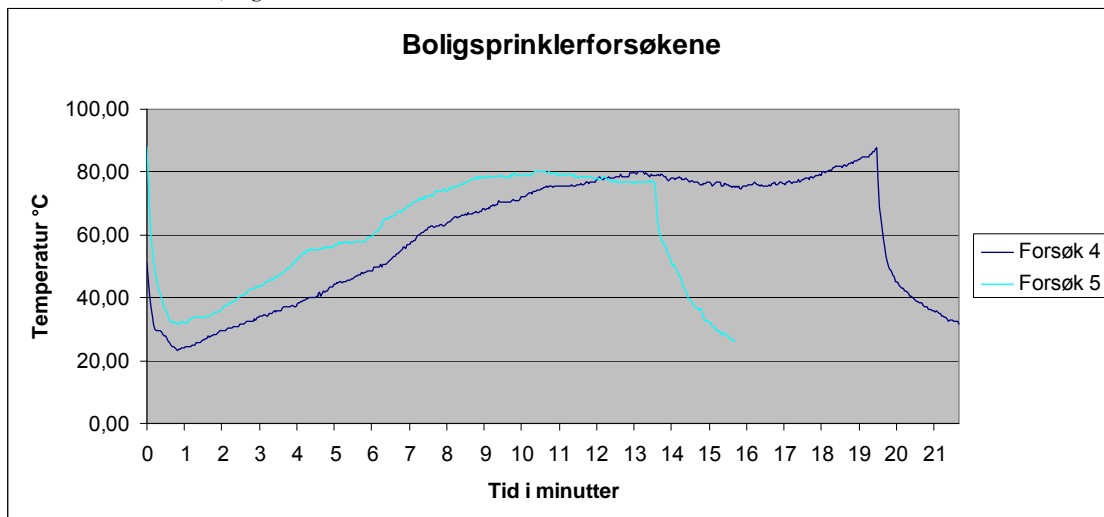
V3-10 Forsøk 10: Vanntåke



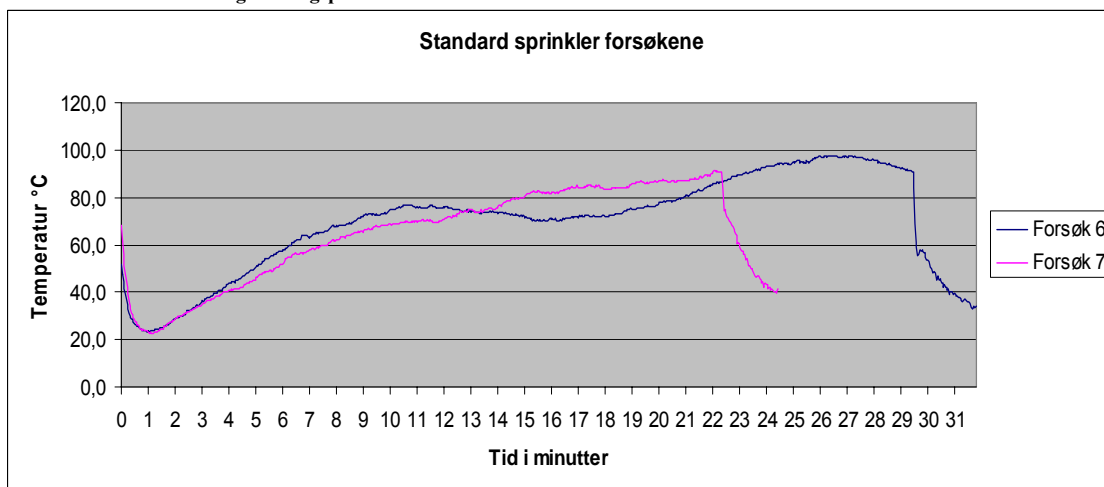
V4 Temperatur/tid kurver



V4-1 Forsøk 1,2 og 3: Vanntåke

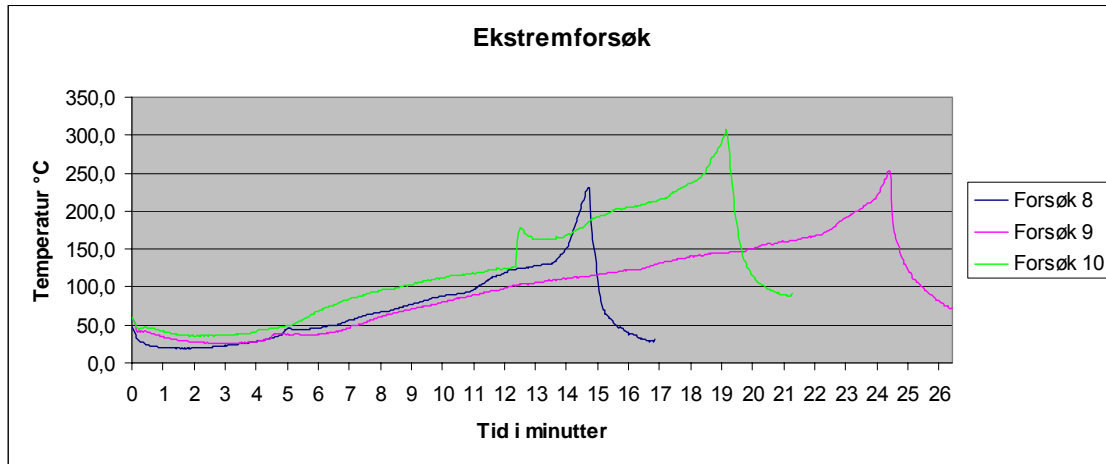


V4-2 Forsøk 4 og 5: Boligsprinkler



V4-3 Forsøk 6 og 7: Standard sprinkler

V4-4 Forsøk 8,9 og10: Ekstrem forsøk





HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

V5 Vannmålinger

Vannmålinger fra forsøkene 10/11/12.03.2005

Dag	Tid	1000L	Mengde		
Torsdag	kl:0900	396,4		NB!!!Tid 38	
	kl:1200	466,8	70,4	Forsøk 0	
		503,9	37,1	Forsøk 1 tåke	
		563,6	59,7	Forsøk 2 tåke	
Fredag	kl:0945	621,6	58	Forsøk 3 tåke	
		622,6			Startmengde
Feil avlesn.	kl:1245	715,1	92,5	Forsøk 4 tak	
		804,6	89,5	Forsøk 5 tak	Startmengde
Lørdag	kl:1345	914,8	110,2	Forsøk 6 vegg	
		1010,4	95,6	Forsøk 7 vegg	
	kl:1030	1271,4	261	Forsøk 8 vegg	
		272,9			Startmengde
		305,2	32,3	Forsøk 9 tak	
		551,3	246,1	Forsøk 10 tåke	

Vannmålinger fra forsøkene 10/11/12.03.2005

Dag	1000L	Mengde	Kommentar	Forsøksnr.	Tid (s)	L/s	L/min	L/m ² s	Barg
Torsdag	396,4	70,4	NB	Forsøk 0	38	0,821	49,263	1,895	4,5
	466,8		Startmengde						
	503,9	37,1		Forsøk 1 tåke	76	0,488	29,289	1,172	4,5
	563,6	59,7		Forsøk 2 tåke	122	0,489	29,361	1,174	4,5
Fredag	621,6	58		Forsøk 3 tåke	122	0,475	28,525	1,141	4,5
	622,6		Startmengde						
	715,1	92,5		Forsøk 4 tak	128	0,723	43,359	2,344	1,4
	807,9	92,8	Er korrigert	Forsøk 5 tak	128	0,725	43,500	2,351	1,4
	804,6		Startmengde						
	914,8	110,2		Forsøk 6 vegg	138	0,799	47,913	2,590	1,6
	1010,4	95,6		Forsøk 7 vegg	122	0,784	47,016	2,541	1,6
	Lørdag	1271,4	261	To dyser	Forsøk 8 vegg	124	1,052	63,145	4,677



Vannmålinger fra forsøkene 13/4.2005

Dag	1000L	Mengde	Kommentar	Forsøksnr.	Tid (s)	L/s	L/min	L/m ² s	Barg
Onsdag									
10:30	444,5		Startmengde	Vanntåke					
	492,3	47,8			120	0,398	23,9	0,956	4
10:45	540,6	48,3			120	0,403	24,15	0,966	4
	585,8	45,2			120	0,377	22,6	0,904	4
11:00	649,4		Ny dyse						
	724,4	75			120	0,625	37,5	1,500	4
	800,6	76,2			120	0,635	38,1	1,524	4
11:20	837,3		Startmengde						
	913,3	76			120	0,633	38	1,520	4

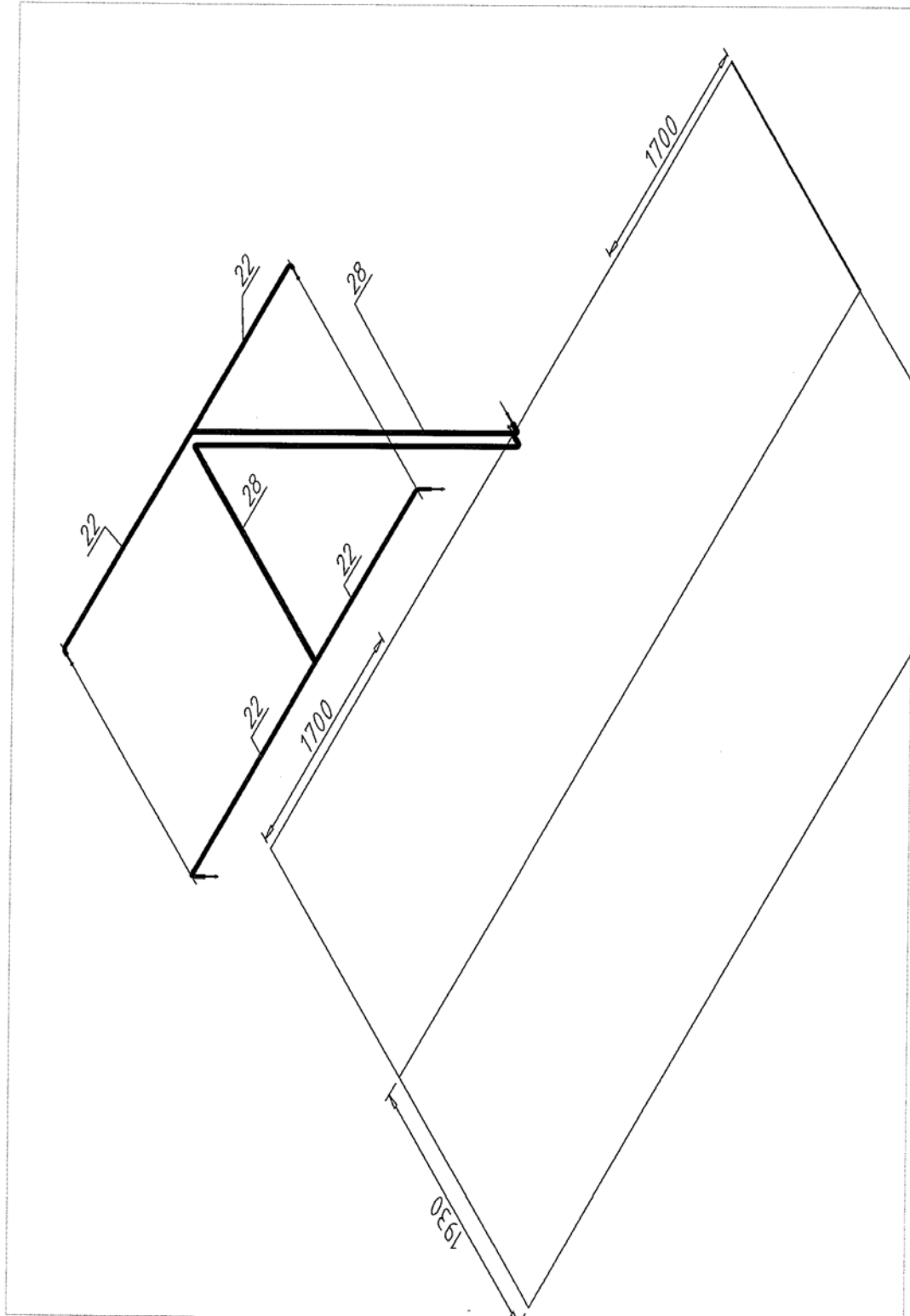
**V6 Fuktmålinger**

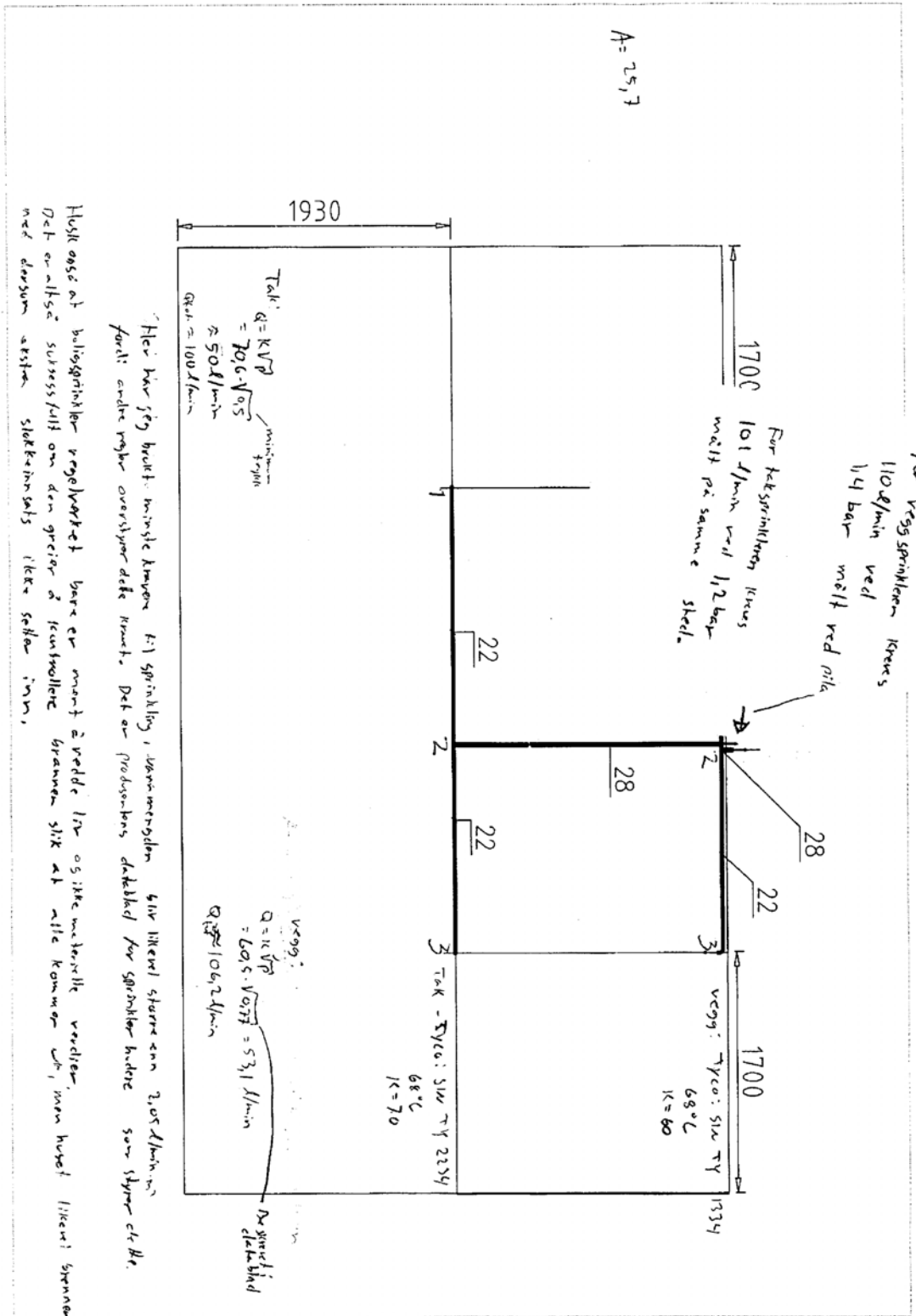
Forsøk	Tid	Fuktinnhold (%)	Fuktøkning (%)	Anlegg
Start				
fukt:		28		Vanntåke
	1	28	0	Vanntåke
	2	34,3	6,3	Vanntåke
	3	29,1	1,1	Vanntåke
Gj.snitt:		29,85	2,466666667	
Start				
fukt:		29,1		Boligsprinkling
	4	29,4	0,3	Boligsprinkling
	5	30,6	1,5	Boligsprinkling
Gj.snitt:		29,7	0,9	
Start				
fukt:		30,6		Standard sprinkling
	6	30,7	0,1	Standard sprinkling
	7	36,3	5,7	
Gj.snitt:		32,53333333	2,9	

	Fuktinnhold (%)	Fuktøkning (%)	
28	28	29,1	34,3
Median:	28,55	0,55	Vanntåke
	29,1	29,4	30,6
Median:	29,4	0,3	Boligsprinkling
	30,6	30,7	36,3
Median:	30,7	0,1	Standard sprinkling



V7 Dimensjonering av sprinkleranlegg







V8 Hydraulisk trykktapsberegning

Trinn	Beregn. pkt	Vannstrøm l/m	Rørdim mm	Type rørdel, ventil	Total rørlengde	Trykktap mb/m	Notat	Sum trykktap	Notat
Beskrivelse									
A	1	q 50	20		L 1,8	41,5		P _T 0,5	
	1-2	Q 50		1T	R 1,66			P _H	
	2	q			T 3,46			P _F 9,144	
		q			L			P _T 0,644	
		Q			R			P _H	
		q			T			P _F	
		q			L 1,5			P _T 9,5	
	3-2	Q 50	20		R 1,66	41,5		P _H	
		q			T 3,16			P _F 0,131	
		q			L			P _T 0,671	
		Q	Q ₂₋₁ = 50	Vann i vann = 50	T	Q ₂₋₁ = 109,5		P _H	
		q			L 4,5			P _T 0,644	
B	2	q	25,6	20	R 2,04	45,4	2,5/10,2	P _H 0,245	
	2-ventil	Q 100,5			T 6,54			P _F 0,297	
		q			L			P _T 1,186	
		Q			R			P _H	10 l/min/ventil ved 1,2 bar
		q			T			P _F	

Trinn	Beregn. pkt	Vannstrøm l/m	Rørdim mm	Type rørdel, ventil	Total rørlengde	Trykktap mb/m	Notat	Sum trykktap	Notat
Beskrivelse									
A	1	q 53	20		L 1,8	46		P _T 0,77	
	1-2	Q 53		1T	R 1,66			P _H	
	2	q			T 3,46			P _F 0,16	
		q			L			P _T 0,93	
		Q	Beregne Q vann i vann i hode 3:		R			P _H	
		q			T			P _F	
		q			L 1,5			P _T 9,77	
	3-2	Q 53	20	1T	R 1,66	46		P _H	
		q			T 3,16			P _F 0,145	
		q			L			P _T 0,915	
		Q	Q ₂₋₁ = 53 * $\sqrt{0,93}$ = 52,4		R	Q ₂₋₁ = 53,4 + 53 = 106,4		P _H	
		q			T			P _F	
B	2	q	25,6	1416	L 3	50	2,5/10,2	P _T 0,93	
	2-ventil	Q 106,4			R 1,02			P _H 0,245	
	ventil	q			T 4,02			P _F 0,203	
		q			L			P _T 1,378	bar
		Q			R			P _H	
		q			T			P _F	
		q			L			P _T	2,5 l/min i hode 106,4 l/min ved 1,4 bar
		Q			R			P _H	
		q			T			P _F	

**V9 Dråpekarakteristikk**

Nozzle characteristic Nozzle : WME4377119				
Statistic Gaussian distribution	[%]	90 %	50 %	10 %
Droplet size	[um]	250	151	55
Droplet size	[mm]	0,00025000	0,00015100	0,00005500
Droplet surface area	[mm ²]	1,963E-07	7,163E-08	9,503E-09
Droplet volume	[mm ³]	8,181E-12	1,803E-12	8,711E-14
Nozzle pressure	[Bar]	9,5	9,5	9,5
Flow / min	[litre/min]	13,25	13,25	13,25
Number of drops / sec	[droplet/sec]	2,69927E+16	1,225E+17	2,535E+18
Cooling , water heat 20-80°C	[kj]	335		
Vaporization, 100°C- Vapor	[kj]	2257		



tyco / Fire & Building
Products

Technical Services: Tel: (800) 381-9312 / Fax: (800) 791-5500

Series LFII Residential Pendent Sprinklers 4.9 K-factor

General Description

The Series LFII (TY2234) Residential Pendent Sprinklers are decorative, fast response, frangible bulb sprinklers designed for use in residential occupancies such as homes, apartments, dormitories, and hotels. When aesthetics and optimized flow characteristics are the major consideration, the Series LFII (TY2234) should be the first choice.

The Series LFII are to be used in wet pipe residential sprinkler systems for one- and two-family dwellings and mobile homes per NFPA 13D; wet pipe residential sprinkler systems for residential occupancies up to and including four stories in height per NFPA 13R; or, wet pipe sprinkler systems for the residential portions of any occupancy per NFPA 13.

The Series LFII (TY2234) has a 4.9 (70,6) K-factor that provides the required residential flow rates at reduced pressures, enabling smaller pipe sizes and water supply requirements.

The recessed version of the Series LFII (TY2234) is intended for use in areas with finished ceilings. It employs a two-piece Style 20 Recessed Escutcheon. The Recessed Escutcheon provides 1/4 inch (6,4 mm) of recessed

adjustment or up to 1/2 inch (12,7 mm) of total adjustment from the flush ceiling position. The adjustment provided by the Recessed Escutcheon reduces the accuracy to which the pipe nipples to the sprinklers must be cut.

The Series LFII (TY2234) has been designed with heat sensitivity and water distribution characteristics proven to help in the control of residential fires and to improve the chance for occupants to escape or be evacuated.

WARNINGS

The Series LFII (TY2234) Residential Pendent Sprinklers described herein must be installed and maintained in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association, in addition to the standards of any other authorities having jurisdiction. Failure to do so may impair the performance of these devices.

The owner is responsible for maintaining their fire protection system and devices in proper operating condition. The installing contractor or sprinkler manufacturer should be contacted with any questions.

Sprinkler/Model Identification Number

SIN TY2234



IMPORTANT
Always refer to Technical Data Sheet TFP700 for the "INSTALLER WARNING" that provides cautions with respect to handling and installation of sprinkler systems and components. Improper handling and installation can permanently damage a sprinkler system or its components and cause the sprinkler to fail to operate in a fire situation or cause it to operate prematurely.



Maximum Coverage Area ^(a) Ft. x Ft. (m x m)	Maximum Spacing Ft. (m)	Minimum Flow ^(b) and Residual Pressure For Horizontal Ceiling (Max. 2 Inch Rise for 12 Inch Run)		Minimum Flow ^(b) and Residual Pressure For Sloped Ceiling (Greater Than 2 Inch Rise Up To Max. 4 Inch Rise for 12 Inch Run)		Minimum Flow ^(b) and Residual Pressure For Sloped Ceiling (Greater Than 4 Inch Rise Up To Max. 8 Inch Rise for 12 Inch Run)	
		155°F/68°C or 175°F/79°C	155°F/68°C	175°F/79°C	155°F/68°C	175°F/79°C	
12 x 12 (3,7 x 3,7)	12 (3,7)	13 GPM (49,2 LPM) 7.0 psi (0,48 bar)	13 GPM (49,2 LPM) 7.0 psi (0,48 bar)	17 GPM (64,3 LPM) 12.0 psi (0,83 bar)	13 GPM (49,2 LPM) 7.0 psi (0,48 bar)	18 GPM (68,1 LPM) 13.5 psi (0,93 bar)	
14 x 14 (4,3 x 4,3)	14 (4,3)	13 GPM (49,2 LPM) 7.0 psi (0,48 bar)	13 GPM (49,2 LPM) 7.0 psi (0,48 bar)	17 GPM (64,3 LPM) 12.0 psi (0,83 bar)	13 GPM (49,2 LPM) 7.0 psi (0,48 bar)	18 GPM (68,1 LPM) 13.5 psi (0,93 bar)	
16 x 16 (4,9 x 4,9)	16 (4,9)	13 GPM (49,2 LPM) 7.0 psi (0,48 bar)	13 GPM (49,2 LPM) 7.0 psi (0,48 bar)	17 GPM (64,3 LPM) 12.0 psi (0,83 bar)	13 GPM (49,2 LPM) 7.0 psi (0,48 bar)	18 GPM (68,1 LPM) 13.5 psi (0,93 bar)	
18 x 18 (5,5 x 5,5)	18 (5,5)	17 GPM (64,3 LPM) 12.0 psi (0,83 bar)	17 GPM (64,3 LPM) 12.0 psi (0,83 bar)	17 GPM (64,3 LPM) 12.0 psi (0,83 bar)	17 GPM (64,3 LPM) 12.0 psi (0,83 bar)	23 GPM (87,1 LPM) 22.0 psi (1,52 bar)	
20 x 20 (6,1 x 6,1)	20 (6,1)	20 GPM (75,7 LPM) 16.7 psi (1,15 bar)	20 GPM (75,7 LPM) 16.7 psi (1,15 bar)	20 GPM (75,7 LPM) 16.7 psi (1,15 bar)	21 GPM (79,5 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)	N/A	

(a) For coverage area dimensions less than or between those indicated, it is necessary to use the minimum required flow for the next highest coverage area for which hydraulic design criteria are stated.

(b) Requirement is based on minimum flow in GPM (LPM) from each sprinkler. The associated residual pressures are calculated using the nominal K-factor. Refer to Hydraulic Design Criteria Section for details.

TABLE A
NFPA 13D AND NFPA 13R HYDRAULIC DESIGN CRITERIA FOR THE SERIES LFII (TY2234)
RESIDENTIAL PENDENT AND RECESSED PENDENT SPRINKLERS

Technical Data

Approvals:
UL and C-UL Listed. NYC Approved under MEA 44-03-E.

Maximum Working Pressure:
175 psi (12,1 bar)

Discharge Coefficient:
K = 4.9 GPM/psi^{1/2} (70,6 LPM/bar^{1/2})

Temperature Rating:
155°F/68°C or 175°F/79°C

Finishes:
White Polyester Coated,
Chrome Plated, or Natural Brass

Physical Characteristics:
Frame Brass
Button Bronze
Sealing Assembly
. Beryllium Nickel w/Teflon†
Bulb 3 mm dia. Glass
Compression Screw Bronze
Deflector Bronze
Ejection Spring Stainless Steel
†DuPont Registered Trademark

Operation

The glass Bulb contains a fluid that expands when exposed to heat. When the rated temperature is reached, the fluid expands sufficiently to shatter the glass Bulb allowing the sprinkler to activate and flow water.

Design Criteria

The Series LFII (TY2234) Residential Pendent Sprinklers are UL and C-UL Listed for installation in accordance with the following criteria.

NOTE

When conditions exist that are outside the scope of the provided criteria, refer to the Residential Sprinkler Design Guide TFP490 for the manufacturer's recommendations that may be acceptable to the local Authority having Jurisdiction.

System Type. Only wet pipe systems may be utilized.

Hydraulic Design. The minimum required sprinkler flow rate for systems designed to NFPA 13D or NFPA 13R are given in Table A as a function of temperature rating and the maximum allowable coverage areas. The sprinkler flow rate is the minimum required discharge from each of the total number of "design sprinklers" as specified in NFPA 13D or NFPA 13R.

For systems designed to NFPA 13, the number of design sprinklers is to be the four most hydraulically demanding sprinklers. The minimum required discharge from each of the four sprinklers is to be the greater of the following:

- The flow rates given in Table A for NFPA 13D and 13R as a function of

temperature rating and the maximum allowable coverage area.

- A minimum discharge of 0.1 gpm/sq. ft. over the "design area" comprised of the four most hydraulically demanding sprinklers for the actual coverage areas being protected by the four sprinklers.

Obstruction To Water Distribution. Locations of sprinklers are to be in accordance with the obstruction rules of NFPA 13 for residential sprinklers.

Operational Sensitivity.

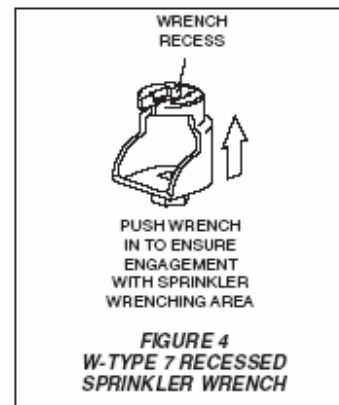
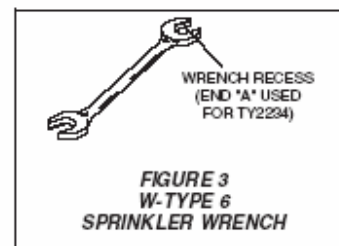
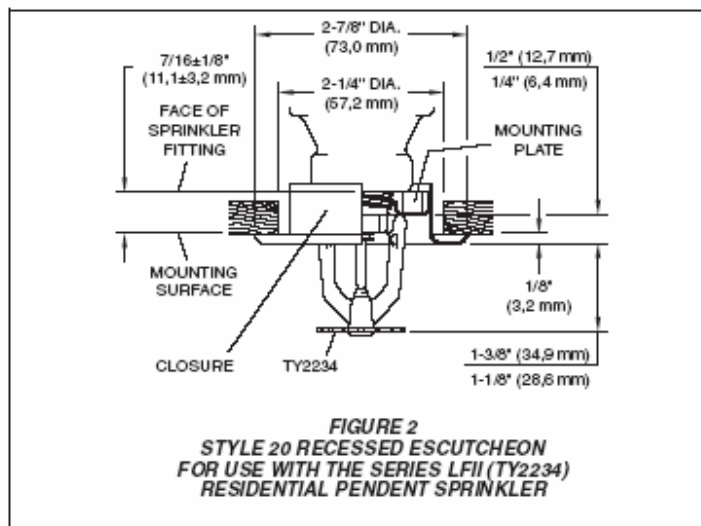
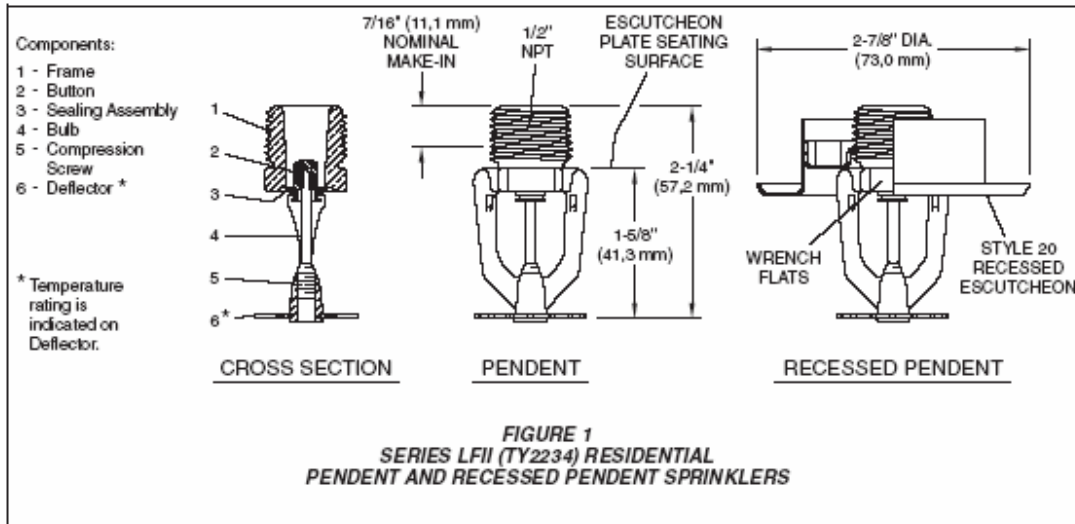
- For "Horizontal Ceilings" (maximum 2 inch rise for 12 inch run), the sprinklers are to be installed with a deflector to ceiling distance of 1-3/8 to 4 inches or in the recessed position using only the Style 20 Recessed Escutcheon as shown in Figure 2.

NOTES

The "Beam Ceiling Design Criteria" section starting on Page 4 permits deflector to ceiling distances up to 15-3/4 inches.

So as to help avoid obstructions to water distribution, a maximum 12 inch deflector-to-ceiling distance is permitted for NFPA 13D and NFPA 13R applications where the sprinklers are located in closets.

- For "Sloped Ceilings" (greater than 2 inch rise up to 8 inch rise for 12 inch run), the sprinklers are to be installed with a deflector to ceiling



distance of 1-3/8 to 4 inches or in the recessed position using only the Style 20 Recessed Escutcheon as shown in Figure 2

Sprinkler Spacing. The minimum spacing between sprinklers is 8 feet (2,4 m). The maximum spacing between sprinklers cannot exceed the length of the coverage area (Ref. Table A) being hydraulically calculated (e.g., maximum 12 feet for a 12 ft. x 12 ft. coverage area, or 20 feet for a 20 ft. x 20 ft. coverage area).



Beam Ceiling Design Criteria

The Series LFII (TY2234) Residential Pendent Sprinklers are UL and C-UL Listed for installation in residential occupancies with horizontal ceilings (i.e., slopes up to a 2 inch rise over a 12 inch run) with beams when installed in accordance with the following criteria:

General Information. The basic concept of this protection scheme is to locate the sprinklers on the underside of the beams, Ref. Figure 5, (not in the beam pockets); to identify the main beams that principally run in one direction as "primary beams"; and, to identify the beams that run principally perpendicular to the main beams, as may be present (or in some cases may be necessary for proper sprinkler protection), as "secondary beams".

Primary and Secondary Beam Types. Solid surface, solid or hollow core, combustible or non-combustible.

Primary and Secondary Beam Positioning. Directly attached to the underside of a combustible or non-combustible smooth ceiling at any elevation.

Primary Beam Cross-Section: Maximum depth of 14 inches and the maximum width is unlimited. The cross-sectional shape of the primary beam may be rectangular to circular.

Secondary Beam Cross-Section. Maximum depth to be no greater than the primary beam and the maximum width is unlimited. The cross-sectional shape of the secondary beam may be rectangular to circular.

Primary Beam Spacing. The primary beams (Fig. 6A) are to be 3 ft. - 4 in. to 6 ft. from the compartment wall to center of the nearest beam and from center to center between beams.

Secondary Beam Spacing. The secondary beams principally run perpendicular to the primary beams.

Secondary beams of a depth equal to the primary beam must be placed so that the beam pockets created by the primary beams do not exceed 20 feet in length (Fig. 6B).

NOTE

When the beam pockets created by the primary beams exceed 20 feet in length, the installation will require the use of secondary beams as described above. Otherwise, secondary beams need not be present.

Secondary beams of a cross-sectional depth greater than one-quarter the

depth of the primary beams are to be a minimum of 3 ft. - 4 in. from the compartment wall to center of the nearest beam and from center to center between beams (Fig. 6C).

Secondary beams of a cross-sectional depth no greater than one-quarter the depth of the primary beams may be placed at any compartment wall to center of the nearest beam distance and from any center to center distance between beams (Fig. 6C).

Lintels. Lintels over doorways exiting the compartment must be present. The minimum height for the lintels is 8 inches or no less than the depth of the Primary Beams, whichever is greater.

Sprinkler Types. Series LFII (TY2234), 155F and 175F, Pendent and Recessed Pendent Residential Sprinklers.

Sprinkler Coverage Area and Hydraulic Design. The sprinkler coverage areas and hydraulic design criteria as presented in the Table A for "Horizontal Ceilings" are to be applied.

Sprinkler Position. The deflector to bottom of primary beams for the Series LFII (TY2234) Pendent Sprinklers or Series LFII (TY2234) Recessed Pendent Sprinklers is to be 1-1/4 to 1-3/4 inches (Fig. 5A). The vertical centerline of the Series LFII (TY2234) Pendent Sprinklers is to be no greater than half the primary beam cross-sectional width plus 2 inches from the centerline of the primary beam (Fig 5B).

NOTES

Core drilling of beams to allow the installation of sprinkler drops requires consulting with a structural engineer.

Where core drilling is not permitted, the previously stated sprinkler position criteria for the Series LFII (TY2234) Pendent Sprinklers allows for the sprinkler drop to be placed adjacent to the primary beam.

Beam and Soffit Arrangements. A soffit is permitted to be placed around the perimeter of a compartment with the beam arrangement within the soffit area (Fig.7).

The cross-section of the soffit may be any size as long as it does not create an obstruction to water distribution per the obstruction rules of NFPA 13 for residential sprinklers.

When soffits are present, the previously provided 3 ft. - 4 in. to 6 ft. "compartment wall to adjacent beam" distance for the primary and secondary beams is to be measured from the face of the soffit as opposed to the compartment wall.

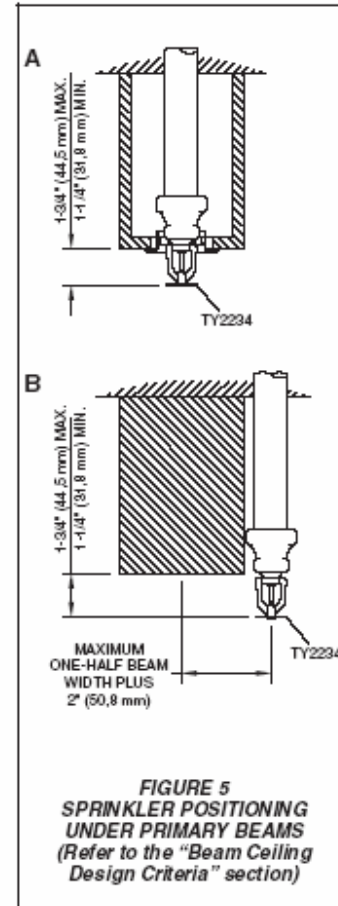


FIGURE 5
SPRINKLER POSITIONING
UNDER PRIMARY BEAMS
(Refer to the "Beam Ceiling Design Criteria" section)

NOTE

Although the distance to the beams is measured from the face of the soffit, the sprinkler coverage area is to be measured from the compartment wall.

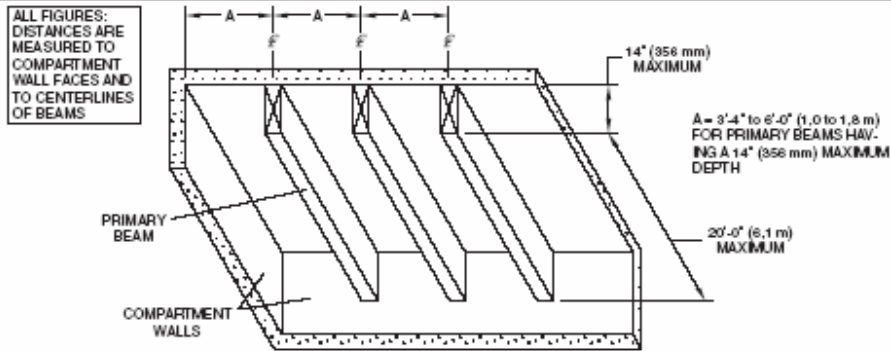


FIGURE 6A
PRIMARY BEAM SPANS UP TO 20'-0" (6.1 m)

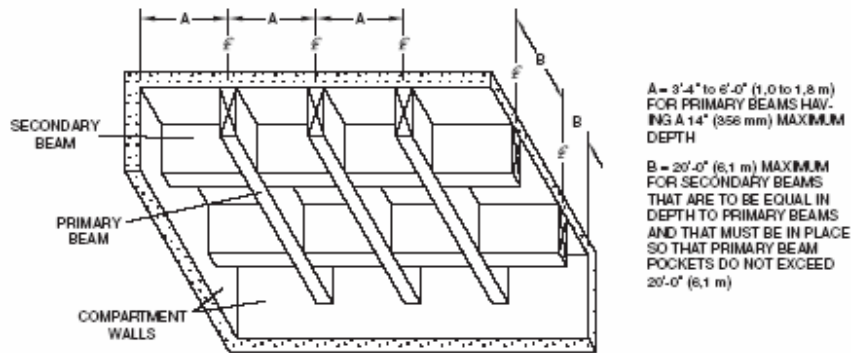


FIGURE 6B
PRIMARY BEAM SPANS GREATER THAN 20'-0" (6.1 m)

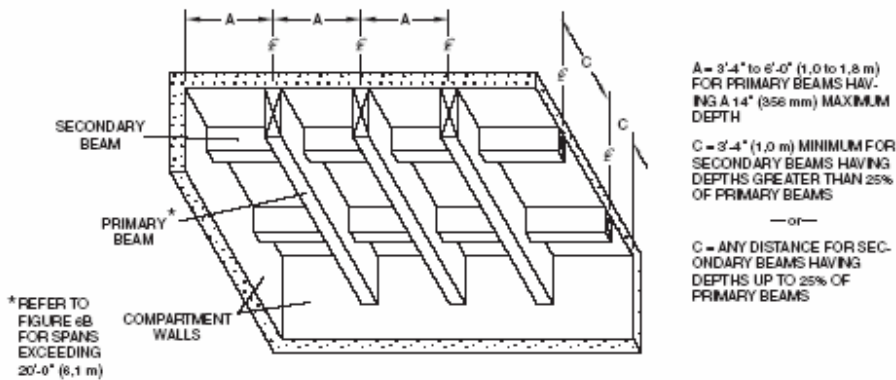
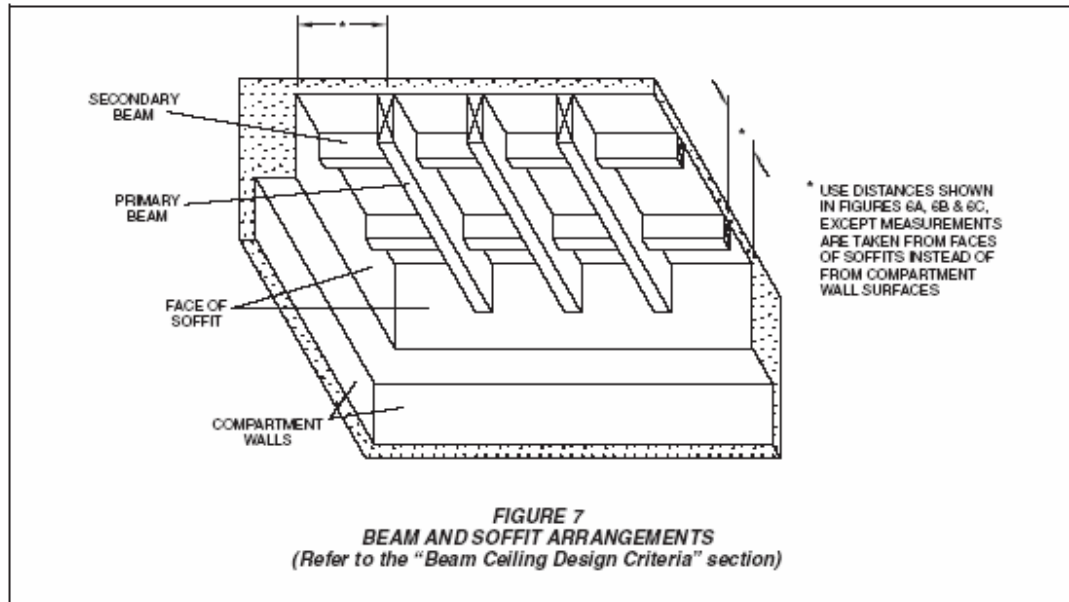


FIGURE 6C
COMBINATIONS OF PRIMARY AND SECONDARY BEAMS

FIGURE 6
BEAM ARRANGEMENTS
(Refer to the "Beam Ceiling Design Criteria" section)



Installation

The Series LFII (TY2234) must be installed in accordance with the following instructions:

NOTES

Do not install any bulb type sprinkler if the bulb is cracked or there is a loss of liquid from the bulb. With the sprinkler held horizontally, a small air bubble should be present. The diameter of the air bubble is approximately 1/16 inch (1,6 mm).

A leak tight 1/2 inch NPT sprinkler joint should be obtained with a torque of 7 to 14 ft.lbs. (9,5 to 19,0 Nm). A maximum of 21 ft.lbs. (28,5 Nm) of torque is to be used to install sprinklers. Higher levels of torque may distort the sprinkler inlet with consequent leakage or impairment of the sprinkler.

Do not attempt to compensate for insufficient adjustment in an Escutcheon Plate by under- or over-tightening the Sprinkler. Readjust the position of the sprinkler fitting to suit.

The Series LFII Pendent Sprinklers must be installed in accordance with the following instructions.

Step 1. Pendent sprinklers are to be installed in the pendent position with the deflector parallel to the ceiling.

Step 2. With pipe thread sealant applied to the pipe threads, hand tighten the sprinkler into the sprinkler fitting.

Step 3. Tighten the sprinkler into the sprinkler fitting using only the W-Type 6 Sprinkler Wrench (Ref. Figure 3). With reference to Figure 1, the W-Type 6 Sprinkler Wrench is to be applied to the wrench flats.

The Series LFII Recessed Pendent Sprinklers must be installed in accordance with the following instructions.

Step A. Recessed pendent sprinklers are to be installed in the pendent position with the deflector parallel to the ceiling.

Step B. After installing the Style 20 Mounting Plate over the sprinkler threads and with pipe thread sealant applied to the pipe threads, hand tighten the sprinkler into the sprinkler fitting.

Step C. Tighten the sprinkler into the sprinkler fitting using only the W-Type 7 Recessed Sprinkler Wrench (Ref. Figure 4). With reference to Figure 1, the W-Type 7 Recessed Sprinkler Wrench is to be applied to the sprinkler wrench flats.

Step D. After the ceiling has been installed or the finish coat has been applied, slide on the Style 20 Closure over the Series LFII Sprinkler and push the Closure over the Mounting Plate until its flange comes in contact with the ceiling.

Care and Maintenance

The Series LFII (TY2234) must be maintained and serviced in accordance with the following instructions:

NOTES

Absence of an Escutcheon Plate may delay the sprinkler operation in a fire situation.

Before closing a fire protection system main control valve for maintenance work on the fire protection system which it controls, permission to shut down the affected fire protection system must be obtained from the proper authorities and all personnel who may be affected by this action must be notified.

Sprinklers which are found to be leaking or exhibiting visible signs of corrosion must be replaced.

Automatic sprinklers must never be painted, plated, coated, or otherwise altered after leaving the factory. Modified sprinklers must be replaced. Sprinklers that have been exposed to corrosive products of combustion, but have not operated, should be replaced if they cannot be completely cleaned by wiping the sprinkler with a cloth or by brushing it with a soft bristle brush.

Care must be exercised to avoid dam-



age to the sprinklers - before, during, and after installation. Sprinklers damaged by dropping, striking, wrench twist/slippage, or the like, must be replaced. Also, replace any sprinkler that has a cracked bulb or that has lost liquid from its bulb. (Ref. Installation Section).

The owner is responsible for the inspection, testing, and maintenance of their fire protection system and devices in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association (e.g., NFPA 25), in addition to the standards of any other authorities having jurisdiction. The installing contractor or sprinkler manufacturer should be contacted relative to any questions.

NOTE

The owner must assure that the sprinklers are not used for hanging of any objects and that the sprinklers are only cleaned by means of gently dusting with a feather duster; otherwise, non-operation in the event of a fire or inadvertent operation may result.

It is recommended that automatic sprinkler systems be inspected, tested, and maintained by a qualified Inspection Service in accordance with local requirements and/or national codes.

Limited Warranty

Products manufactured by Tyco Fire Products are warranted solely to the original Buyer for ten (10) years against defects in material and workmanship when paid for and properly installed and maintained under normal use and service. This warranty will expire ten (10) years from date of shipment by Tyco Fire Products. No warranty is given for products or components manufactured by companies not affiliated by ownership with Tyco Fire Products or for products and components which have been subject to misuse, improper installation, corrosion, or which have not been installed, maintained, modified or repaired in accordance with applicable Standards of the National Fire Protection Association, and/or the standards of any other Authorities Having Jurisdiction. Materials found by Tyco Fire Products to be defective shall be either repaired or replaced, at Tyco Fire Products' sole option. Tyco Fire Products neither assumes, nor authorizes any person to assume for it, any other obligation in connection with the sale of products or parts of products. Tyco Fire Products shall not be responsible for sprinkler system design errors or inaccurate or incomplete information supplied by Buyer or Buyer's representatives.

IN NO EVENT SHALL TYCO FIRE PRODUCTS BE LIABLE, IN CONTRACT, TORT, STRICT LIABILITY OR UNDER ANY OTHER LEGAL THEORY, FOR INCIDENTAL, INDIRECT, SPECIAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LABOR CHARGES, REGARDLESS OF WHETHER TYCO FIRE PRODUCTS WAS INFORMED ABOUT THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES, AND IN NO EVENT SHALL TYCO FIRE PRODUCTS' LIABILITY EXCEED AN AMOUNT EQUAL TO THE SALES PRICE.

THE FOREGOING WARRANTY IS MADE IN LIEU OF ANY AND ALL OTHER WARRANTIES EXPRESS OR IMPLIED INCLUDING WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

Ordering Procedure

When placing an order, indicate the full product name. Contact your local distributor for availability..

Sprinkler Assembly:

Series LFII (TY2234), K=4.9, Residential Pendent Sprinkler with (specify) temperature rating and (specify) finish, P/N (specify).

155°F/68°C or Chrome Plated	P/N 51-201-9-155
155°F/68°C White Polyester	P/N 51-201-4-155
155°F/68°C White (RAL9010)*	P/N 51-201-3-155
155°F/68°C Natural Brass	P/N 51-201-1-155
175°F/79°C or Chrome Plated	P/N 51-201-9-175
175°F/79°C White Polyester	P/N 51-201-4-175
175°F/79°C White (RAL9010)*	P/N 51-201-3-175
175°F/79°C Natural Brass	P/N 51-201-1-175

*Eastern Hemisphere sales only.

Recessed Escutcheon:

Specify: Style 20 Recessed Escutcheon with (specify) finish, P/N (specify).

1/2" (15 mm) Style 20 Chrome Plated	P/N 56-705-9-010
1/2" (15 mm) Style 20 White Color Coated	P/N 56-705-4-010
1/2" (15 mm) Style 20 White (RAL9010)*	P/N 56-705-3-010
1/2" (15 mm) Style 20 Bright Brass Coated	P/N 56-705-2-010

*Eastern Hemisphere sales only.

Sprinkler Wrench:

Specify: W-Type 6 Sprinkler Wrench, P/N 56-000-6-387.

Specify: W-Type 7 Sprinkler Wrench, P/N 56-850-4-001.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

WME
Water Mist Engineering

tyco / Fire & Building
Products

Technical Services: Tel: (800) 381-9312 / Fax: (800) 791-5500

Series LFII Residential Horizontal Sidewall Sprinklers 4.2 K-factor

General Description

The Series LFII (TY1334) Residential Horizontal Sidewall Sprinklers are decorative, fast response, frangible bulb sprinklers designed for use in residential occupancies such as homes, apartments, dormitories, and hotels. When aesthetics and optimized flow characteristics are the major consideration, the Series LFII (TY1334) should be the first choice.

The Series LFII are to be used in wet pipe residential sprinkler systems for one- and two-family dwellings and mobile homes per NFPA 13D; wet pipe residential sprinkler systems for residential occupancies up to and including four stories in height per NFPA 13R; or, wet pipe sprinkler systems for the residential portions of any occupancy per NFPA 13.

The Series LFII (TY1334) has a 4.2 (60,5) K-factor that provides the required residential flow rates at reduced pressures, enabling smaller pipe sizes and water supply requirements.

The recessed version of the Series LFII (TY1334) is intended for use in areas with finished walls. It employs a two-piece Style 20 Recessed Escutcheon. The Recessed Escutcheon provides 1/4 inch (6,4 mm) of recessed

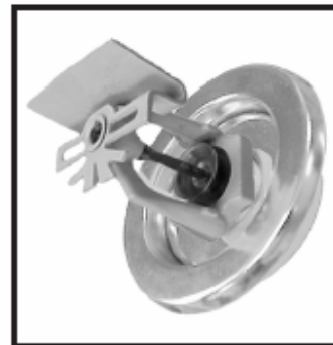
adjustment or up to 1/2 inch (12,7 mm) of total adjustment from the flush mounting surface position. The adjustment provided by the Recessed Escutcheon reduces the accuracy to which the pipe nipples to the sprinklers must be cut.

The Series LFII (TY1334) has been designed with heat sensitivity and water distribution characteristics proven to help in the control of residential fires and to improve the chance for occupants to escape or be evacuated.

WARNINGS

The Series LFII (TY1334) Residential Horizontal Sidewall Sprinklers described herein must be installed and maintained in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association, in addition to the standards of any other authorities having jurisdiction. Failure to do so may impair the performance of these devices.

The owner is responsible for maintaining their fire protection system and devices in proper operating condition. The installing contractor or sprinkler manufacturer should be contacted with any questions.

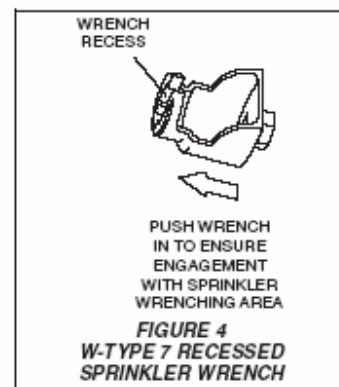
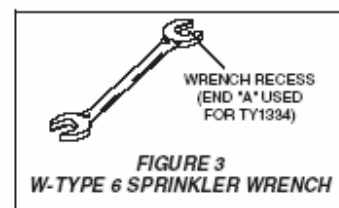
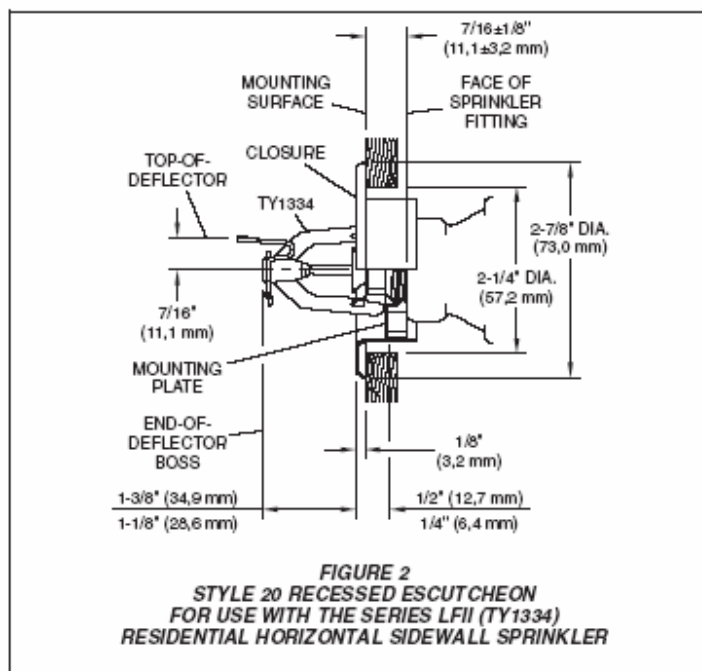
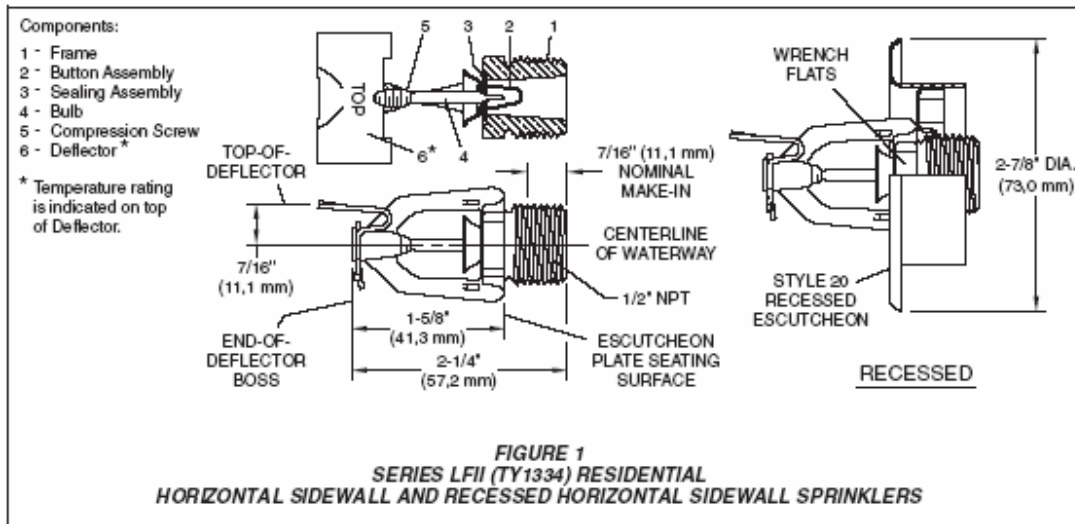


Sprinkler/Model Identification Number

SINTY1334

IMPORTANT

Always refer to Technical Data Sheet TFP700 for the "INSTALLER WARNING" that provides cautions with respect to handling and installation of sprinkler systems and components. Improper handling and installation can permanently damage a sprinkler system or its components and cause the sprinkler to fail to operate in a fire situation or cause it to operate prematurely.





Technical Data

Approvals:
UL and C-UL Listed, NYC Approved under MEA 44-03-E.

Maximum Working Pressure:
175 psi (12,1 bar)

Discharge Coefficient:
K = 4.2 GPM/psi^{1/2} (60,5 LPM/bar^{1/2})

Temperature Rating:
155°F/68°C or 175°F/79°C

Finishes:
White Polyester Coated,
Chrome Plated, or Natural Brass

Physical Characteristics:	
Frame	Brass
Button	Bronze
Sealing Assembly	
Beryllium Nickel w/Teflon†	
Bulb	3 mm dia. Glass
Compression Screw	Bronze
Deflector	Copper

†Dupont Registered Trademark

Operation

The glass Bulb contains a fluid that expands when exposed to heat. When the rated temperature is reached, the fluid expands sufficiently to shatter the glass Bulb allowing the sprinkler to activate and flow water.

Design Criteria

The Series LFII (TY1334) Residential Horizontal Sidewall Sprinklers are UL and C-UL Listed for installation in accordance with the following criteria.

NOTE

When conditions exist that are outside the scope of the provided criteria, refer to the Residential Sprinkler Design Guide TFP490 for the manufacturer's recommendations that may be acceptable to the local Authority Having Jurisdiction.

System Type. Only wet pipe systems may be utilized.

Hydraulic Design. The minimum required sprinkler flow rate for systems designed to NFPA 13D or NFPA 13R are given in Table A, B, C, and D as a function of temperature rating and the maximum allowable coverage areas. The sprinkler flow rate is the minimum required discharge from each of the

total number of "design sprinklers" as specified in NFPA 13D or NFPA 13R.

For systems designed to NFPA 13, the number of design sprinklers is to be the four most hydraulically demanding sprinklers. The minimum required discharge from each of the four sprinklers is to be the greater of the following:

- The flow rates given in Tables A, B, C, and D for NFPA 13D and 13R as a function of temperature rating and the maximum allowable coverage area.
- A minimum discharge of 0.1 gpm/sq. ft. over the "design area" comprised of the four most hydraulically demanding sprinklers for the actual coverage areas being protected by the four sprinklers.

Obstruction To Water Distribution. Locations of sprinklers are to be in accordance with the obstruction rules of NFPA 13 for residential sprinklers.

Operational Sensitivity. The sprinklers are to be installed with an end-of-deflector-boss to wall distance of 1-3/8 to 6 inches or in the recessed position using only the Style 20 Recessed Escutcheon as shown in Figure 2.

In addition the top-of-deflector-to-ceiling distance is to be within the range (Ref. Table A, B, C, or D) being hydraulically calculated.

Sprinkler Spacing. The minimum spacing between sprinklers is 8 feet (2,4 m). The maximum spacing between sprinklers cannot exceed the width of the coverage area (Ref. Table A) being hydraulically calculated (e.g., maximum 12 feet for a 12 ft. x 12 ft. coverage area, or 16 feet for a 16 ft. x 20 ft. coverage area).

Installation

The Series LFII (TY1334) must be installed in accordance with the following instructions:

NOTES

Do not install any bulb type sprinkler if the bulb is cracked or there is a loss of liquid from the bulb. With the sprinkler held horizontally, a small air bubble should be present. The diameter of the air bubble is approximately 1/16 inch (1,6 mm).

A leak tight 1/2 inch NPT sprinkler joint should be obtained with a torque of 7 to 14 ft.lbs. (9,5 to 19,0 Nm). A maximum of 21 ft.lbs. (28,5 Nm) of torque is to be used to install sprinklers. Higher levels of torque may distort the sprinkler inlet with consequent leakage or impairment of the sprinkler.

Do not attempt to compensate for insufficient adjustment in an Escutcheon Plate by under- or over-tightening the Sprinkler. Readjust the position of the sprinkler fitting to suit.

The Series LFII Horizontal Sidewall Sprinklers must be installed in accordance with the following instructions.

Step 1. Horizontal sidewall sprinklers are to be installed in the horizontal position with their centerline of waterway perpendicular to the back wall and parallel to the ceiling. The word "TOP" on the Deflector is to face towards the ceiling with the front edge of the Deflector parallel to the ceiling.

Step 2. With pipe thread sealant applied to the pipe threads, hand tighten the sprinkler into the sprinkler fitting.

Step 3. Tighten the sprinkler into the sprinkler fitting using only the W-Type 6 Sprinkler Wrench (Ref. Figure 3). With reference to Figure 1, the W-Type 6 Sprinkler Wrench is to be applied to the wrench flats.

The Series LFII Recessed Horizontal Sidewall Sprinklers must be installed in accordance with the following instructions.

Step A. Recessed horizontal sidewall sprinklers are to be installed in the horizontal position with their centerline of waterway perpendicular to the back wall and parallel to the ceiling. The word "TOP" on the Deflector is to face towards the ceiling.

Step B. After installing the Style 20 Mounting Plate over the sprinkler threads and with pipe thread sealant applied to the pipe threads, hand tighten the sprinkler into the sprinkler fitting.

Step C. Tighten the sprinkler into the sprinkler fitting using only the W-Type 7 Recessed Sprinkler Wrench (Ref. Figure 4). With reference to Figure 1, the W-Type 7 Recessed Sprinkler Wrench is to be applied to the sprinkler wrench flats.

Step C. After the wall has been installed or the finish coat has been applied, slide on the Style 20 Closure over the Series LFII Sprinkler and push the Closure over the Mounting Plate until its flange comes in contact with the wall.

(Continued on Page 6)

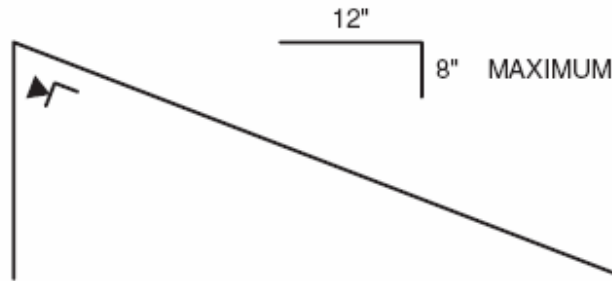


ELEVATION

Maximum Coverage Area ^(a) Width x Length ^(b) Ft. x Ft. (m x m)	Maximum Spacing Ft. (m)	Minimum Flow ^(c) and Residual Pressure			
		Top-Of-Deflector- To- Ceiling: 4 to 6 Inches (100 to 150 mm)		Top-Of-Deflector- To- Ceiling: 6 to 12 Inches (100 to 150 mm)	
		155°F/68°C	175°F/79°C	155°F/68°C	175°F/79°C
12 x 12 (3,7 x 3,7)	12 (3,7)	12 GPM (45,4 LPM) 8.2 psi (0,57 bar)	12 GPM (45,4 LPM) 8.2 psi (0,57 bar)	13 GPM (49,2 LPM) 9.6 psi (0,66 bar)	13 GPM (49,2 LPM) 9.6 psi (0,66 bar)
14 x 14 (4,3 x 4,3)	14 (4,3)	14 GPM (53,0 LPM) 11.1 psi (0,77 bar)	16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	17 GPM (64,3 LPM) 16.4 psi (1,13 bar)	18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)
16 x 16 (4,9 x 4,9)	16 (4,9)	16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)	18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)
16 x 18 (4,9 x 5,5)	16 (4,9)	19 GPM (71,9 LPM) 20.5 psi (1,41 bar)	19 GPM (71,9 LPM) 20.5 psi (1,41 bar)	21 GPM (79,5 LPM) 25.0 psi (1,72 bar)	21 GPM (79,5 LPM) 25.0 psi (1,72 bar)
16 x 20 (4,9 x 6,1)	16 (4,9)	23 GPM (87,1 LPM) 30.0 psi (2,07 bar)	23 GPM (87,1 LPM) 30.0 psi (2,07 bar)	26 GPM (98,4 LPM) 38.3 psi (2,64 bar)	26 GPM (98,4 LPM) 38.3 psi (2,64 bar)

- (a) For coverage area dimensions less than or between those indicated, it is necessary to use the minimum required flow for the next highest coverage area for which hydraulic design criteria are stated.
- (b) Width (backwall where sprinkler is located) x Length (horizontal throw of sprinkler).
- (c) Requirement is based on minimum flow in GPM (LPM) from each sprinkler. The associated residual pressures are calculated using the nominal K-factor. Refer to Hydraulic Design Criteria Section for details.
- (d) Sidewall sprinklers, where installed under a ceiling with a slope greater than 0 inch rise for a 12 inch run to a slope up to 2 inch rise for 12 inch run, must be located per one of the following:
- Locate the sprinklers at the high point of the slope and positioned to discharge down the slope.
 - Locate the sprinklers along the slope and positioned to discharge across the slope.

TABLE A
NFPA 13D AND NFPA 13R HYDRAULIC DESIGN CRITERIA
FOR THE SERIES LFII (TY1334)
RESIDENTIAL HORIZONTAL SIDEWALL AND RECESSED HORIZONTAL SIDEWALL SPRINKLERS
FOR HORIZONTAL CEILING (Maximum 2 Inch Rise for 12 Inch Run)

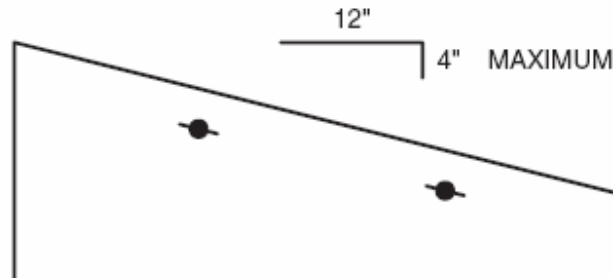


ELEVATION

Maximum Coverage Area (a) Width x Length (b) Ft. x Ft. (m x m)	Maximum Spacing Ft. (m)	Minimum Flow (c) and Residual Pressure (1) Two sprinkler design with the sprinklers at the high point of the slope and positioned to discharge down the slope.			
		Top-Of-Deflector- To- Ceiling: 4 to 6 Inches (100 to 150 mm)		Top-Of-Deflector- To- Ceiling: 6 to 12 Inches (150 to 300 mm)	
		155°F/68°C	175°F/79°C	155°F/68°C	175°F/79°C
12 x 12 (3,7 x 3,7)	12 (3,7)	I 12 GPM (45,4 LPM) 8.2 psi (0,57 bar)	I 12 GPM (45,4 LPM) 8.2 psi (0,57 bar)	I 13 GPM (49,2 LPM) 9.6 psi (0,66 bar)	I 13 GPM (49,2 LPM) 9.6 psi (0,66 bar)
14 x 14 (4,3 x 4,3)	14 (4,3)	I 14 GPM (53,0 LPM) 11.1 psi (0,77 bar)	I 14 GPM (53,0 LPM) 11.1 psi (0,77 bar)	I 17 GPM (64,3 LPM) 16.4 psi (1,13 bar)	I 17 GPM (64,3 LPM) 16.4 psi (1,13 bar)
16 x 16 (4,9 x 4,9)	16 (4,9)	I 16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	I 16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	I 18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)	I 18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)
16 x 18 (4,9 x 5,5)	16 (4,9)	I 19 GPM (71,9 LPM) 20.5 psi (1,41 bar)	I 19 GPM (71,9 LPM) 20.5 psi (1,41 bar)	I 21 GPM (79,5 LPM) 25.0 psi (1,72 bar)	I 21 GPM (79,5 LPM) 25.0 psi (1,72 bar)
16 x 20 (4,9 x 6,1)	16 (4,9)	I 24 GPM (90,8 LPM) 32.7 psi (2,25 bar)	I 24 GPM (90,8 LPM) 32.7 psi (2,25 bar)	I 26 GPM (98,4 LPM) 38.3 psi (2,64 bar)	I 26 GPM (98,4 LPM) 38.3 psi (2,64 bar)

- (a) For coverage area dimensions less than or between those indicated, it is necessary to use the minimum required flow for the next highest coverage area for which hydraulic design criteria are stated.
- (b) Width (backwall where sprinkler is located) x Length (horizontal throw of sprinkler).
- (c) Requirement is based on minimum flow in GPM (LPM) from each sprinkler. The associated residual pressures are calculated using the nominal K-factor. Refer to Hydraulic Design Criteria Section for details..

TABLE B
NFPA 13D AND NFPA 13R HYDRAULIC DESIGN CRITERIA
FOR THE SERIES LFII (TY1334)
RESIDENTIAL HORIZONTAL SIDEWALL AND RECESSED HORIZONTAL SIDEWALL SPRINKLERS
FOR SPRINKLERS AT THE HIGH POINT OF THE SLOPE AND DISCHARGING DOWN THE SLOPE
(Greater Than 2 Inch Rise for 12 Inch Run Up To 8 Inch Rise for 12 Inch Run)

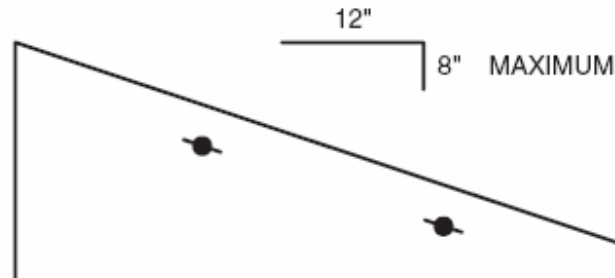


ELEVATION

Maximum Coverage Area ^(a) Width x Length ^(b) Ft. x Ft. (m x m)	Maximum Spacing Ft. (m)	Minimum Flow ^(c) and Residual Pressure			
		(II) Two sprinkler design with the sprinklers located along the slope and positioned to discharge across the slope.		(III) Three sprinkler design when there are more than two sprinklers in a compartment and with the sprinklers located along the slope and positioned to discharge across the slope.	
		Top-Of-Deflector- To- Ceiling: 4 to 6 Inches (100 to 150 mm)		Top-Of-Deflector- To- Ceiling: 6 to 12 Inches (100 to 300 mm)	
		155°F/68°C	175°F/79°C	155°F/68°C	175°F/79°C
12 x 12 (3,7 x 3,7)	12 (3,7)	II 16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	II 16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	II 18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)	II 18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)
14 x 14 (4,3 x 4,3)	14 (4,3)	II 16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	II 16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	II 18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)	II 18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)
16 x 16 (4,9 x 4,9)	16 (4,9)	II 16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	II 16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	II 18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)	II 18 GPM (68,1 LPM) 18.4 psi (1,27 bar)
16 x 18 (4,9 x 5,5)	16 (4,9)	II 22 GPM (83,3 LPM) 27.4 psi (1,89 bar)	II 22 GPM (83,3 LPM) 27.4 psi (1,89 bar)	II 22 GPM (83,3 LPM) 27.4 psi (1,89 bar)	II 22 GPM (83,3 LPM) 27.4 psi (1,89 bar)
16 x 20 (4,9 x 6,1)	16 (4,9)	III 23 GPM (87,1 LPM) 30.0 psi (2,07 bar)	III 23 GPM (87,1 LPM) 30.0 psi (2,07 bar)	III 26 GPM (98,4 LPM) 38.3 psi (2,64 bar)	III 26 GPM (98,4 LPM) 38.3 psi (2,64 bar)

- (a) For coverage area dimensions less than or between those indicated, it is necessary to use the minimum required flow for the next highest coverage area for which hydraulic design criteria are stated.
- (b) Width (backwall where sprinkler is located) x Length (horizontal throw of sprinkler).
- (c) Requirement is based on minimum flow in GPM (LPM) from each sprinkler. The associated residual pressures are calculated using the nominal K-factor. Refer to Hydraulic Design Criteria Section for details.

TABLE C
NFPA 13D AND NFPA 13R HYDRAULIC DESIGN CRITERIA
FOR THE SERIES LFII (TY1334)
RESIDENTIAL HORIZONTAL SIDEWALL AND RECESSED HORIZONTAL SIDEWALL SPRINKLERS
FOR SPRINKLERS LOCATED ALONG A SLOPE AND DISCHARGING ACROSS THE SLOPE
(Greater Than 2 Inch Rise for 12 Inch Run Up To 4 Inch Rise for 12 Inch Run)



ELEVATION

Maximum Coverage Area (a) Width x Length (b) Ft. x Ft. (m x m)	Maximum Spacing Ft. (m)	Minimum Flow (c) and Residual Pressure (III) Three sprinkler design when there are more than two sprinklers in a compartment and with the sprinklers located along the slope, and positioned to discharge across the slope.			
		Top-Of-Deflector- To- Ceiling: 4 to 6 Inches (100 to 150 mm)			
		155°F/68°C		175°F/79°C	
12 x 12 (3,7 x 3,7)	12 (3,7)	III	16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	III	16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)
14 x 14 (4,3 x 4,3)	14 (4,3)	III	16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	III	16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)
16 x 16 (4,9 x 4,9)	16 (4,9)	III	16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)	III	16 GPM (60,6 LPM) 14.5 psi (1,00 bar)
16 x 18 (4,9 x 5,5)	16 (4,9)		N/A		N/A
16 x 20 (4,9 x 6,1)	16 (4,9)		N/A		N/A

- (a) For coverage area dimensions less than or between those indicated, it is necessary to use the minimum required flow for the next highest coverage area for which hydraulic design criteria are stated.
- (b) Width (backwall where sprinkler is located) x Length (horizontal throw of sprinkler).
- (c) Requirement is based on minimum flow in GPM (LPM) from each sprinkler. The associated residual pressures are calculated using the nominal K-factor. Refer to Hydraulic Design Criteria Section for details.

TABLE D
NFPA 13D AND NFPA 13R HYDRAULIC DESIGN CRITERIA
FOR THE SERIES LFII (TY1334)
RESIDENTIAL HORIZONTAL SIDEWALL AND RECESSED HORIZONTAL SIDEWALL SPRINKLERS
FOR SPRINKLERS LOCATED ALONG A SLOPE AND DISCHARGING ACROSS THE SLOPE
(Greater Than 4 Inch Rise for 12 Inch Run Up To 8 Inch Rise for 12 Inch Run)



Care and Maintenance

The Series LFII (TY1334) must be maintained and serviced in accordance with the following instructions:

NOTES

Absence of an Escutcheon Plate may delay the sprinkler operation in a fire situation.

Before closing a fire protection system main control valve for maintenance work on the fire protection system which it controls, permission to shut down the affected fire protection system must be obtained from the proper authorities and all personnel who may be affected by this action must be notified.

Sprinklers which are found to be leaking or exhibiting visible signs of corrosion must be replaced.

Automatic sprinklers must never be painted, plated, coated, or otherwise altered after leaving the factory. Modified sprinklers must be replaced. Sprinklers that have been exposed to corrosive products of combustion, but have not operated, should be replaced if they cannot be completely cleaned by wiping the sprinkler with a cloth or by brushing it with a soft bristle brush.

Care must be exercised to avoid damage to the sprinklers - before, during, and after installation. Sprinklers damaged by dropping, striking, wrench twist/slippage, or the like, must be replaced. Also, replace any sprinkler that has a cracked bulb or that has lost liquid from its bulb. (Ref. Installation Section).

The owner is responsible for the inspection, testing, and maintenance of their fire protection system and devices in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association (e.g., NFPA 25), in addition to the standards of any other authorities having jurisdiction. The installing contractor or sprinkler manufacturer should be contacted relative to any questions.

NOTE

The owner must assure that the sprinklers are not used for hanging of any objects and that the sprinklers are only cleaned by means of gently dusting with a feather duster; otherwise, non-operation in the event of a fire or inadvertent operation may result.

It is recommended that automatic sprinkler systems be inspected, tested, and maintained by a qualified Inspection Service in accordance with local requirements and/or national codes.

Limited Warranty

Products manufactured by Tyco Fire Products are warranted solely to the original Buyer for ten (10) years against defects in material and workmanship when paid for and properly installed and maintained under normal use and service. This warranty will expire ten (10) years from date of shipment by Tyco Fire Products. No warranty is given for products or components manufactured by companies not affiliated by ownership with Tyco Fire Products or for products and components which have been subject to misuse, improper installation, corrosion, or which have not been installed, maintained, modified or repaired in accordance with applicable Standards of the National Fire Protection Association, and/or the standards of any other Authorities Having Jurisdiction. Materials found by Tyco Fire Products to be defective shall be either repaired or replaced, at Tyco Fire Products' sole option. Tyco Fire Products neither assumes, nor authorizes any person to assume for it, any other obligation in connection with the sale of products or parts of products. Tyco Fire Products shall not be responsible for sprinkler system design errors or inaccurate or incomplete information supplied by Buyer or Buyer's representatives.

IN NO EVENT SHALL TYCO FIRE PRODUCTS BE LIABLE, IN CONTRACT, TORT, STRICT LIABILITY OR UNDER ANY OTHER LEGAL THEORY, FOR INCIDENTAL, INDIRECT, SPECIAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LABOR CHARGES, REGARDLESS OF WHETHER TYCO FIRE PRODUCTS WAS INFORMED ABOUT THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES, AND IN NO EVENT SHALL TYCO FIRE PRODUCTS' LIABILITY EXCEED AN AMOUNT EQUAL TO THE SALES PRICE.

THE FOREGOING WARRANTY IS MADE IN LIEU OF ANY AND ALL OTHER WARRANTIES EXPRESS OR IMPLIED INCLUDING WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

Ordering Procedure

When placing an order, indicate the full product name. Contact your local distributor for availability.

Sprinkler Assembly:

Series LFII (TY1334), K=4.2, Residential Horizontal Sidewall Sprinkler with (specify) temperature rating and (specify) finish, P/N (specify).

155°F/68°C or Chrome Plated	P/N 51-211-9-155
155°F/68°C White Polyester	P/N 51-211-4-155
155°F/68°C White (RAL9010)*	P/N 51-211-3-155
155°F/68°C Natural Brass	P/N 51-211-1-155
175°F/79°C or Chrome Plated	P/N 51-211-9-175
175°F/79°C White Polyester	P/N 51-211-4-175
175°F/79°C White (RAL9010)*	P/N 51-211-3-175
175°F/79°C Natural Brass	P/N 51-211-1-175

*Eastern Hemisphere sales only.

Recessed Escutcheon:

Specify: Style 20 Recessed Escutcheon with (specify) finish, P/N (specify).

1/2" (15 mm) Style 20 Chrome Plated	P/N 56-705-9-010
1/2" (15 mm) Style 20 White Color Coated	P/N 56-705-4-010
1/2" (15 mm) Style 20 White (RAL9010)*	P/N 56-705-3-010
1/2" (15 mm) Style 20 Bright Brass Coated	P/N 56-705-2-010

*Eastern Hemisphere sales only.

Sprinkler Wrench:

Specify: W-Type 6 Sprinkler Wrench, P/N 56-000-6-387.

Specify: W-Type 7 Sprinkler Wrench, P/N 56-850-4-001.

TYCO FIRE PRODUCTS, 451 North Cannon Avenue, Lansdale, Pennsylvania 19446

V10-2 Datablad: Standard sprinkler



 <p>Water Mist Engineering AS Sjøtjernesveien 32 NO-4645 Nodeland (Kr.sand.s) NORWAY</p> <p>Telephone +47 38 01 90 70 Telefax +47 38 01 90 71</p> <p>E-mail sales@wme.no</p> <p>WEB www.wme.no</p>	WME WATER MIST NOZZLE DATA SHEET WMEA800K20P4xx	
	Title : Datasheet : Water Mist Nozzle WMEA800K20P4 xx	
	Project No.:	File Location.: \\WME\project\WMEstandard
	Date.: 15.03.04	Classification : Restricted
<p>The WMEA800K20P4 water mist nozzle contain fine water spray sprinkler with automatic quick response for fixed fire protection of building and Accommodation Protection</p> <p>The sprinkler head are installed in fully hydraulic designed wet pipe sprinkler system. The sprinkler systems must be designed and installed according with WME installation guidelines.</p>		
		
<p>Applications :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fire extinguishing : Building fire <p>Key Figures :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Safe design • Use very little water. • Protect 25 m2 / nozzle. • Low water pressure 4-14 Barg • Totally enclosed. • Can be delivered in different colours. • Tested according to FM and IMO 		



Postal address:
Water Mist Engineering AS
Sjøtjernesveien 32
4645 Nodeland (Kr.sand.s)
Norway

Office address:
Water Mist Engineering AS
Sjøtjernesveien 32
4645 Nodeland (Kr.sand.s)
Norway

Telephone: +47 38 01 90 70
Telefax: +47 38 01 90 71
E-mail: sales@wme.no
Web: www.wme.no



Approvals :

WMEA800K20P4 are used in marine applications, and have a number of marine approvals.



Generally WMEA800K20P are tested according to IMO Resolutions A.800 and FM "Draft Performance Requirements for fine water spray systems for the protection of light hazard occupancies" The Danish fire laboratory has witness this testes.

WME can also deliver this system according to NFPA 750.

Classification : Restricted



Postal address:
Water Mist Engineering AS
Spjettveien 32
4645 Nodeland (Kraandå)
Norway

Office address:
Water Mist Engineering AS
Spjettveien 32
4645 Nodeland (Kraandå)
Norway

Telephone: +47 38 01 90 70
Telefax: +47 38 01 90 71
E-mail: wme@wme.no
Web: www.wme.no

**TECHNICAL DATA:**

Nozzle Material: Brass MS58/NiSn

Installation: Always pendant installation

Flow calculation: $Q = k \cdot \sqrt{\text{Working_Pressure}}$

		WMEA800K20P4 57°C	WMEA800K20P4 93°C	WMEA800K20P4 141°C
Working pressure	[bar]	4	4	4
k-factor	[kg/min * bar ^{1/2}]	20	20	20
Max spacing between nozzles	m * m	5 x 5	5 x 5	5 x 5
Density of coverage	L / min * m ²	1,6	1,6	1,6

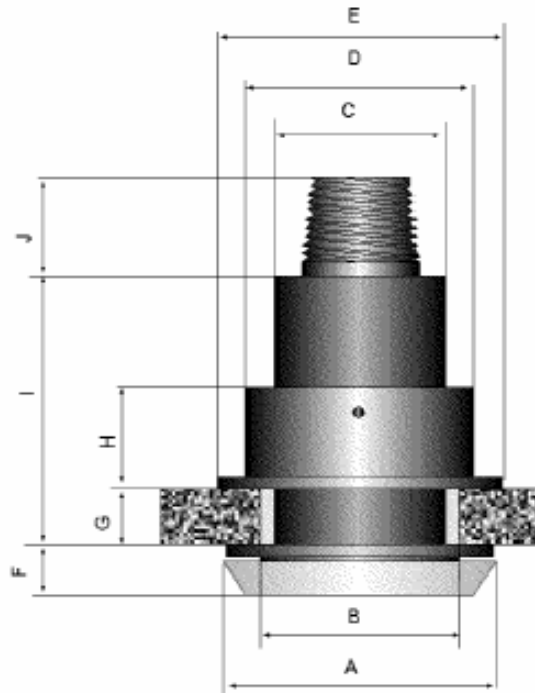
Ceiling height above 5 meter the density of coverage is 2.5 l/min/m². And the nozzle spacing is 4x4 meter.

Distance from wall to first nozzle in big rooms are nozzles spacing / 2





Mechanical dimension:



VID DOC. 31930-3

A:	Cover diametre:	48mm
B:	Ceiling hole diameter:	35mm – 40mm
C:	Nozzle diameter:	M32 x 1 – ø32
D:	Top ring shaft diameter:	40mm
E:	Top ring plate diametre:	50mm
F:	Cover below ceiling:	10mm
I:	Nozzle stems length:	50mm
J:	½" Pipe thread nipple:	18mm
G:	Ceiling thickness:	0 – 18mm
H:	Height of top ring:	18mm



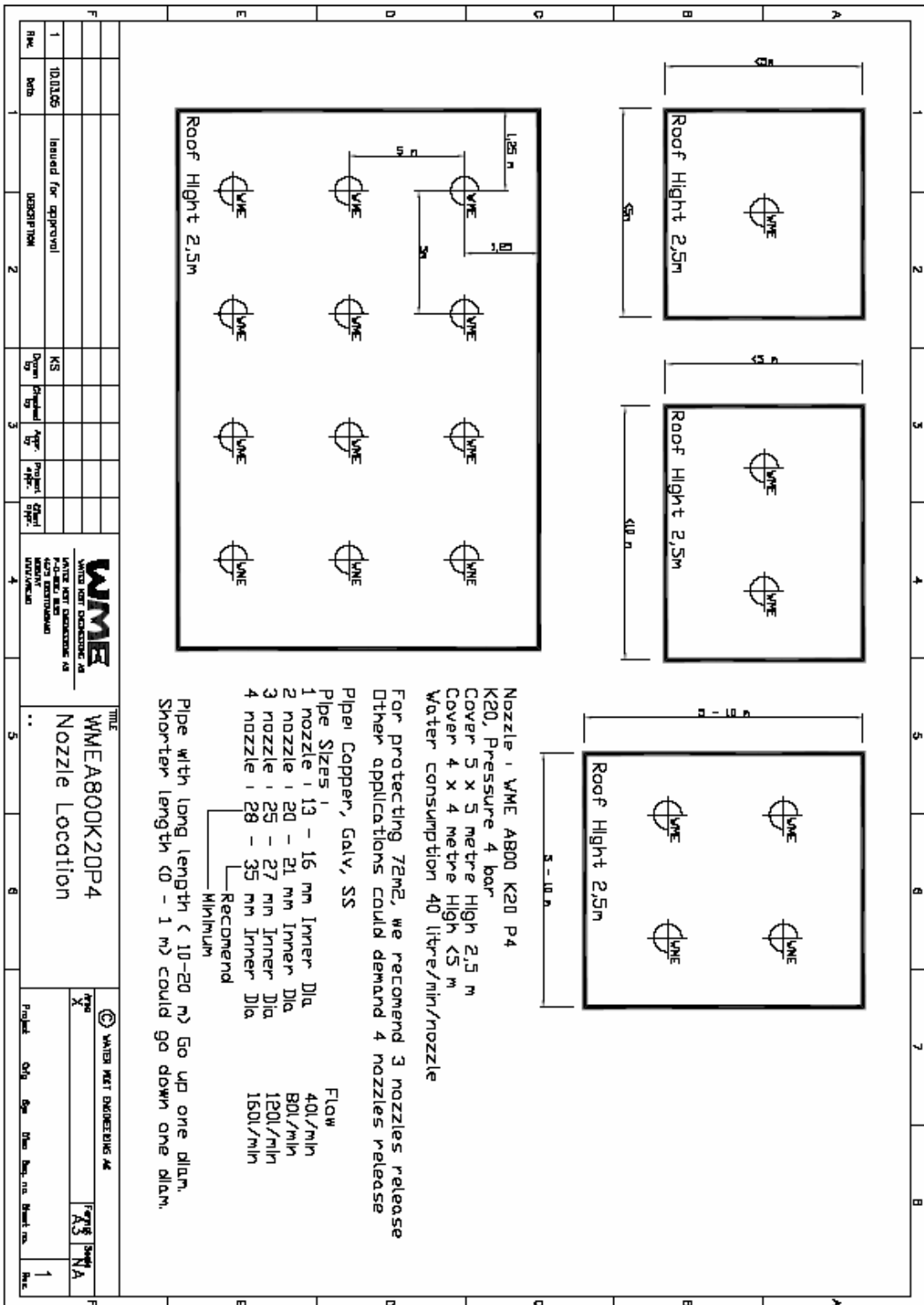
Postal address:
Water Mist Engineering AS
Spjottnesveien 32
4645 Nodeland (Kraundå)
Norway

Office address:
Water Mist Engineering AS
Spjottnesveien 32
4645 Nodeland (Kraundå)
Norway

Telephone: +47 38 01 90 30
Telefax: +47 38 01 90 71
E-mail: wme@wme.no
Web: www.wme.no



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



V10-3 Datablad: Vanntåke