



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Brannsikring av Nordvegen Historiesenter



Hovedprosjekt utført ved Høgskolen Stord/Haugesund - Avd. for ingeniørfag

Studieretning : Brannsikkerhet

Av : Karianne Eidesen

Kandidatnummer: 10

Charlotte Frøyland

Kandidatnummer: 49



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

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

Oppgavens tittel		Rapportnummer
Brannsikring av Nordvegen Historiesenter		(Fylles ikke ut)
Utført av Karianne Eidesen Charlotte Frøyland		
Linje Sikkerhet	Studieretning Brannsikring	
Gradering Åpen	Innlevert Dato 2.mai 2003	Veileder ved HSH Torgrim Log
Oppdragsgiver		Kontaktperson hos oppdragsgiver

Ekstrakt

Denne oppgaven tar for seg dimensjoneringen av aktive brannsikringstiltak for å brannsikre Nordvegen Historiesenter. Den totale brannsikkerheten, med hensyn på personer og materiell i senteret vil bli vurdert. Det vil også bli sett på forskjeller mellom et vanntåke- og sprinkleranlegg med hensyn på pris, vannforbruk og sekundære skader.

Et vanntåkeanlegg har et vesentlig mindre vannforbruk enn et konvensjonelt sprinkleranlegg ved slokking av en brann. De sekundære vannskadene vil derfor bli mindre. Prisen på et vanntåkeanlegg vil ligge noe høyere enn et sprinkleranlegg, men etter en helhetsvurdering av anleggene ble det likevel funnet mest hensiktsmessig å installere et vanntåkeanlegg i senteret.

Etter simuleringer i Argos av et brannforløp i senteret der de aktive brannsikringstiltakene er innført, vil det ikke oppstå kritiske tilstander i senteret. Rømningsforholdene for publikum vil dermed heller ikke bli kritiske.

Ved installering av både brannalarm-, vanntåke- og ledelysanlegg vil sikkerheten i Nordvegen Historiesenter være svært god.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

HOVEDPROSJEKT

Studenten(e)s navn: Karianne Eidesen
Charlotte Frøyland

Linje & studieretning Sikkerhet - Brann

Oppgavens tittel: *Brannsikring av Nordvegen Historiesenter*

Oppgavetekst:

I oppgaven skal Nordvegen Historiesenter brannsikres. Det vil bli gjort en vurdering av sikkerheten i bygget med tanke på både person- og materiell sikkerhet ved eventuelle branntilløp.

I oppgaven skal det dimensjoneres et vanntåkeanlegg for senteret. Det skal også dimensjoneres et sprinkleranlegg for å sammenligne dette opp mot vanntåkeanlegget. Det blir tatt utgangspunkt i pris, vannforbruk og skader på utstillingene ved sammenligningene.

I tillegg skal andre branntekniske tiltak vurderes for ytterligere å øke sikkerheten i senteret.

Endelig oppgave gitt: 14. mars 2003

Innleveringsfrist: Fredag 2. mai 2003 kl. 12.00

Intern veileder Torgrim Log

Ekstern veileder Elisabeth Jacobsen, Lux brannteknologi AS

Godkjent av studieleder: *Anna K. Rasmussen*

Dato: *28/3-03*



FORORD

Som avslutning på den treårige utdanningen vil denne oppgaven presentere vårt avsluttende arbeide som branningeniører ved Høgskolen Stord/ Haugesund. Oppgaven er på 4 vekttall noe som tilsvarer 250 arbeidstimer per person.

Sammen med vår interne veileder Torgrim Log ble oppgaven valgt ut fra interesse rundt sikkerhet i bygg, både med hensyn på personer og materiell. Nordvegen Historiesenter, som skal bygges på Avaldsnes, er et svært interessant bygg både fordi det vil ha en stor verdi for lokalsamfunnet og fordi senteret vil bli bygget ned i jorden av symbolsk karakter.

Det har vært en krevende oppgave med mange utfordringer, men samtidig veldig lærerik særlig med tanke på trening i konkret problemløsning. Vi har fordypet oss i brannprosjektering av et bygg. I dimensjoneringene ble dataprogrammene DAK, FHC og Argos brukt. Å tilegne oss grunnleggende kunnskaper i disse verktøyene har vært tidkrevende, men i ettertid ser vi at dette vil gi oss nyttige erfaringer å ta med ut i arbeidslivet.

Rapporten henvender seg til alle som dimensjonerer slokkesystemer og kapittel 4, 8, 9 og 10 vil være mest relevant med hensyn på dette. I tillegg vil oppgaven være relevant for Karmøy kommune ettersom senteret snart skal oppføres etter de tegninger og utstillingsskisser vi har brukt. Særlig kapittel 6, 9 og 10 vil være aktuelle for dem for en vurdering av forskjellige brannscenarier som vil kunne oppstå, samt diskusjon og konklusjon.

Oppgaven har vist at det er krevende å prosjektere et stort offentlig bygg. Mange av opplysningene som foreligger vil være usikre og plassering av innhold er ikke bestemt. Vi har dermed hatt god bruk for hjelp og veiledning. I den anledning vil vi rette en stor takk til vår interne veileder Torgrim Log for god veiledning under hele prosjektet

Vi vil også takke Alf Reidar Nilsen, vår andre interne veileder, for positiv innstilling og gode innspill særlig med hensyn på dokumentering av sikkerheten i senteret.

En stor takk skal også gis til vår eksterne veileder Elisabeth Jacobsen, ansatt i Lux Brannteknologi, for god veiledning av dimensjoneringen av vanntåkeanlegget og dataprogrammene som ble brukt.

Ellers rettes en stor takk til familie og venner som har bidratt med positiv tilbakemelding og oppmuntring, og gjort det mulig å gjennomføre prosjektet.

Haugesund, 30. april 2003

Karianne Eidesen

Charlotte Frøyland



SAMMENDRAG

Nordvegen Historiesenter, som skal bygges på Avaldsnes, vil ha et samlet areal på 1600 m² fordelt på to etasjer. Rommene vil ha takhøyde på henholdsvis 3 og 6,8 meter. Senteret vil ha mer likhetstrekk med en skole enn med et tradisjonelt museum og vil derfor plasseres i risikoklasse OH 1. Bygget skal sikres med vanntåke som aktiv brannbeskyttelse. Bruk av vanntåkeanlegg i bygg er relativt nytt i Norge og det er derfor til nå ikke utarbeidet norske dimensjoneringskriterier for slike anlegg.

I oppgaven ble det dimensjonert vanntåke- og sprinkleranlegg i bygget for å sammenlikne vannforbruk og pris. Et brannalarmanlegg ble også dimensjonert og det ble gjort vurderinger av objektbeskyttelse ved hjelp av Firetrace for brannslukking inne i elektrisk materiell (PC-er, projektorer, plasmaskjermer, o.l.).

Ved dimensjonering av de vannbaserte slokkeanleggene og brannalarmanlegget ble Forsikringsselskapenes Godkjennelsesnemds kriterier, tyske VDS godkjente dimensjoneringskriterier fra firmaet Minimax og melding OH-brannalarmanlegg lagt til grunn. Ved utforming av tegninger ble DAK brukt og til dimensjonering av slokkeanleggene ble FHC brukt. Simuleringsprogrammet Argos ble brukt for å danne et grunnlag for estimat for kritiske brannforløp som vil kunne oppstå i bygget.

Ut fra dimensjoneringene og resultatene kan følgende slutninger trekkes:

- Ved simulering av brannen ble røyklagets temperatur aldri høyere enn 106 °C ved utløsning av vanntåkeanlegget og overtenning ble dermed unngått.
- Uten slokkeanlegg ble overtenning også unngått da senteret vil ha liten spesifikk brannbelastning og store arealer med store takhøyder.
- Pris for sprinkleranlegg kom på rundt 580.000 kroner, mens pris for vanntåkeanlegg kom på 685.000 kroner.
- Vannforbruk for sprinkleranlegget, over et område på 72 m², ble 403 L/min over himling og 376 L/min under himling ved et vanntrykk på omtrent 2,6 bar. Tilsvarende vannforbruk for vanntåkeanlegget ble 128 L/min over himling og 248 L/min under himling ved et vanntrykk på 6,00 bar.

Et sprinkleranlegg vil bruke omlag 50 % mer vann enn et vanntåkeanlegg under himling og omlag 3 ganger så mye vann over himling. Vanntåkeanlegget vil derfor gi vesentlig mindre sekundære vannskader. Det vil derfor være hensiktsmessig å installere et vanntåkeanlegg i Nordvegen Historiesenter selv om prisen blir noe høyere enn for et sprinkleranlegg.

Etter simulering med installering av alle de aktive brannsikringstiltakene, ble det funnet at det ikke vil oppstå kritiske tilstander i senteret ved en brann. Mennesker som befinner seg i bygget vil dermed ikke oppleve kritiske tilstander ved rømning. Uten aktiv brannsikring vil kritiske forhold kunne oppstå for personer under rømning.

Brannsikkerheten i Nordvegen Historiesenter med alle aktive brannsikringstiltak vil være tilfredsstillende både med hensyn på person- og materiellsikkerhet.



1	INNLEDNING	1
2	NORDVEGEN HISTORIESENTER.....	3
2.1	Byggets størrelse og utforming	3
2.2	Publikumsvennlig	4
2.3	Utstillingene	4
2.4	Vanntilførsel til senteret	5
2.5	Brannvesen	5
2.6	Driftsfasen	5
3	METODER.....	6
3.1	DAK	6
3.2	FHC	6
3.3	Argos	7
3.4	L-kurve	7
4	BESKRIVELSE AV ANLEGGENE SOM SKAL INSTALLERES	8
4.1	Sprinkleranlegg	8
4.2	Vanntåkeanlegg.....	9
4.3	Vanntåkeanlegg i Nordvegen Historiesenter.....	10
4.4	Brannalarmanlegg	11
4.5	Tilrettelegging for slokking/andre slökkemidler	13
4.6	Ledesystem.....	14
4.7	Andre brannsikringstiltak	14
5	DIMENSJONERINGSKRITERIER FOR ANLEGGENE	15
6	MULIGE BRANNFØRLØP I SENTERET	16
6.1	Utstillingene i U-2.....	16
6.2	Vestibyle og vindushall i U-1.....	18
6.3	Kjøkken	18
6.4	Gass	18
6.5	Sabotasje.....	18
7	BEREGNING AV RØMNINGSTID	19
7.1	Generelt	19
7.2	Tålegrenser for mennesker ved brann	20
8	RESULTATER	22
8.1	Tegninger i DAK.....	22
8.2	Simuleringsprogrammene	23
8.3	Rømningstid	24
8.4	L-kurve.....	24
9	DISKUSJON	25
9.1	Sammenligning av vanntåke og sprinkleranlegg	25
9.2	Brannalarmanlegget	27
9.3	Rømning i Nordvegen Historiesenter.....	27
9.4	Totalsikkerhet i Nordvegen Historiesenter	29
10	KONKLUSJON.....	30
11	REFERANSER.....	31
12	VEDLEGG.....	32



1 INNLEDNING

Avaldsnes er et av Norges viktigste nasjonalhistoriske områder som må bli bevart for ettertiden. I 1992 startet Karmøy kommune Avaldsnesprosjektet og Nordvegen Historiesenter er et ledd i dette prosjektet. Avaldsnes ble i år 2000 valgt til Rogalands tusenårssted og Nordvegen Historiesenter vil bli den fysiske markeringen av dette. Bygget forventes ferdigstilt i 2004.

I denne oppgaven skal det dimensjoneres et vanntåkeanlegg for senteret hvor sikkerhet for bygget og mennesker blir ivaretatt. Ettersom det ikke foreligger gitte dimensjoneringskriterier for vanntåke i Norge ennå, vil det derfor bli tatt utgangspunkt i et nylig VDS-godkjent tysk anlegg. I oppgaven vil det også bli dimensjonert et konvensjonelt sprinkleranlegg. De to anleggene vil bli sammenlignet med utgangspunkt i vannforbruk og prisforskjell.

I tillegg vil det også bli dimensjonert et brannalarmsystem for å få en større sikring av bygget og innholdet. Til slutt vil det bli gjort en vurdering av sikkerheten til bygget som helhet med hensyn på kostnader og effektiviteten av systemene.

Avaldsnes som maktsenter

Avaldsnes blir kalt Norges eldste kongesete fordi Harald Hårfagre la hovedgården sin her etter slaget i Hafrsfjord ca 870. I tillegg ligger Avaldsnes i skipsleia som mange mener gav Norge navn. Annen rikholdig historie fra Avaldsnes er at det her har vært 10.000 år med kontinuerlig bosetting, rike funn og fornminner fra alle tidsepoker. Dette er også eneste plass i Norge hvor det er funnet storhauger fra alle tidsepoker.

Avaldsnes var et maktsenter i 3000 år, og tidvis også et maktsenter av internasjonal karakter. Det var her den første hanseatiske handelsstasjonen i Norge ble dannet. Havnen er den best bevarte middelalderhavn i Norge og Avaldsnes står sentralt i nye forskningsteorier om vikingtid, rikssamling og kristning.

Olavskirken som ble bygget ca 1250, er en av fire kongelige kollegiatkirkene som fremdeles eksisterer, og den er fremdeles et viktig historisk symbol.

Bygget og besøkstall

Karmøy kommune har et ansvar for å se til at bygge- og anleggstiltak er estetisk tilfredsstillende både i seg selv og i forhold til omgivelsene. Kommunen har hovedansvaret for forvaltningen av det fysiske miljøet hvor bygget skal settes opp, samt plan- og bygningsmyndighet.

Ettersom det er så mye verneverdig miljø rundt Olavskirken var det Miljøverndepartementet som til slutt pekte ut tomten hvor Nordvegen Historiesenter skal bygges.

Senteret vil bli bygget i to etasjer hvor samlet bruttoareal vil være på omtrent 1600 m² som riksantikvaren har satt som et maksimum. Bygget skal bygges ned i jorden, og det vil ha store vindusarealer ut mot Karmsundet for best mulig å formidle Avaldsnes som et tidligere maktsenter. Bygget vil bli utformet med mye symbolikk fra Avaldsnes og omegns historie.

De regner med å ha 35.000 besøkende hvert år til senteret hvor målgruppen er både lokalt publikum, turister, studenter, skoleelever og konferansedeltakere og bedriftsbesøk fra Karmøy og Haugesundsområdet.

Utstillingene skal formidle både gamle "etablerte" sannheter samtidig som nye forskningsresultater vil bli viktige.



Utstillingene

Nordvegen Historiesenter vil ikke ha en form eller innhold som et tradisjonelt museum. Historiske treskip av forskjellig art, eller liknende vil dermed ikke bli utstilt her. Likevel vil det til tider kunne bli satt opp noen utstillinger med verdifulle historiske elementer.

Konseptet for utstillingene i senteret vil bli noe helt nytt hvor kombinasjonen gammelt og nytt settes sammen. Data og virtuelle hjelpemidler vil bli viktige innslag ettersom det vil bli et interaktivt historiesenter. I tillegg vil andre virkemidler som film, tablåer, modeller, lys, lyd, lukt etc. bli brukt for å stimulere fantasien og utfordre nysgjerrigheten til publikum. Historiesenteret skal fremme kulturbevissthet og kulturforståelse, og vise sammenhengen mellom fortid, nåtid og framtid. Opplevelsen av utstillingene vil bli det viktige, men samtidig blir det også lagt opp til fordypning og forståelse.



2 NORDVEGEN HISTORIESENTER

Nordvegen Historiesenter vil bli et bygg hvor det kommer til å være publikum, som ikke vil være kjent med rømningsveiene, store deler av dagen. Bygget vil derfor bli plassert i risiko-klasse 5 og fareklasse 2 ut fra TEK [1] og REN [2].

2.1 Byggets størrelse og utforming

Bygget vil måtte underordne seg Olavskirken og det kulturhistoriske landskapet, og av den grunn vil senteret bli bygget under bakkenivå. Fra Karmsundet vil man kunne se bygget som en stor glassdekket sprekk i skråningen. Det at bygget blir bygget ned i jorden vil også vise til det arkeologiske aspektet ved å grave seg ned for å avdekke historiens mange lag. [3]

Bygget vil bli utformet slik at byggeforskriftenes krav blir ivaretatt. Fasaden vil bli bygget av høykvalitetsbetong og italiensk travertinstein. Betong vil bli hovedmaterialet i konstruksjonene samt store vindusarealer i vestibylen. Anlegget vil bli satt opp med sikte på god energiøkonomi, rasjonell drift og vedlikehold. Det vil derfor bli lagt opp til bruk til av gass for eksempel til oppvarming av senteret. [3]

Som annonsering av senteret vil det bli satt opp en ringmur i betong med naturstein med en høyde ca 2 meter. Dette vil symbolisere "Mimes kilde" (kunnskapens brønn) og vil utgjøre en trapp som fører ned til inngangspartiet.

Selve senteret vil bli bygget i to etasjer hvor samlet bruttoareal vil være på 1600 m². Riksantikvaren har satt dette som maksimalt for å sikre området antikvariske verdier. Ned inngangstrappen vil en komme inn i vestibylen i U-1 hvor en vil bli møtt av de store vindusarealene og mye lys. I tillegg vil det også ligge en kantine, billettkontor, informasjon, klasserom samt kontorer for ansatte i denne etasjen.

Hovedutstillingene vil ligge i etasjen under, U-2, og den ene delen av utstillingsrommet vil ha en høyde på 6,8 meter som vil strekke seg over to etasjer. Den store høyden vil bidra til at utstillingene vil bli svært effektfulle med hjelp av ulike hjelpemidler.



Figur 1: Skisse over senteret

2.2 Publikumsvennlig

Senteret vil være godt tilrettelagt for publikum i alle aldersgrupper. Karmøy kommune legger spesielt stor vekt på at også funksjonshemmede lett skal kunne besøke senteret.

”Det blir satt krav om adkomst og bevegelighet for handikappede i senteret. Det må være mulig for handikappede å komme til senteret og ha en naturlig rundgang i bygget uten at det skal føles som en belastning for dem. Siden bygget sannsynligvis vil bli på tre etasjer, vil en heis være den mest nærliggende løsningen for ferdsel mellom etasjene”[4]

Ettersom senteret legger opp til forflytning i heis for funksjonshemmede personer er det også viktig å fokusere på rømningsveier for dem ved en brann. Ut fra senterets U-1 etasje er det ingen direkte rømningsvei bort fra senteret. Funksjonshemmede må dermed ved en evakuering bli hjulpet opp og bort fra senteret.

2.3 Utstillingene

Enkelte utstillinger vil bli permanente, mens andre vil bli skiftet ut etter en viss tid. I visse perioder vil det kunne bli satt opp utstillinger med verdifulle historiske elementer som gullringer og andre metallgjenstander.

Konseptet for utstillingene vil bli noe helt nytt hvor kombinasjonen gammelt og nytt settes sammen. Publikums opplevelse av utstillingene vil bli det sentrale, men samtidig blir det også lagt opp til fordypning og forståelse. Det er lagt opp til at de besøkende vil få utlevert hvert sitt sett med høretelefoner hvor historier blir fortalt etter hvert som publikum beveger seg rundt i utstillingene. Dette vil føre til at opplevelsen av utstillingene vil bli mer intim og bedre for den enkelte.



Etter samtale med ansatte i Sixsides [5], firmaet som etter all sannsynlighet vil få oppdraget med å designe utstillingene, vil det bli brukt rundt 30 datamaskiner, 4-5 plasmaskjermer og 6-7 projektorer for å få den riktige opplevelsen av utstillingene.

Ettersom det vil være et stort antall datamaskiner og annet elektrisk utstyr i utstillingslokalet, vil dette kunne føre til en økt fare for brann. Ut i fra statistikk fra DBE om brann i boliger og antall omkomne i brann er åpen ild, elektrisk utstyr og feil bruk av elektrisk utstyr hovedårsakene til disse brannene. I tillegg vil brann med ukjent årsak utgjøre omtrent 15-20 % av årsaker til brann hvert år.[6]

Hovedårsakene til uhellene er mangelfulle rutiner for opplæring og bruk, svikt i komponenter, og konstruksjon og vedlikehold av utstyret.

Det blir derfor veldig viktig å gjøre personellet oppmerksom på disse faremomentene, og opplæring i sikker bruk av utstyret og gode rutiner for renhold.

2.4 Vanntilførsel til senteret

Det vil bli etablert en ny vannledning fra det offentlige nettet frem til senteret, som ligger omtrent 600 meter unna. Karmøy kommune vil få ansvaret med å få vannledningen frem til bygget, men byggets eiere vil selv måtte legge inn vannledningen og må sørge for at det vannbaserte slokkeanlegget vil fungere tilfredsstillende.

Det vil i utgangspunktet være liten vanntilførsel til Nordvegen Historiesenter. Det har blitt oppgitt fra Mek-Consult [7], som er konsulentfirmaet som skal dimensjonere vannforbruket i bygget, at det den totale vanntilførselen inn i senteret ville vært 200 liter per minutt. Dette er svært lite og etter samtale med Karmøy kommune ble det oppgitt at de venter på nytt tallbasert svar fra Mek-Consult hvilken vanntilførsel som kreves til bygget. Kommunen vil deretter gjøre nødvendige tiltak for å utbedre vanntilførselen.

For å dekke behovet for vann for å opprettholde et tilfredsstillende brannvern vil det bli satt opp brannkummer tett inntil bygget. Dette vil minske innsatstiden brannvesenet bruker ved en eventuell brann.

2.5 Brannvesen

Den nærmeste brannstasjonen for Nordvegen Historiesenter ligger på Bø, som er omtrent 3 km fra senteret. Denne stasjonen er ikke døgnbemannet og ved alarm på kvelds- eller nattestid vil mannskapene derfor kunne bruke lengre tid enn normalt for å komme til senteret selv om det ikke er langt.

2.6 Driftsfasen

Etter FOBTOT § 2-1 er det eiers ansvar å påse at bygget er utstyrt og vedlikeholdt i samsvar med gjeldende lover og forskrifter om forebygging av brann. Eier har også ansvar for å utarbeide kontroll, ettersyn og vedlikeholdsrutiner for hele bygget. [22]

I tillegg vil det være viktig at de ansatte får tilstrekkelig opplæring og øvelse i hvordan de skal opptre ved en brann. Utarbeiding av evakueringsrutiner vil også være spesielt viktige med tanke på at senteret vil være godt tilrettelagt for funksjonshemmede.



3 METODER

3.1 DAK

Til tegning ble det ble brukt Dataassistert Konstruksjoner (DAK) som hjelpemiddel. Programmet som ble brukt i denne oppgaven heter Mechanical Desktop 6 Power Pack.

Tegninger av Nordvegen Historiesenter ble utlevert av Lux Brannteknologi og disse ble brukt som grunnlag når sprinkler-, vanntåke- og brannalarmanlegget ble dimensjonert for bygningen.

DAK ble brukt for å tegne opp rørsystemet til både vanntåke- og sprinkleranlegget for å lette arbeidet og for at det skulle bli mer nøyaktig. (Se nærmere beskrivelse i Vedlegg A).

3.2 FHC

FHC er et dataprogram for forhåndstesting av sprinkler- og vanntåkeanlegg. Programmet som ble brukt i denne oppgaven heter FHC02 Full hydraulic calculation of sprinkler / water spray systems.

Ved hjelp av dette programmet kan anleggene etter dimensjonering testes for å undersøke om de tilfredsstiller de krav som er satt til, f.eks, trykk og vannstrøm både totalt for anlegget og per dyse.

For å undersøke om sprinkler- og vanntåkeanleggene er godt nok dimensjonert må de verst plasserte sprinklerne, de som ligger lengst borte fra sprinklersentralen, over et spesifisert dekningsareal legges inn i FHC og testes.

Nordvegen Historiesenter ligger i risikoklasse OH 1 så det dimensjonerende dekningsarealet for anleggene i bygget vil da bli 72 m². (Se Tabell 5.1, kap 5)

For sprinkleranlegget er dekningsareal per sprinkler 12 m² og derfor må anlegget dimensjoneres for 6 dyser som slår ut samtidig.

For vanntåkeanlegget er dekningsareal per sprinkler 14 m², så også her må 6 dyser slå ut for å dekke det påkrevde dekningsarealet.

De verst plasserte dysene, for begge anleggene, i senteret vil ligge ”øverst i venstre hjørne” i hovedutstillingen.

(Se Vedlegg H, Tegning 1-8)

For vanntåkeanlegget vil det i programmet bli lagt inn en pumpe/”Booster-tank” som gir et trykk på 6,0 bar ved sentralen. Dette gjøres for at dysene skal få det trykket de er dimensjonert for (minimum er 4 bar ved dysen, se Vedlegg G).

Data for vanntåkedysene måtte også legges inn i programmet slik at vanntåkeanlegget kunne testes (Tabell 4.1, kap. 4.). For sprinklere ble standarden for K 80 sprinklere ved et OH anlegg brukt.



3.3 Argos

Argos er et dataprogram som simulerer brannforløp. Versjonen 4.3 ble brukt i simuleringene. Programmet kan simulere brann i ett rom og i tillegg se på utviklingen i opptil fire omkringliggende rom. Programmet gjør beregninger ut fra en tosonemodell hvor de involverte rommene deles opp i en eller to soner. Den nederst sonen antas å bestå av kald og røykfri luft, mens den øverste sonen vil være varm og røykfull på grunn av branngassene.

Tegningene av Nordvegen Historiesenter var for kompliserte til å kunne bli lagt direkte inn i Argos. Hovedutstillingen med en høyde på 6,8 meter kunne ikke kobles direkte sammen med vestibylen som ligger i andre etasje og har en høyde på 3 meter. En forenkling av tegningene var derfor nødvendig, og rommene ble gjort om slik at alle hadde samme høyde. Ettersom alle rom måtte ha samme høyde ble det tatt utgangspunkt i to forskjellige brannscenarier hvor hvert rom hadde en høyde på 3 meter i det ene scenariet, og 6,8 meter i det andre.

Det ble tatt utgangspunkt i to worst-case scenarier for senteret. I det ene ble det antatt at en brann startet i hovedutstillingen, hvor høyden var 6,8 meter. I det andre scenariet ble det antatt at brannen startet i vestibylen med takhøyde på 3 meter.

Ulempene med disse simuleringene vil være at tallmaterialet for valgt scenario ikke vil bli riktige i forhold til slik senteret i virkeligheten vil bli bygd. Forenklinger som er lagt inn og begrensninger i programmet vil bidra til stor usikkerhet rundt simuleringenes gyldighet. Likevel vil programmet kunne bidra med pålitelig tallmateriale for de valgte brannscenarier og brannforløp.

For nærmere vurdering og utførelse av Argos simuleringene, se Vedlegg C.

3.4 L-kurve

L-kurvemetoden er en relativt ny metode og er fortsatt under utvikling. Metoden er utarbeidet for et samarbeid mellom forskjellige ekspertgrupper. Noen kan mye om sprinkleranlegg andre om brannalarmanlegg, mens andre igjen er eksperter på bygningskonstruksjoner og brannmotstand osv. Normalt vil denne spesialiseringen føre til at de enkelte aktører bare fokuserer på branntekniske løsninger innen sitt fagområde, men det behøver ikke være den beste løsningen for byggherren. L-kurvemetoden setter alle disse bitene sammen i et helhetlig system. Ved å ta utgangspunkt i en bestemt bygning, kan det ved hjelp av denne metoden finnes ut hvor stor sannsynlighet det er for at den mestrer en brann. Det vil først bli tatt utgangspunkt i et rom i bygget hvor en brann kan oppstå og videre sett på hvordan brannen vil kunne utvikle seg. Momenter som brannbelastning, brannfysikk, brannvesenets innsatsmuligheter, eventuelt sløkke-/alarmanlegg o.l vil bli tatt med i betraktningene for å komme frem til en sannsynlighet for om bygget kan mestre brannen. [8]

For nærmere utførelse og beregning av L-kurve for Nordvegen Historiesenter, se Vedlegg F.



4 BESKRIVELSE AV ANLEGGENE SOM SKAL INSTALLERES

Egenskaper til vann ved oppvarming

Vann har en meget god evne til å ta opp varme. Sammenlignet med andre stoffer har vann høy varmekapasitet ($4.2 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$) og fordampningsvarme (2.2MJkg^{-1}) på grunn av hydrogenbindingene [9]. I en forbrenning skjer det en kjedereaksjon hvor flere komponenter inngår. For at denne reaksjonen skal kunne fortsette er det viktig at det dannes mer varme enn det tapes. Ved fordampning vil vannet utvide seg omlag 1700 ganger i forhold til sitt opprinnelige volum. Vanddampen vil da fortrenge oksygenet og føre til at forbrenningen blir mindre effektiv. Brannen kan dermed lettere slukkes ved kjøling. Overslagsmessig vil vann som varmes opp fra $10 \text{ }^\circ\text{C}$ til kokepunktet på $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ta opp 387 kJ/kg . Når vann fordamper tar det opp 2257 kJ/kg og dette tilsvarer omtrent 6 ganger så mye varme som ved kokepunktet. For å utnytte potensialet til vann som slökkemiddel fullt ut, er det optimalt å få mest mulig vann til å fordampe. [10]

4.1 Sprinkleranlegg

Generelt

Sprinkleranlegg er et stasjonert brannsløkkingsanlegg med vann som slökkemiddel. Anlegget er konstruert for å kontrollere eller slukke en brann i startfasen. Det finnes to hovedtyper av sprinkleranlegg. Disse er våtanlegg, hvor vann står under trykk frem til sprinklerhodene, og tørranlegg, hvor vannet står under trykk frem til en alarmventil og først slippes frem til sprinklerhodene når alarm er utløst[11]. Sprinkleranlegg inndeles i fareklasser etter bygningsstype, brannbelastning og bruksformål.

Valg av komponenter og utførelse av et slikt anlegg gjøres på grunnlag av brannbelastning, takhøyde og bruk i bygget. [12]

Sprinklerhodene produseres med varmfølsomt element av typene smelteledd eller glassbulb, og med utløsningstemperaturer fra 57°C til 260°C . Mest brukt er sprinkler med utløsningstemperatur på 68°C [12].

Anlegget har stor pålitelighet og lang levetid, minimum 50 år. Der det er installert sprinkleranlegg blir mer enn 95 % av brannene sløkket av anlegget.

Formålet

Et automatisk sprinklersystem vil kunne slukke en brann i en tidlig fase eller forsinke brann- og røykutviklingen. I tillegg vil sprinkleranlegget stoppe røykutviklingen og brannspredningen så tidlig at rømningsmulighetene vil bli sterkt forbedret ved at tilgjengelig rømningstid øker. Et automatisk sløkkeanlegg vil derfor være et svært egnet tiltak for å øke både person- og verdisikkerheten i et bygg.

Sprinkleranlegget vil i enkelte bygninger være en del av den samlede sikkerheten. Dette gjelder først og fremst i store useksjonerte bygninger og i bygninger der brann kan true et stort antall mennesker. Sprinkleranlegget vil ikke erstatte et brannalarmanlegg og en sammensetning av begge anleggene vil ytterligere øke sikkerheten i bygget[11].



Vannforbruk

En nyutvikling innen sprinkleranlegg har gått mot store dråper med evne til å trenge gjennom tykke sjikt av flammer og røyk uten å bli revet med og uten å fordampe, slik at basis for brannen kan fuktes mest mulig effektivt [10].

Anlegget skal få vann frem til det brennende objektet, kjøle det og fukte den delen av materialet som ennå ikke deltar i brannen for å hindre brannspredning.

Det er fareklassen og utløsningsarealet som er dimensjonerende for kapasiteten. Vannbehovet som kreves til et sprinkleranlegg er uavhengig av bygningens størrelse. Et sprinkleranlegg vil derimot bli dimensjonert for å gi en viss vannmengde per arealenhet med et minimum antall dyser utløst. Et normalt dimensjonert sprinkleranlegg vil også medføre at noe vann fordamper og danner inertgassen vandamp, selv om dette ikke primært er anvendelsesområdet for et sprinkleranlegg.

4.2 Vanntåkeanlegg

Definisjon og bruksområder

Det er ingen entydig definisjon på hva vanntåke er, men en av dem er ”en vannspray hvor en stor del av vanndråpene har evnen til å følge strømmingen i et brannrom og ikke umiddelbart felles ut og faller mot gulvet”. [10]

Vanntåke er en ny form for slokkesystem og det er derfor ikke utarbeidet dimensjoneringskriterier for slike anlegg i Norge enda. SINTEF har siden 1989 drevet med utforskning av dråpestørrelsens påvirkning og effektiviteten av vann som slokkemiddel.[13]

Til nå har mesteparten av vanntåkesystemene blitt brukt i skips- og offshoreindustrien, men nå er disse anleggene også på vei inn på andre arenaer. I noen stavkirker i Norge har det blitt installert vanntåkeanlegg. I kirkene vil det i tillegg til brannskader også være svært skadelig for verneverdig materiale å bekjempes med store mengder vann.

Formålet

”Det som karakteriserer vanntåke er at det kreves transport av små vanndråper til områder hvor det foregår forbrenning, og drivkreftene til denne transporten er delvis utgangshastigheten til vanndråpene, men også i stor grad hvor godt dråpene følger strømmene av luft og gass inn i forbrenningssonen.”[10]

For at vanntåke skal kunne nå sitt fulle potensial er det viktig at den

- Kjøler varme gasser og røyk
- Fører til oksygenfortrengning
- Blokkerer varmestråling

Fordelen med vanntåke, som består av små vanndråper, er at overflaten vil bli større. Effekten av vanndråpene vil da også øke, og det vil derfor totalt sett bli brukt mindre vann til slokking. På det optimale vil et vanntåkeanlegg kunne bruke 1/10 av det vannforbruket et konvensjonelt sprinkleranlegg ville brukt.

Vanntåkesystem vil bli benyttet for å kontrollere en brann på et tidlig tidspunkt, og dette vil i noen tilfeller bety at brannen ikke vil bli slokket. Likevel vil ikke brannen bli større og vanntåken vil da kontrollere brannen slik at det ikke vil bli en overtenning. Vanntåken vil dermed også føre til lengre tilgjengelig rømningstid for publikum.



Ettersom vann kan ta opp mer varme ved fordampning vil et vanntåkeanlegg være best egnet som slokkeanlegg ved større branner hvor det oppstår høye temperaturer. Ved at små vannpartikler føres inn i røyklaget, vil temperaturen av brannen holdes på et nivå under 600 °C, og overtenning vil dermed bli unngått [10].

Begrensninger med vanntåkeanlegg

Vanntåkeanlegg er ikke like effektivt ved små branner, som eksempelvis ulmebranner. Ventilasjonsåpninger i eller mellom rom vil også ha stor innvirkning på effektiviteten til anlegget. Ettersom et vanntåkeanlegg består av veldig små dråper med lav vekt som blir skutt ut, vil de også lett blande seg med den omliggende luften, og vil da bli ventileret ut av rom hvor vind eller andre faktorer har stor påvirkning [11].

Kondensering kan være et problem hvis temperaturene i rommet hvor brannen er kommet ned til eller under 100 °C. Vann kondenserer ved denne temperaturen og dermed vil ikke potensialet til et vanntåkeanlegg bli utnyttet fullt ut [9].

Problemer funnet med vannbaserte slokkeanlegg

Ved installering av sprinkler- og vanntåkeanlegg vil sikkerheten i bygget øke. Likevel er ingen anlegg perfekte og det kan forekomme problemer med slokkeanlegg basert på vann. Et vannbasert slokkeanlegg er dimensjonert for å spre ut bestemte mengder av vann ved brann. Dette kan senere føre til sekundære skader på inventaret i bygget og selve bygget som helhet.

Det vil være viktig at vanntåkeanlegget fungerer tilfredsstillende når det har blitt installert. Etter en artikkel i Haugesunds Avis, onsdag 2. april 2003, om sprinkleranlegget i det nye politihuset viste det seg at det på fire dager røk to koblinger i anlegget. Etter dette sto vannet flere cm opp på gulvet, og minst en datamaskin på et kontor var ødelagt. Prosjektleder for byggingen av politihuset mente at vannlekkasjer er noe en må forvente seg ved et såpass komplisert bygg. Slike feil eller uforutsette problemer vil være vanskelige å unngå, men det vil være viktig å fokusere på å minimalisere faren for dette.

4.3 Vanntåkeanlegg i Nordvegen Historiesenter

Det skal installeres et vanntåkeanlegg i Nordvegen Historiesenter. Årsakene for et slikt valg er mange og den begrensede vanntilførselen er en av årsakene. Vannforbruket til et konvensjonelt sprinkleranlegg vil være for stort og anlegget vil ikke kunne fungere tilfredsstillende med den begrensede vanntilførselen. Ettersom senteret vil inneholde masse datautstyr, vil et slokkeanlegg som bruker minst mulig vann ved utløsning være ønskelig for å begrense de sekundære skadene som kan oppstå ved utløsningen av et slikt anlegg. Et vanntåkeanlegg vil bruke en hel del mindre vann enn et tradisjonelt sprinkleranlegg, og dette er en av grunnene til at et slikt anlegg skal innføres i senteret. Ved installering av et vanntåkeanlegg må det også installeres en "Booster-tank" for å opprettholde det nødvendige trykket i anlegget. Tanken vil ha egen strømforsyning.

I denne oppgaven skal det likevel dimensjoneres både et vanntåke- og sprinkleranlegg for å se på forskjellen i pris og vannforbruk.

Det vil bli dimensjonert et anlegg med dysene som er beskrevet i Tabell 4.1.



Tabell 4.1: Data for aktuelle dyser i anleggene som dimensjoneres

Navn	K-faktor	Utløsningsvarme	Trykk	Åpningsstørrelse
Minimax-sprinkler K20	K 20	68° C	4 bar	3 mm
Minimax-sprinkler K10	K 10	68° C	4 bar	3 mm
Konvensjonell sprinkler	K 80	68° C	0,35 bar	15 mm

For vanntåkeanlegget vil Minimax – sprinkler K20 bli brukt under himling, mens det over himlingen vil bli brukt dyser med K-faktor 10. (Verdiene for disse er hentet fra Vedlegg G) Etersom himlingen i Nordvegen Historiesenter ikke vil være mer enn 0,8 meter noen plasser, må det brukes «flat spray» sprinklere. (Se Vedlegg B)

4.4 Brannalarmanlegg

Generelt

Det skal dimensjoneres et automatisk brannalarmanlegg (ABA) for Nordvegen Historiesenter. Ut i fra REN § 7-27 Tabell 1 er bygget pålagt å ha et brannalarmanlegg som er direkte tilknyttet brannvesenets sentral. [2]

Selv om det i dimensjoneringskriteriene står at det ikke er nødvendig med røykdetektorer over himling dersom himlingen er helt tett, blir det i denne oppgaven likevel valgt å installere røykdetektorer over himlingen. (Se Vedlegg B). Det vil etter all sannsynlighet befinne seg en del kabler og elektriske installasjoner over himlingene, og ved kortslutning eller lignende vil disse kunne starte en brann. Det er derfor viktig at også branntilløp over himling blir detektert. (Se Vedlegg H, Tegning 9 og 10 for utplassering av detektorene over himling).

Anlegget

I Nordvegen Historiesenter vil det bli installert et helovervåkings- eller fulldekningsanlegg av bygget. Dette innebærer at alle rom, korridorer, trapper, kanaler og større nedforinger blir overvåket. For at varsling skal være tilfredsstillende i senteret må det utplasseres alarmgivere av typen BBR-24 og Roshni [14] over hele bygget, og disse må ha en lydstyrke på omtrent 65 dB. I tillegg må det plasseres ut manuelle meldere i bygget. Avstanden mellom hver melder skal ikke overstige 30 meter. Det er også viktig at melderne er tilknyttet brannalarmsentralen på en slik måte at de ikke blir omfattet ved utkobling av detektorsløyfer.[15] I Nordvegen Historiesenter skal det også installeres et talevarslingsanlegg som blir koblet opp mot ABA. (Se Vedlegg H, Tegning 9 og 10 for utplassering av manuelle meldere og alarmgivere).

Dersom bare en detektor reagerer vil det først bare slå ut forvarsel. Dersom røykutviklingen fortsetter vil det slå ut til lokal alarm, som etter en forsinkelse på to minutt slår ut i full alarm. Slår to detektorer ut samtidig vil systemet gå rett over i full alarm. Ved full alarm skal brannvesenet varsles direkte.



Publikums opplysningskilde

Ved en eventuell brann vil det være viktig at alle besøkende i senteret blir varslet om at det brenner og i tilfelle hvor. Tidlig deteksjon og varsling vil være en forutsetning for å oppnå dette og dermed øke personsikkerheten i bygget.

Ved brann eller eventuelt andre hendelser vil talevarslingen gi beskjed om hvilken situasjon som har oppstått og instruksjoner for publikum. Det må derfor bli spilt inn meldinger på forhånd med forskjellige beskjeder, og disse vil bli aktivert av brannalarmsentralen etter behov. Det blir valgt å bruke et slikt talesystem i tillegg til de andre alarmgiverne fordi folk vil reagere både raskt og riktig når de får relevant beskjed om den situasjonen som har oppstått.

Påliteligheten til anlegget

God pålitelighet oppnås ved at antall falske alarmer holdes på et lavt nivå, dvs. ikke flere enn fire falske alarmer i året. For å unngå slike falske alarmer er det viktig at detektorene blir koblet rett og plassert på riktig sted. Det er også viktig å velge riktig type detektorer i de ulike rommene. Forvarsel av alarm og feilmeldinger er også med på å bedre påliteligheten ytterligere, fordi disse forhindrer at alarmen slår ut i full alarm uten tilstrekkelig grunn.

Et brannalarmanlegg skal ha dobbelt kraftforsyning, primær og sekundær. Hver av disse skal være dimensjonert slik at de tilfredsstiller anleggets effektbehov. Svikt i en kraftforsyning må ikke medføre svikt i den andre. Den sekundære kraftforsyningen må ha kapasitet til å virke i 24 timer.[15]

Hvis ingen registrerer den lokale alarmen og den ikke blir deaktivert før det har gått to minutt, vil anlegget slå ut i full alarm. Denne alarmen skal være hørbar fra alle steder i bygget og det er også viktig at det blir varslet på utsiden til de besøkende som befinner seg der. Når systemet slår ut i full alarm vil brannvesenet bli varslet direkte.

Valg av detektorer

Mønstergjenkjenning

Detektorer må tilpasses slik at de gjenkjenner visse røykmønstre. De må kunne kjenne igjen forstyrrelser fra omgivelsene, som f. eks sigarettøyk, uten å reagere på dette. Det er viktig med mønstergjenkjenning for å unngå falske alarmer slik at tilliten til anlegget blir opprettholdt.

Oppholdsrom, kontorer og filmrom

Det vil i disse rommene bli installert optiske røykdetektorer av typen BH-300. [14]. Denne typen detektor er spesielt følsom for røyk/forbrenningsgasser med store, synlige partikler, dvs. ulmebrann røykutvikling før flammefasen.[15] Det er denne type brann som forventes å kunne oppstå hvis det begynner å brenne i disse rommene.

Traforummet

I dette rommet, med mye elektrisk utstyr og kabelinstallasjoner, vil det også bli brukt en optisk røykdetektor, BH-300, ettersom brann i elektriske komponenter ofte starter med en lengre ulmefase før flammefasen.



Kjøkken

På kjøkken kan bruk av røykdetektor føre til mange falske alarmer hvis den er plassert slik at os og damp fra steking forstyrrer den. Det vil derfor bli oppført en varmedetektor av typen BD-300 her, siden den ikke vil bli påvirket av dette.

Hovedutstilling

Det vil her bli installert aspirasjonsdetektorer av typen AutoSense 200, ettersom det her er store høyder under taket og ved vanlige optiske røykdetektorer må det da utvikle seg en veldig stor brann med masse røyk for at de skulle bli detektert. Aspirasjonsdetektoren har høy følsomhet og vil detektere en brann tidligere enn en vanlig optisk røykdetektor.

Fyrrom

Det vil her bli installert en BH-320 multisensordetektor som fungerer både som røyk- og varmedetektor fordi det her vil kunne være vanskelig å forutse hvilken type brann som vil oppstå. Ved å ha en multisensor vil røyksensoren detektere forbrenningsgasser som i hovedsak består av store partikler, mens varmesensoren tidlig vil detektere en flammebrann.

(Se Vedlegg H, Tegning 9 og 10 for utplassering av detektorene)

Brannalarmsentralen

Innformasjon om brannutvikling

Brannalarmsentralen som vil bli installert i senteret vil være av typen AutoSafe BS-310R/N210. [14]. Sentralen har en informasjonstavle som gir opplysninger om detektorer, brannsted osv. Sentralen kan f.eks. angi hvilken eller hvilke detektor som er utløst ved brann. Den kan også gi beskjed hvis en detektor er defekt. Brannalarmsentralen vil gjøre det lett å få en full oversikt over brannutviklingen og systemets tilstand i bygget. Sentralen vil bli plassert ved hovedinngangen like ved heisen i U-1 slik at den er lett tilgjengelig for brannvesen og andre ansvarlige. (Se Vedlegg H, Tegning 9).

Styring av tiltak (ventilasjon, elanlegg m.m)

Alarmsentralen skal gi signal til ventilasjonsanlegg, osv. som skal omstilles ved brann, utløse slokkeanlegg eller frakoble strømkurser. Eksempelvis skal sentralen sende signal til heisen når det er brann slik at den går til U-2.

Ved full alarm vil det bli sendt et signal som stanser hovedtilførsel av gass inn i bygget, slik at en større gassbrann kan forhindres.

4.5 Tilrettelegging for slokking/andre slokkemidler

Brannslukkeutstyr må være plassert slik at brukerne lett kan finne frem til det og slokke branntilløpet før det utvikler seg til en større brann. Bygninger i risikoklasse 5 hvor det er trykkvann, må ha utplassert tilstrekkelig antall brannslanger. Nordvegen Historiesenter må derfor plassere ut mobilt slokkeutstyr, og antall og dekningsområde må være slik at hele bygningen og alle rom dekkes tilfredsstillende. For at en brannslange skal være lett å benytte, bør den ikke være lengre enn 30 m ved fullt uttrekk. [2]

På tegningene som det ble jobbet ut i fra var det allerede tegnet inn tilfredsstillende antall brannslanger/ brannposter for begge etasjene. Det var utplassert 2 brannposter i U-1 og 2 brannposter i U-2. (Se Vedlegg H, Tegning 9 og 10).



4.6 Ledesystem

Behovet for ledesystem i Nordvegen Historiesenter

Etter REN skal det i Nordvegen Historiesenter dimensjoneres og installeres et ledelyssystem. Dette var ikke en del av oppgaven, men likevel vil det være viktig å presisere hva det må bli fokusert på i en dimensjonering av dette anlegget i senteret. utfordringen i senteret vil ligge i å finne en tilfredsstillende løsning for ledelysanlegget i utstillingsavdelingen.

Markeringslyset må ikke virke blendende eller hemmende på opplevelsen av utstillingene, men samtidig må anlegget dimensjoneres for å bli sett og oppfattet fra alle steder i bygget. Ettersom det vil være mørkt i utstillingene må det settes fokus på at anlegget ikke bør være fullt aktivert til vanlig. Full styrke bør automatisk bli koblet inn ved avbrudd i hovedkraftforsyning eller utløsning av brannalarmanlegget. I tillegg må ledelysanlegget også kunne kobles inn manuelt fra et sted som vil være bemannet på dagtid.

4.7 Andre brannsikringstiltak

Firetrace

For å unngå en brann i de forskjellige maskinene i utstillingene vil det bli installert en Firetrace slange i hver av dem. Firetrace er et enkelt selvaktiverende slokkesystem. Den har en spesialfremstilt polymer plastslange som vil virke som detektor. Slangen smelter ved ca 100 °C. Slangen vil bli lagt inn i PC-ene. Dersom det oppstår en brann vil det bli brent et hull i slangen og gass vil strømme ut og slokke brannen før den får utviklet seg. [16]

**5 DIMENSJONERINGSKRITERIER FOR ANLEGGENE**

Det skal dimensjoneres et våtrørsanlegg for Nordvegen Historiesenter. Dimensjoneringskriteriene som vil bli brukt er hentet fra Forsikringsselskapenes Godkjennelsesnemds (FG) regelverk.[17] Det ble valgt å se på en del av dimensjoneringskriteriene ettersom det i oppgaven kun er lagt vekt på dimensjonering av utplassering av sprinklerhoder og rørkonfigurasjon.

Risikoklasse

Risikoklassen som skal legges til grunn ved prosjekteringen av sprinkleranlegget, skal fastlegges før prosjekteringsarbeidet begynner.

Bygningene og områdene som skal sprinklerbeskyttes klassifiseres som lav risiko, ordinær risiko eller høy risiko.

Klassifiseringen avhenger av bruken og brannbelastningen og skal være i overensstemmelse med tillegg A i FGs regelverk.

Nordvegen Historiesenter vil ligge innen den ordinære risikoklassen, OH.

Ordinær risiko – OH (Ordinary Hazard)

OH dekker handels- og industrivirksomheter der brennbare materialer med moderat brannbelastning og middels brennbarhet blir fremstilt eller fabrikkert.

Ordinær risiko - OH, er inndelt i 4 grupper:

- OH1, ordinær risiko gruppe 1.
- OH2, ordinær risiko gruppe 2.
- OH3, ordinær risiko gruppe 3.
- OH4, ordinær risiko gruppe 4.

Tabell 5.1: Utdrag fra tabell A2 Ordinær risiko virksomhet:

Bransje	OH 1	OH 2	OH 3	OH 4
Forskjellig	- Sykehus - Hoteller - Biblioteker (ikke bokhandlere) - Restauranter - Skoler - Kontorer	- Laboratorier - Vaskerier - Parkeringshus - Museer	- Fjernsynsstudioer - Jernbanestasjon - Driftsrom	- Kino/teater - Konserthaller - Tobakksfabrikker

Tabell 5.1 viser at museer ligger i risikoklasse OH 2. Senteret vil imidlertid ikke bli et tradisjonelt museum og vil derfor ikke inneholde mange gamle tre gjenstander og lignende. Senteret vil først og fremst inneholde datautstyr og andre moderne hjelpemidler i utstillingene, og brannbelastningen vil derfor bli en annen. Senteret vil ligne mer på skoler, biblioteker og kontorer, og på grunn av dette vil senteret bli klassifisert til å være i risikoklasse OH 1.

Dimensjoneringskriterier for de forskjellige anleggene finnes i Vedlegg B.

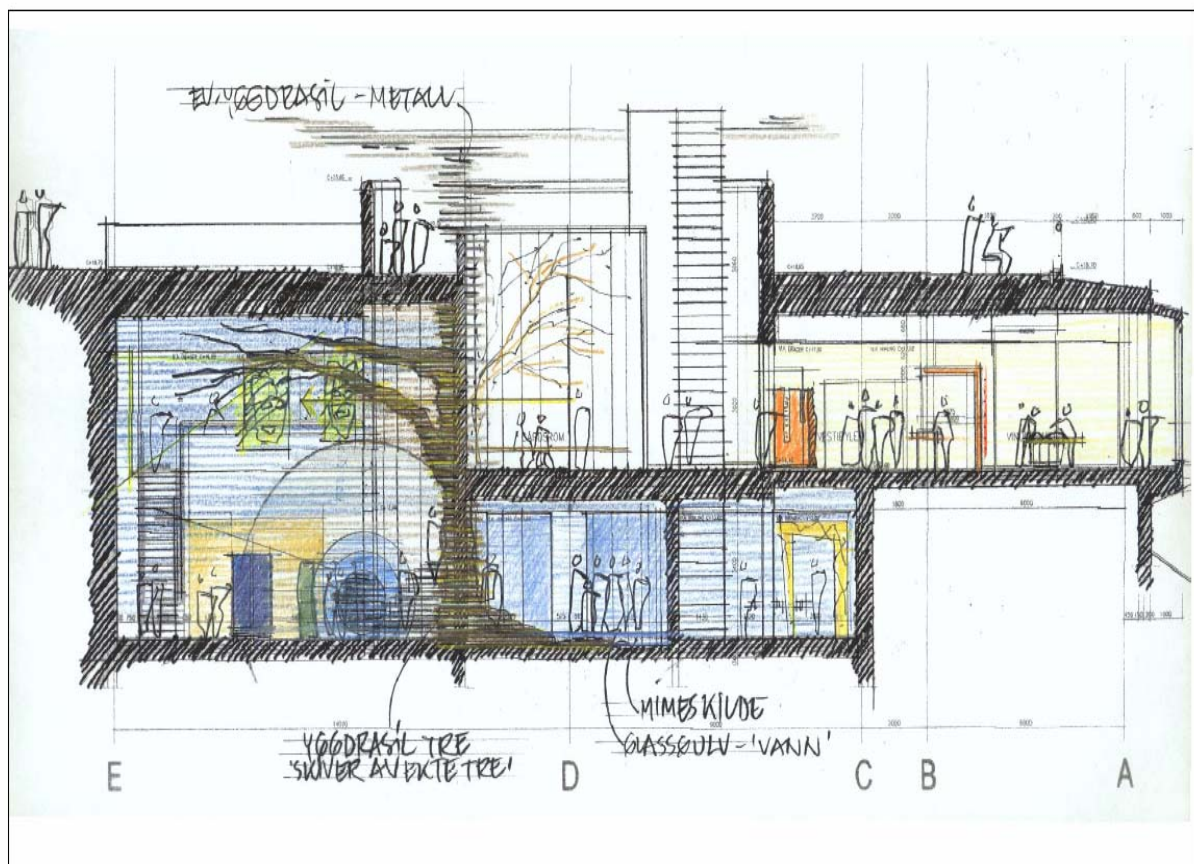


6 MULIGE BRANNFØRLØP I SENTERET

Brannbelastningen ble estimert til å ligge mellom 75-90 MJ/m² for senteret. (Se vedlegg A) Å anslå dette helt eksakt vil være vanskelig ettersom senteret fortsatt er i planleggingsfasen og det er enda ikke bestemt hvilke materialer utstillingene vil bli laget av. Likevel vil antagelsene i estimatet trolig være noe lave når senteret vil bli tatt i bruk, særlig på dager hvor det er store mengder med publikum i senteret. Det viktigste med estimatet vil være å vise at det viser at brannbelastningen i senteret ligger mellom 50-400 MJ/m². Selv om det vil bli lokale forskjeller i brannbelastningen i senteret vil likevel den samlede spesifikke brannbelastningen vanskelig kunne bli høyere enn 400 MJ/m².

6.1 Utstillingene i U-2

Det foreligger skisser av hvordan utstillingene vil bli utformet, men det er ennå usikkert hvilke materialer som til slutt blir brukt. Omlag 30 datamaskiner, 4-5 plasmaskjermer og 6-7 projektorer vil dette kunne føre til brannstart ettersom elektrisk utstyr og feil bruk av elektrisk utstyr ofte kan være hovedårsakene til brann.[6]. Utstillingenes utforming, sammen med de elektriske hjelpemidlene, vil kunne bidra til en økt brannbelastning. Utstillingene vil eksempelvis kunne bestå av materialer som isopor, papp, tekstiler eller plastikk, som er lett antennelige materialer.

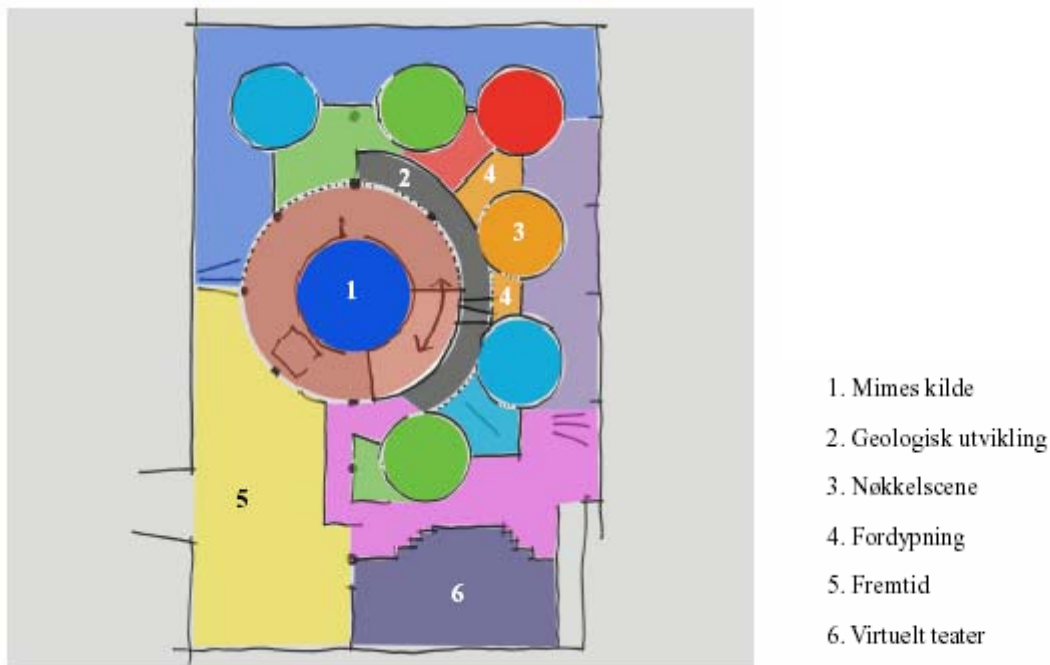


Snitt gjennom opplevelsrom

Figur 2: Snitt gjennom opplevelsrom

Ser ut fra Figur 2 at Yggdrasil-treet vil bli plassert rundt og oppover hele hovedtrappen. Treet vil delvis bestå av utsnitt av ekte tre og delvis av andre materialer. Dette vil kunne bidra til at brannen lettere vil spre seg fra hovedutstillingen over i vestibylen dersom store deler av materialet som blir brukt for å lage treet brenner godt. I tillegg vil en brann i Yggdrasil-treet kunne bli problematisk ettersom trappen er en av rømningsveiene i senteret.

Oppstillingene, utarbeidelsen og sammensetning av utstillingene vil være svært avgjørende for sannsynligheten for og størrelsen av et brannutløp. Høye utstillinger vil føre til at et brannforløp lavt nede vil utvikle seg raskere og gi større brann enn om høyden ikke var så stor. Bruk av isopor, papp eller andre lett antennelige materialer sammen med eksempelvis spotlight eller andre varme elementer, vil kunne føre til en eventuell rask brannutvikling og økt fare for stor røykutvikling. Spesielle sikringstiltak vil derfor her være nødvendige for å sikre mot en eventuell brann.



Figur 3: Oversikt over utstillingene, nedre plan

Ser ut fra Figur 3, som er en foreløpig skisse av utstillingen i hele underetasjen, at det vil bli mange forskjellige avdelinger og mange utstillinger på en flate på rundt 900 m².

Ettersom utstillingene i underetasjen vil kunne være en startplass for brann, og i tillegg at konsekvensene av en brann i denne etasjen vil kunne bli store, ble dette valgt som et worst-case scenario i oppgaven. Brannforløpet i denne etasjen ble derfor simulert i Argos. (Se Vedlegg C)



6.2 Vestibyle og vindushall i U-1

Det vil også bli satt opp noen utstillinger i inngangspartiet i vestibylen. Dette vil antageligvis bli forskjellige stands med informasjon om Nordvegen Historiesenter, og hva publikum kan forvente seg av opplevelser. I tillegg vil det være garderobe og oppbevaringsbokser her. Dersom alle besøkende vil henge fra seg yterjakker og klær og i tillegg plassere bort sekker/bager med forskjellig utstyr, vil dette kunne bidra til en ganske stor økning i brannbelastningen lokalt i Vestibylen. Ved et branntilløp her vil det trolig kunne produseres store mengder røyk og gi en rask økning i styrken av brannen.

Ettersom en brann i vestibylen vil kunne føre til stor røykutvikling og tre av rømningsveiene fra denne etasjen går gjennom her, ble det foretatt en simulering i Argos for å se på konsekvensene dersom en brann starter her. Dette ble vagt som det andre worst-case scenariet i oppgaven. (Se Vedlegg C)

6.3 Kjøkkenet

Kjøkkenet, med tilhørende hvitevarer, vil kunne bidra til en økt sannsynlighet for brann. Ut ifra statistikk er kjøkkenet en hyppig startplass for brann. Det vil ofte være frityrgrøter på et kjøkken, men det antas at byggherren har tatt lærdom av den store brannen som nylig var i Trondheim og vil utbedre kjøkkenet slik at en slik brann vil bli unngått. I oppgaven ble det derfor ikke sett særlig på dette mulige problemet.

6.4 Gass

Det skal benyttes gass i senteret og dette vil derfor kunne være en mulig startbrannkilde. Likevel ble en gassbrann ikke valgt som en designbrann eller worst-case scenario. Grunnen til dette er at senteret ikke er tilstrekkelig ferdig planlagt. I tillegg vil det være installert brannalarmedetektorer og vanntåkedysere på alle rom i senteret. Ved utløsning av brannalarmanlegget vil også gasstilførselen inn til senteret bli kuttet. Det bør også installeres gassdetektorer slik at en eventuell gass lekkasje blir detektert.

6.5 Sabotasje

En brann kan også oppstå ved at det blir begått sabotasje. At branner blir påsatt er et velkjent fenomen som det er viktig å ta hensyn til. Likevel vil ikke Nordvegen Historiesenter bli sett på som et like utsatt objekt for sabotasje slik som kirker og skoler tradisjonelt sett har vært.

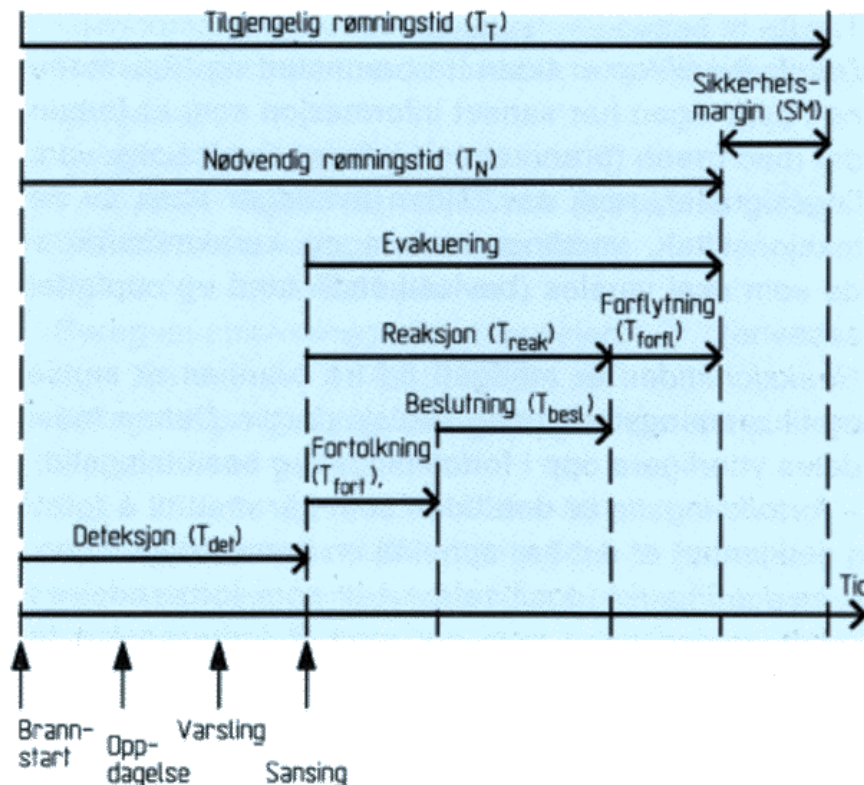
Dersom en brann skulle bli påsatt i senteret antas garderoben å være et utsatt sted. Garderoben vil være sprinklet så en slik brann vil bli detektert og sløkket på et tidlig tidspunkt.

Forøvrig ble det valgt å ikke se nærmere på sabotasje i denne oppgaven.

7 BEREGNING AV RØMNINGSTID

7.1 Generelt

Rømningssikkerhet avhenger av at det er tilstrekkelig tid for rømning. Differansen mellom tilgjengelig og nødvendig rømningstid kalles sikkerhetsmargin. Sikkerhetsmarginen i senteret ble satt til å være minst 3 minutt for at senteret skal karakteriseres som tilfredsstillende brannsikret. Det ble tatt utgangspunkt i byggforskladet "Beregning av rømningstid" [18] da rømningstiden for senteret ble beregnet. (Se vedlegg D)



Figur 4: Tilgjengelig rømningstid, nødvendig rømningstid og sikkerhetsmargin

Sikkerhetsmargin

Sikkerhetsmarginen (SM) er definert som differansen mellom tidsprosessene tilgjengelig rømningstid (T_T) og nødvendig rømningstid (T_N):

$$SM = T_T - T_N$$

Rømningssikkerhet

Sikker rømning ved brann forutsetter tilfredsstillende sikkerhetsmargin. Størrelsen på sikkerhetsmarginen vurderes i hvert enkelt tilfelle i forhold til:

- beregningsnøyaktighet av SM
- omfang/konsekvens av brann
- følsomhet med hensyn til redusert nytte av sikkerhetstiltak, og/eller andre beregningsforutsetninger

Dette danner grunnlag for å utarbeide akseptkriterier.



Tilgjengelig rømningstid

Tilgjengelig rømningstid, T_T er tidsrommet fra brannstart og til kritiske tilstander for personopphold og rømning. Kritiske tilstander betyr at flukt- og rømningsveiene ikke lenger er brukbare pga. konstruksjonssammenbrudd eller overskridelse av menneskets tålegrenser for varme- og røykeeksponering.

Nødvendig rømningstid

Nødvendig rømningstid deles inn i tre faser: Deteksjonstid, reaksjonstid og forflytningstid. Likningen for nødvendig rømningstid blir da:

$$T_N = T_{\text{deteksjon}} + T_{\text{reaksjon}} + T_{\text{forflytning}} \text{ hvor } T_{\text{reaksjon}} = T_{\text{fortolkning}} + T_{\text{beslutning}}$$

Deteksjonstid

Deteksjonstiden er tiden fra brannstart og til personene i bygningen har sanset informasjon som er forbundet med brann. Tiden avhenger altså av deteksjonstiltak, varslingsmedium og karakteristikk av de som skal varsles.

Reaksjonstid

Reaksjonstid er medgått tid fra brannen er sanset og til forflytning faktisk starter. Denne fasen deles ytterligere opp i fortolknings- og beslutningstid.

Fortolkningstid er den tiden som går med til å forstå at det har oppstått en brann i bygningen.

Beslutningstid er den tiden som går med til forberedelse før forflytning starter og til å velge rømningsvei.

Forflytningstid

Forflytningstiden er tiden som går med til å forflytte seg til sikkert sted.

Påvirkende faktorer og sikringstiltak

Rømningstiden påvirkes av grunnleggende faktorer vedrørende bygningens utforming og/eller bruk. Disse faktorene refereres til som påvirkende faktorer. I tillegg vil rømningstiden påvirkes av hvilke sikringstiltak som er innført i senteret.

7.2 Tålegrenser for mennesker ved brann

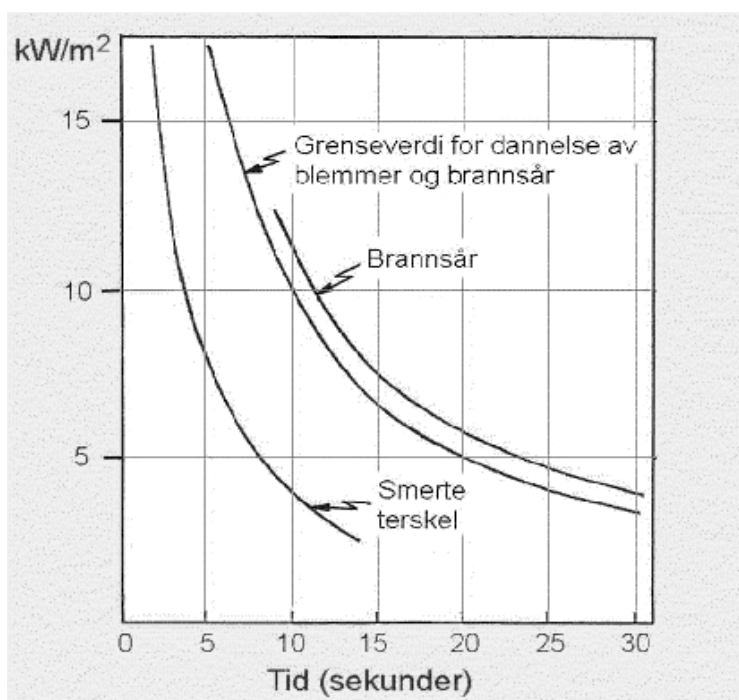
Ved en brann vil mennesker som oppholder seg i nærheten av den eksponeres for varmestråling og giftige gasser. Eksponeringen for kritiske røykgasstemperatur og konsentrasjoner av giftige gasser vil vanligvis bare være aktuelt i det rom hvor brannen startet, men effekten av nedsatt siktbarhet kan også være betydelig ved store avstander fra brannrommet.

Sikt

Nedsatt siktbarhet i røyken vil ofte hindre mennesker i å rømme fra brannen, slik at mennesker på et senere tidspunkt blir utsatt for store doser varm og giftig røyk. Nedsatt siktbarhet i røyk er ofte den effekten som blir først kritisk ved brann i bygninger. [19]

Varme

En varmestråleintensitet på ca 20 kW/m^2 på bar hud vil resultere i smerter og reversible skader etter 3 sekund, og brannsåret etter 3.5 sekund. Hvis strålingsintensiteten fordobles til ca 40 kW/m^2 , vil tiden til å få brannsåret bli bare ca 1 sekund. Figur 5 viser når smertegrensen er nådd, samt når kritisk verdi for å få brannsåret og fullt utviklet brannsåret i hud, er nådd ved forskjellige varmestrålingsintensiteter.



Figur 5: Tålegrenser

Dersom røyktemperaturen blir høy vil denne skape problemer for folk når de blir utsatt for den. Tabell 7.1 viser noen fysiske reaksjoner når mennesker blir eksponert for røykgasser.

Tabell 7.1: Menneskers fysiske reaksjon når de blir omgitt av varm røyk.

Røykgasstemperatur (° C)	Menneskers fysiske reaksjon
125	vanskelig å puste
140	5 min. toleransetid
150	det begynner å bli vanskelig å puste gjennom munnen, dette er kritisk temperatur for rømning
160	rask, uutholdelig smerte i tørr hud
180	irreversible skader etter 30 sek. eksponering
205	mindre enn 4 min. toleransetid for åndedrettet

**8 RESULTATER****8.1 Tegninger i DAK**

Etter dimensjonering av de forskjellige systemene som skal installeres i Nordvegen Historiesenter ble resultatene satt opp i tabellform for at de skulle bli mest mulig oversiktlige. Pris per vanntåkedyse ferdigmontert ville ligge mellom 1100-1600 kroner. For å ta utgangspunkt i et konservativt estimat ble den høyeste prisen ble derfor valgt. Prisen for sprinklerdyser ferdigmontert ligger mellom 1000-1500 kroner og det ble også her tatt utgangspunkt i den høyeste prisen.

Prisoverslag for vanntåke-, sprinkler- og brannalarmanlegget er vist i Tabell 8.1, 8.2 og 8.3. Nærmere utregninger finnes i Vedlegg E. Tegninger av anleggene finnes i Vedlegg H, tegning 1-8.

Tabell 8.1: Samlet pris og antall for vanntåkeanlegget i begge etasjene

Plass	Antall dyser	Samlet pris (kr)
U-1 over himling	126	201.600
U-1 under himling	129	206.400
U-2 over himling	57	91.200
U-2 under himling	63	100.800
Samlet sum for alle vanntåkedysene	375	600.000
Booster-tank	1	85.000
<u>SAMLET SUM</u>		<u>685.000</u>

Tabell 8.2: Samlet pris og antall for sprinkleranlegget i begge etasjene

Plass	Antall dyser	Samlet pris (kr)
U-1 over himling	148	222.000
U-1 under himling	126	189.000
U-2 over himling	58	87.000
U-2 under himling	55	82.500
<u>SAMLET SUM</u>	<u>387</u>	<u>580.500</u>



Tabell 8.3: Samlet pris og antall for komponenter i brannalarmanlegget i begge etasjene

Plass	Antall	Samlet pris (kr)
Hovedsentral	1	7000
Detektorer U-1 over himling	30	30.900
Detektorer U-1 under himling	29	58.145
Detektorer U-2 over himling	13	13.390
Detektorer U-2 under himling	12	12.505
Manuelle meldere U-1	7	3465
Manuelle meldere U-2	4	1980
Klokker U-1	11	2835
Klokker U-2	8	2067
<u>SAMLET SUM</u>		<u>132.287</u>

8.2 Simuleringsprogrammene

Etter simulering i de forskjellige dataprogrammene ble de mest sentrale verdiene valgt ut og satt opp i tabellform. De sentrale verdiene i FHC og Argos er oppgitt i Tabell 8.4 og 8.5. For nærmere beskrivelser og vurderinger for verdiene i Argos, se Vedlegg C.

Tabell 8.4: Sentrale verdier fra FHC

Type anlegg	Total vannstrøm (L/min)	Trykk ved sentralen (bar)	Minste vannstrøm pr sprinkler (L/min)	Minste trykk pr sprinkler (bar)
Sprinkler over himling	403	2,69	60	0,56
Sprinkler under himling	376	2,62	60	0,56
Vanntåke over himling	128	6,00	21,2	4,51
Vanntåke under himling	248	6,00	40,9	4,18

Tabell 8.5: Sentrale verdier fra simulering i Argos, med vanntåke.

Sted	Tid til aktivering av brannalarm i startrom (s)	Tid til aktivering av sprinkler i startrom (s)	Tid før brannen ble slokket (s)	Maks "rate og heat release" (MW)	Temperatur i røyk (°C)	Røyk i rom (dB/m)	Avstand fra gulv til røyklag (m)
Brannscenario 1 (3 meter)	113	297	358	1058,7	106	7,33	1,95
Brannscenario 2 (6,8meter)	28	471	581	2668,1	95	6,05	3,38

8.3 Rømningstid

Nødvendig rømningstid i Nordvegen Historiesenter ble funnet til å være 12 minutter og 33 sekunder. (For utregning se Vedlegg D.)

Det blir tatt utgangspunkt i at alle de aktive brannsikringstiltakene fungerer når den tilgjengelige rømningstiden skal bestemmes. Ettersom det i Argos ikke var mulig å få ut verdier for CO og CO₂ konsentrasjoner i røyklaget, vil det være vanskelig å si noe om disse verdiene og når de i tilfelle vil bli kritiske. Derfor måtte det bli tatt utgangspunkt i temperatur og tetthet i røyklaget når kritiske tilstander skulle bli vurdert. Simuleringene viste at kritiske tilstander ikke ville oppstå i senteret når vanntåkeanlegget ble aktivert, og det var derfor ikke mulig å bestemme et tall på den tilgjengelige rømningstiden. Sikkerhetsmarginen for rømning i bygget kunne dermed heller ikke regnes ut.

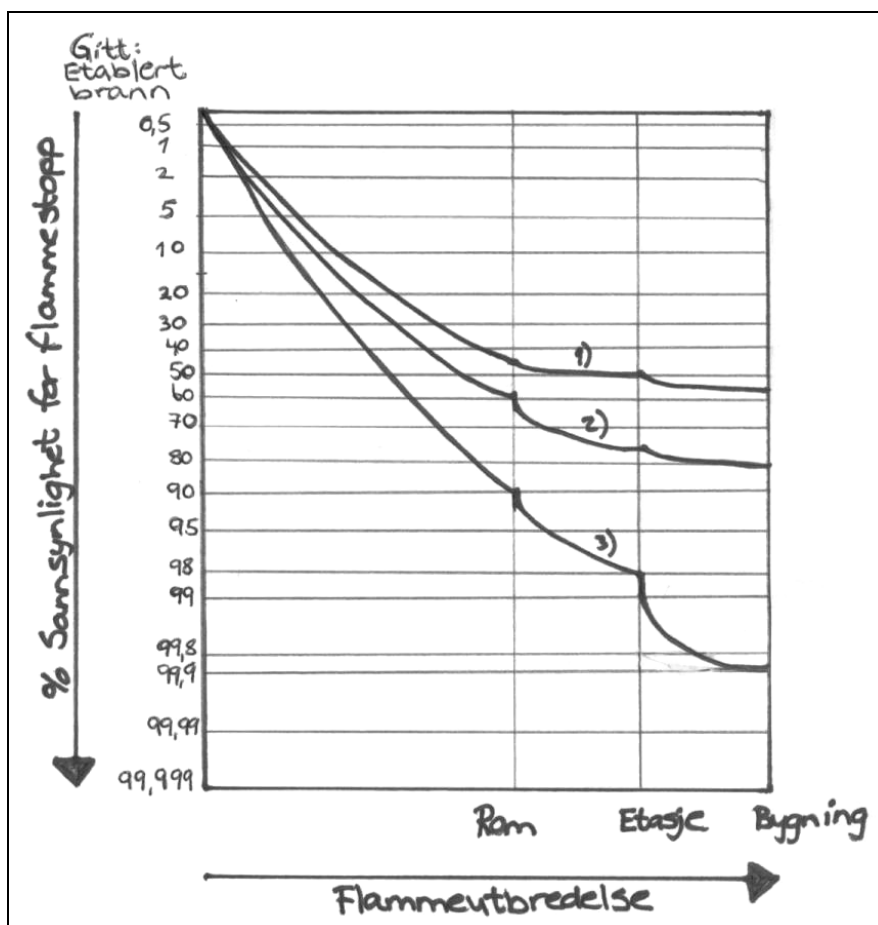
8.4 L-kurve

L-kurven viser den samlede sikkerheten i Nordvegen Historiesenter ut fra tre kurver.

Kurve 1 viser sannsynligheten for flammestopp og utbredelse i senteret når ingen aktive brannsikringstiltak er installert. **Kurve 2** viser det samme, men med brannalarmanlegg.

Kurve 3 viser den totale sikkerheten i bygget når alle de aktive brannsikringstiltakene er installert.

Se Vedlegg F for nærmere beskrivelse og vurderinger av L-kurven.



Figur nr: L-kurve



9 DISKUSJON

9.1 Sammenligning av vanntåke og sprinkleranlegg

Ettersom det per dags dato ikke foreligger godkjente dimensjoneringskriterier for vanntåkeanlegg i Norge, ble VDS-godkjente dimensjoneringskriterier fra Tyskland lagt til grunn. Velges det å installere et vanntåkeanlegg som erstatning for sprinkleranlegg av forskjellige grunner, må det kunne dokumenteres at det vil være like effektivt og likeverdig med et sprinkleranlegg. Simuleringene i FHC ble utført for å vise at det Minimax, VDS-godkjente anlegget vil være likeverdig med et sprinkleranlegg.

Vurdering av vanntåkeanlegget

Pris

Totalt i hele vanntåkeanlegget vil det bli installert 375 dyser (Tabell 8.1). Prisen for hver vanntåkedyse ferdigmontert vil ligge mellom 1100-1600 kr. Det ble tatt utgangspunkt i den høyeste prisen (et konservativt estimat). I tillegg vil "Booster-tanken", som er nødvendig for å holde trykket høyt nok i anlegget, koste omtrent 60.000 kr. I tillegg vil montering av denne tanken koste omlag 25.000 kroner. Installering av hele vanntåkeanlegget vil da komme på 685.000 kroner (Tabell 8.1).

Vannforbruk

Det ble i denne oppgaven antatt at vanntilførselen til bygget vil ligge på 250 liter i minuttet. Vanntåkeanlegget over himling vil bruke 128 L/min ved et 6,0 bars vanntrykk (Tabell 8.4). Under himling vil vannforbruk være på 248 L/min ved 6,0 bars vanntrykk (Tabell 8.4). Vanntåkeanlegget vil dermed fungere tilfredsstillende ut i fra den antatte vanntilførselen.

Vannskader

Ved installering av et vanntåke- eller sprinkleranlegg i Nordvegen Historiesenter vil en brann bli kontrollert og den tilgjengelige rømningstiden vil øke. Likevel er det ikke alltid vannmengden som vil være mest avgjørende for om et anlegg er best egnet for et bygg. I tillegg til personsikkerheten er det også viktig å fokusere på den materielle sikkerheten i bygget. Ettersom Nordvegen Historiesenter vil bli et interaktivt senter med mange datamaskiner og annet elektrisk utstyr i utstillingen, vil det også være viktig å sette fokus på de materielle verdiene senteret vil inneholde. Ved en liten brann, eller brann i en annen ende av rommet, vil materiell som ikke blir direkte berørt av brannen kunne bli påført skader dersom vanntåke- eller sprinkleranlegget aktiveres. Ved å installere et vanntåkeanlegg, som vil bruke mindre vann enn et konvensjonelt sprinkleranlegg, kan dette bidra til at de sekundære vannskadene ikke blir så omfattende. Tilsvarende som med brannsikring av stavkirkene i Norge er dette et godt argument for hvorfor et vanntåkeanlegg er å foretrekke i Nordvegen Historiesenter.

Vurdering av sprinkleranlegget

Pris

Det dimensjonerte sprinkleranlegget i Nordvegen Historiesenter vil bestå av til sammen 387 sprinklerdyser (Tabell 8.2). Prisen per sprinklerdyse ferdigmontert ville ligge mellom 1000-1500 kroner. I dette tilfellet ble det også tatt utgangspunkt i den høyeste prisen for å være konservativ, men også for bedre å kunne sammenligne totalprisen med vanntåkeanlegget. Den samlede pris av hele sprinkleranlegget ble på omlag 580.000 kroner (Tabell 8.2).



Vannforbruk

Vannforbruket for sprinkleranlegget var en del høyere enn for vanntåkeanlegget. Over himling ville anlegget ha forbrukt 403 L/min ved et vanntrykk på 2,7 bar (Tabell 8.4). Sammenlignet med vanntåkeanlegget vil dette være omtrent en tredobling av vannforbruket, og i tillegg vil vanntilførselen på 250 liter bli kraftig oversteget. Under himling ville anlegget forbrukt 376 L/min med et vanntrykk på 2,6 bar (Tabell 8.4). Dette vannforbruket vil ligge omtrent 50 % høyere enn vannforbruket til vanntåkeanlegget. Et sprinkleranlegg vil altså ikke være egnet i Nordvegen Historiesenter på grunn av den lave tilgjengelige vanntilførselen. Anlegget vil ikke kunne fungere tilfredsstillende innenfor de gitte forutsetningene.

Vanntåke som erstatning for sprinkleranlegg

Sammenligning av pris

Prisen på vanntåkeanlegg vil være en del høyere enn et konvensjonelt sprinkleranlegg. I Nordvegen Historiesenter vil forskjellen på pris på de to ferdigmonterte anleggene bli på omlag 100.000 kroner. Sett ut fra de samlede kostnadene av dysene vil forskjell i pris mellom anleggene bare være omlag 20.000 kroner. "Booster-tanken" utgjør prisdifferansen. Hadde vanntrykket i hovedledningen ut til senteret vært på 6 bar ville vanntåkeanlegget fungert tilfredsstillende uten en "Booster-tank".

Et annet aspekt enn pris ved vurdering av anlegg vil være vannforbruk. Et vanntåkeanlegg vil gi et mye lavere vannforbruk enn et sprinkleranlegg. Ved bruk av et vanntåkeanlegg i bygget vil dimensjonen på vannverksledningen til senteret kunne bli noe mindre på grunn av et mindre vannforbruk. Ved mindre dimensjon på ledningen vil kostnadene også bli lavere.

For å vurdere prisen av vårt vanntåkeanlegg ble det valgt å sammenligne den med tilbudet som foreligger for slokkeanlegg i senteret. Tilbudet som ble gitt av Mek-Consult var på 641.815 kroner.[7] Vår pris ligger omtrent 7 % over dette, men likevel vurderte vi vår pris til å være rimelig god tatt i betraktning at de som har gitt tilbudet trolig ikke har dimensjonert anlegget fullt ut, men bare gjort et overslag. Vi tok utgangspunkt i den dyreste prisen for å gjøre estimeringene konservative.

Vanntåkeanleggets betydning for sikkerheten i bygget

Brannsimulering i Argos gav (uten vanntåkeanlegget) en røyklagstemperatur på maksimum 290 °C i rommet med høyde på 3 meter. Overtenning ble dermed unngått. Ved installering av vanntåkeanlegget vil røyklagstemperaturen i samme rom ikke bli høyere enn 106 °C. Anlegget vil kontrollere og slokke en brann i senteret, men med et vesentlig redusert vannforbruk i forhold til et sprinkleranlegg. Fra simuleringene i Agros ble brannene stort sett slokket av vanntåkeanlegget før brannvesenet kom til bygget.

Problemer som kan oppstå

Det vil være viktig at vanntåkeanlegget i Nordvegen Historiesenter blir installert etter kravene slik at problemer som f.eks lekkasje vil bli unngått. Dersom lekkasje likevel skulle forekomme, eksempelvis i hovedutstillingen, vil mange datamaskiner og annet elektrisk utstyr kunne bli totalskadd.



9.2 Brannalarmanlegget

Detektorer

Simulering i Argos viser at ved installeringen av aspirasjonsdetektorer i hovedutstillingslokalet vil en brann bli tidlig detektert selv om rommet har et stort areal og en takhøyde på 6,8 meter. Ellers i senteret vil vanlige røykdetektorer kunne brukes fordi takhøyden her vil være 3 meter og da vil disse fungere tilfredsstillende. Brannvesenet vil bli alarmert direkte når brannalarmanlegget utløses. Ettersom Firetrace vil bli installert som objektbeskyttelse i elektrisk materiell vil dette bidra til at en eventuell brann her blir tidlig detektert og slokket.

Alarmering

Det vil bli utplassert mange alarmklokker i senteret ettersom det vil ha et relativt stort spekter av publikum. I senteret vil hver person trolig få utlevert hvert sitt sett med høretelefoner for å gjøre opplevelsen av utstillingene mer intimt og bedre for den enkelte. Dette vil kunne føre til behov for ekstra alarmering ved et brannforløp og høretelefonene bør derfor bli koblet til talevarslingen i senteret.

Pris

Samlet sum av hele brannalarmanlegget vil komme på omlag 132.000 kroner eksklusiv installering av anlegget (Tabell 8.3). Også i dette tilfellet ble prisen på vårt anlegg sammenlignet med de oppgitte prisene fra forprosjektet [20]. Prisen fra dette forprosjektet var på 144.000 kroner. Det foreligger ikke hva anlegget fra anbudet vil bestå av og heller ikke hvilke detektorer som vil bli installert. Prisen på vårt anlegg vil etter installering ligge noe høyere enn 132.000 kroner. De tre aspirasjonsdetektorene, som til sammen vil koste 31.800 kroner, vil utgjøre en stor del av prisen på anlegget. Selv om prisen på disse detektorene var relativt høy, anbefales det likevel å installere disse ettersom følsomheten er svært høy og et brannutløp vil bli tidlig detektert. Anlegget vil slå ut i full alarm mye tidligere enn ved bruk av vanlige røykdetektorer.

9.3 Rømning i Nordvegen Historiesenter

Rømningstid

Den nødvendige rømningstiden i senteret ble funnet til å være omtrent tolv og et halvt minutt. For å finne ut om sikkerheten vil være god nok i Nordvegen Historiesenter skulle det beregnes en sikkerhetsmargin for å dokumentere om sikkerheten ville bli tilfredsstillende.

Simuleringer i Argos viste at det ikke vil oppstå kritiske tilstander, verken med hensyn på røyk eller temperatur, ved en brann når vanntåkeanlegget aktiveres. I begge scenariene med vanntåke ble den høyeste røykgasstemperaturen omtrent 100 °C. Dette vil ikke ha noen særlig innvirkning på folks evne til å rømme. (Først ved 125 °C vil det være vanskelig å puste i røyken. (Tabell 7.1)) Dessuten vil røyktemperaturen bare bli så høy i selve brannrommet og ikke i de resterende rommene i senteret.

På grunn av de store volumene i bygget vil heller ikke røyktettheten bli faretruende stor. I brannscenariet i rommet med høyde 3 meter vil den maksimale røyktettheten bare bli på omlag 0,72 dB/m, mens i det andre scenariet blir den maksimale verdien 2,8 dB/m. Den røykfrie sonen i begge scenariene vil ikke bli lavere enn 2 meter. Det vil ofte være siktbar-



heten i røyk som først vil bli kritisk ved brann i bygninger, men ettersom det er en så lav røyktetthet i rommene og en så stor røykfri sone, vil ikke sikt under rømning bli kritisk. Brannalarmanlegget vil gi tidlig varsling slik at evakuering kan skje på et tidlig tidspunkt i brannforløpet.

Ettersom en brann ikke vil føre til kritiske tilstander i bygget ble ikke tilgjengelig rømningstid bestemt og heller ikke sikkerhetsmarginen.

Dersom vanntåkeanlegget ikke aktiveres vil dette kunne føre til kritiske tilstander for publikum, spesielt i brannrommet. Etter simulering av brann i vestibylen ble det funnet at røyklagstemperaturen uten vanntåkeanlegg ville komme opp imot 290 °C. Det vil fortsatt ikke bli overtenning i bygget, men varmepåvirkningen på de som rømmer vil kunne bli stor. Med en så høy røyktemperatur vil det være veldig kritisk for publikum å oppholde seg eller rømme gjennom brannrommet. I tillegg vil røyklaget etter omtrent 10 minutt ha kommet helt ned til gulvet i brannrommet. I røykfulle rom vil det vil være vanskelig å orientere seg. Røyken vil inneholde giftige og irriterende gasser som vil irritere øyne og lunger, og føre til pustebesvær. Dette vil være spesielt kritisk i vestibylen ettersom flere rømningsveier går gjennom dette rommet. Ettersom den nødvendige rømningstiden ble funnet å være tolv og et halvt minutt vil en installering av et vanntåkeanlegg, et brannalarmanlegg og et ledelysanlegg være nødvendig for å opprettholde rømningssikkerheten i senteret.

Overtenning i bygget

Det er viktig å påpeke at det bare har blitt tatt utgangspunkt i to forskjellige brannscenarier i simuleringene i denne oppgaven, og at det derfor er mulig at det kan oppstå en brann hvor utfallet vil kunne bli annerledes. Simuleringene av et brannforløp i Argos vil bli lettere og mer riktige når utformingen av utstillingene vil være helt ferdig. Det er mulig at en annen designbrann da vil kunne passe bedre i senteret og brannen vil få et annet utfall. Selv med en annen type brann vil det trolig ikke bli en overtenning i senteret, grunnet den relativt lave spesifikke brannbelastningen og de store volumene i rommene.

Ettersom det i Argos også måtte gjøres justeringer med høyden på rommene for å kunne simulere brannscenariene, vil dette føre til en del usikkerhet i verdiene.

En oversikt over hvordan de aktive brannsikringstiltakene, brannvesenet og rømningen av bygget vil inntreffe i forhold til hverandre, ut i fra tiden og brannutviklingen, er gitt i Tabell D3 i Vedlegg D.

Rømningsvei i U-1

Det ble ved studie av tegninger over senteret oppdaget at det ikke finnes noen rømningsvei ut og vekk fra bygget fra etasje U-1. Ettersom det i Nordvegen Historiesenter er presisert at de vil legge forholdene godt til rette for funksjonshemmede, var dette et punkt som måtte studeres nærmere med tanke på rømningssikkerheten i bygget. Det vil være viktig å fokusere på sikre, enkle og raske rømningsveier fra U-1. Dette med særlig tanke på funksjonshemmede og rullestolbrukere. Ved en evakuering fra senteret vil de ikke kunne forflytte seg bort fra senteret på egen hånd. Ved innføring av de aktive brannsikringstiltakene vil sikkerheten i bygget være så god at selv om det ikke er en rømningsvei vekk fra bygget i U-1, vil rømningssikkerheten også for funksjonshemmede være god.



For ytterligere å bedre rømningsforholdene for funksjonshemmede vil det være en god løsning å utbedre den planlagte rømningsveien ved kjøkkenet. Det bør enten utbygges et større friområde rett ved utgangsdøren, ellers bør det lages en vei bort fra senteret. Dette vil bidra til lettere og tryggere rømming for funksjonshemmede, og de vil kunne føle seg sikrere i bygget.

9.4 Totalsikkerhet i Nordvegen Historiesenter

Nordvegen Historiesenter vil bli et nytt og moderne bygg, og de bygningsmessige konstruksjonene vil bli gode. Senteret vil stort sett bli oppført i betong som har en god brannmotstand.

Sett ut fra *kurve 1* i L-kurven hvor ingen aktive brannsikringstiltak vil være installert anslås sannsynligheten for flammestopp av en flammeutbredelse i startrommet vil være 45 %. Sannsynligheten for at brannen vil kunne spre seg til neste etasje ble satt til 50 % ettersom Yggdrasiltreet vil kunne bidra til en brannspredning fra hovedutstillingen over til vestibylen gjennom lukene i vegg. Dersom brannen spres over i vestibylen vil store deler av senteret være berørt av brannen og sannsynligheten for en flammestopp vil dermed være til 55 %. Sikkerheten i bygget vil da ikke være tilstrekkelig god ettersom det vil være om lag 50 % sjanse for at hele bygget vil bli berørt av en brann.

Sett ut fra *kurve 2* fra L-kurven for senteret, vil sannsynligheten for flammestopp i startrommet ved installering av brannalarmanlegget øke til 60 %. Brannvesenet vil bli tidlig varslet og de vil kunne starte slokkingen av brannen. Dette vil føre til at det vil være en bedre sikkerhet i bygget i motsetning til om ingen aktive brannsikringstiltak var innført. Sannsynligheten for flammestopp hvis en brann brer seg til hele bygget vil være 80 %. Sikkerheten vil da være kraftig forbedret ettersom sannsynligheten for at en brann vil spre seg til hele bygget nå bare vil være 20 %.

Kombinasjonen med installering av alle aktive brannsikringstiltak vil være svært gunstig for senteret. Sett ut fra *kurve 3* fra L-kurven hvor vanntåkeanlegg, brannalarmanlegg og ledelysanlegg er installert vil sannsynligheten for flammestopp i startrommet for brannen være på 90 %. Sannsynligheten for flammestopp hvis en brann brer seg til hele bygget vil være på hele 99,9 %. Sikkerheten i senteret vil nå være meget god ettersom det er tilnærmet null prosent sannsynlighet for at brannen vil spre seg til hele bygget.

Ved installering av alle aktive brannsikringstiltak i Nordvegen Historiesenter vil sannsynligheten være veldig høy for at brannen vil slokkes på et tidlig tidspunkt. Person sikkerheten vil dermed bli svært godt ivaretatt. Sikkerheten med tanke på utstillinger og andre materielle verdier vil også være god.



10 KONKLUSJON

Et vanntåkeanlegg vil være et bedre alternativ enn et sprinkleranlegg som slokkesystem i Nordvegen Historiesenter av flere grunner. Et sprinkleranlegg vil bruke omlag 50 % mer vann enn et vanntåkeanlegg vil gjøre under himling, og omlag 3 ganger så mye vann over himling. Vanntåkeanlegget vil, selv med et relativt lavt vannforbruk, kontrollere og slokke en brann effektivt i senteret.

Selv om differansen i totalprisen mellom vanntåkeanlegget og sprinkleranlegget er relativt stor (100.000 kroner) vil det likevel være hensiktsmessig å installere et vanntåkeanlegg i Nordvegen Historiesenter. Lavere vannforbruk vil føre til reduserte sekundære vannskader, spesielt med tanke på de mange PC-er og annet slikt utstyr.

Brannalarmanlegget vil også bidra til en god totalsikkerhet i senteret. Aspirasjonsdetektorer vil være svært gunstig, særlig med tanke på de store takhøydene i hovedutstillingen. Ved installering av aspirasjonsdetektorer i hovedutstillingen vil en brann også her bli tidlig detektert og alarmering av en brann vil føre til at evakuering av publikum vil skje på et tidlig tidspunkt. I tillegg vil også brannvesenet bli tidlig alarmert om brannen, og kunne komme til senteret på et tidlig tidspunkt.

Simulering i Argos med alle de aktive brannsikringstiltakene, viste at det ikke vil oppstå kritiske tilstander i senteret ved en brann. Mennesker som rømmer fra bygget vil dermed ikke bli utsatt kritiske tilstander under rømningen. Uten aktiv brannsikring vil kritiske forhold kunne oppstå for personer under rømning.

Ved installering av alle aktive brannsikringstiltak i Nordvegen Historiesenter vil sannsynligheten for at brannen vil slokke på et tidlig tidspunkt være veldig høy. Personssikkerheten vil også bli svært godt ivaretatt.

**11 REFERANSER**

- [1] Statens byggetekniske etat, *Teknisk forskrift* (januar 1997)
- [2] Statens byggetekniske etat, *Utkast til veiledning til Teknisk forskrift* (april 2002)
- [3] Karmøy kommune, kulturhistorisk senter Avaldsnes, Forprosjekt (14/03-02)
- [4] Karmøy kommune, Program, Prosjektkonkurranse, Kulturhistorisk senter - Avaldsnes
- [5] Sixside AS, Løvenskioldsgt 26, Briskeby. Tlf: 24 11 53 70
- [6] DBE's hjemmeside, www.dbe.no → statistikk → boligbranner
- [7] Mek – Consult AS, Olav Brunborgs vei 13, 1375 Billingstad. Tlf: 66 77 60 73
- [8] L-kurvemetode: <http://home.world-online.no/heoestre/brann/L-kurven.htm>
- [9] E. Jacobsen, T. Pedersen, W. Apeland og A. H. Østenvik ”Overtenningskontroll”, *Hovedprosjekt utført ved HSH – Avd. for ingeniørfag- studieretning: Brannsikkerhet.*(2001)
- [10] R. Wighus, ”Vanntåke slokketeknologi – status 2000”, *SINTEF rapport nr STF84 A00852.*
- [11] Byggforskserien *Byggeblad 550.361 - Sprinkleranlegg* (mai 1996)
- [12] Statens byggetekniske etat *Sprinkler- Temaveiledning, Melding HO 1/99* (20.februar 1999)
- [13] R. Wighus, ”Anvendelse av vanntåke til brannbekjempelse”, *SINTEF rapport nr STF84 A97630.*
- [14] Autronica Fire and Security AS, 7483 Trondheim, Tlf: 73 58 25 00, *Produktkatalog*
- [15] Statens byggetekniske etat *Brannalarm- Temaveiledning, Melding HO 2/98* (24.februar 1998)
- [16] Firetrace hjemmeside, www.firetrace.com
- [17] Forsikringsselskapenes Godkjennelsesnevnds hjemmeside, fg.fnh.no → regelverk → sprinkler → sprinklerregler
- [18] Byggforskserien *Byggeblad 520.385 - Beregning av rømningstid* (oktober 1997)
- [19] www.nbl.sintef.no/handbok/kap4.htm
- [20] Malnes og Endresen AS, Tlf: 23173274
- [21] D. Drysdale, *An Introduction to Fire Dynamics Second Edition* (Wiley, 1998)
- [22] Direktoratet for brann- og elsikkerhet, *Utkast til veiledning til forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* (1.juli 2002)
- [23] S. Hoelsbrekken *Brannsikkerhet, Prosjektering og dokumentasjon* (Universitetsforlaget, Oslo 1998)



12 VEDLEGG

- VEDLEGG A:** Antagelser i dimensjoneringen, beregning av spesifikk brannbelastning og tegninger i DAK
- VEDLEGG B:** Dimensjoneringskriterier for vanntåke-, sprinkler og brannalarmanlegg
- VEDLEGG C:** Argos og FHC simuleringer
- VEDLEGG D:** Rømningstid
- VEDLEGG E:** Resultater fra dimensjonering og pris av vanntåkeanlegget, sprinkleranlegget og brannalarmanlegget.
- VEDLEGG F:** L-kurve metoden
- VEDLEGG G:** Minimax dyser
- VEDLEGG H:** Tegninger



VEDLEGG A

Antagelser i dimensjoneringen,
beregning av spesifikk brannbelastning
og tegninger i DAK



ANTAGELSER I DIMENSJONERINGEN

Vannuttaket

I dimensjoneringene av både vanntåke- og vanlig sprinkleranlegg var det litt usikkerhet om hvor vannuttaket i bygget ville ligge. Det ble derfor tatt kontakt med Mek – Consult for å få klarhet i dette. [7] De kunne fortelle at vannuttaket ville ligge i U-2 i fyrrommet. Hvor på veggen visste de ikke enda og det ble derfor gjort en antagelse for å få de rette avstander til bruk i FHC. Det ble derfor antatt at vannuttaket ville ligge i en høyde 1,5 meter opp fra gulvet.

Vanntilførsel

Den opprinnelige vanntilførselen skulle være 200 L/min, men det ble oppgitt fra Mek–Consult at det nå ble jobbet med å øke denne vanntilførselen ettersom den opprinnelige ble funnet alt for liten. Fikk ikke oppgitt noe spesielt tall for den nye vanntilførselen, så det ble antatt at det vil være 250 liter vann i minuttet til rådighet etter utbedringene. Dette tallet er kanskje noe konservativt, men det ble valgt en slik verdi for å være på den sikre siden.

Brannvesen

Den nærmeste brannstasjonen til senteret ligger 3 km unna og vil ikke være døgnbemannet. Innsatstiden fra alarmen går til de er på plass ble derfor antatt til å være 8 minutter. I tillegg ble det lagt inn 1 minutt til opprigging av utstyr og til slokkingen starter ettersom det sannsynligvis ikke vil være mulig å kjøre helt frem til senteret.

Sprinklersentral

Det ble antatt at sprinklersentralen vil ligge i fyrrommet i U-2, like ved vannuttaket. Sentralen vil ligge 1,5 meter oppe på veggen. Det blir antatt at sprinklerrøret opp til U-1 vil gå loddrett oppover veggen opp til kjøkkenet.

DAK-tegningene

Forskjelling avstander til rør

Over himling

Avstanden fra vanninntaket i U-2 til taket øverst i himlingen i U-1 ble målt til 6,20 meter.

Under himling

Avstanden fra vanninntaket i U-2 til rør som har dyser som skal virke under himlingen ble målt til 5,7 meter.

Himlinger

Det vil bli antatt at himlinger i senteret vil være tette for å gjøre beregningene enklere. Dimensjoneringene av brannalarmanlegget og beregninger i Argos.



SPESIFIKK BRANNBELASTNING

Ettersom Nordvegen Historiesenter er et komplisert bygg er det også vanskelig å anslå brannbelastningen til senteret. Likevel skal det gjøres noen enkle beregninger på dette for å finne omtrent samlet brannbelastning i senteret.

Antagelser for brannbelastningen i senteret

Det bli tatt utgangspunkt i å finne brannbelastningen i hver etasje for å få et estimat for senteret.

- I hovedutstillingen blir det tatt hensyn til at det vil være parkett på gulvet. Ettersom det er uklart hva utstillingene kommer til å bestå av vil de bli gjort antagelser for hvilke materialer og hvilke mengder som vil inngå.
- I vestibulen vil det være naturstein på gulvet og dette vil ikke bedre til en økt brannbelastning. Men det blir antatt at det vil være forskjellige utstillinger også her.

Varmekapasiteten, ΔH_c til de for forskjellige stoffene [21]

ΔH_c for tre blir antatt til: 19 MJ/kg

ΔH_c for tekstil blir antatt til: 24,5 MJ/kg

ΔH_c for elektrisk utstyr blir antatt til: 10 MJ/kg

ΔH_c for PVC blir antatt til: 17 MJ/kg

ΔH_c for papir blir antatt til: 17 MJ/kg

ΔH_c for diverse blir antatt til: 45 MJ/kg

Estimat av hovedutstilling i U-2

Tabell A1: Estimat av mengde innhold i hovedutstilling i U-2

Rom	Trevirke	Tekstil	Elektrisk utstyr	PVC	Polystyren	Papir
Parkett	720 kg* 19MJ/kg					
Datamaskiner			300kg* 10MJ/kg			
Plasmaskjermer			50kg* 10MJ/kg			
Projektorer			20kg* 10MJ/kg			
Papputstillinger						70kg* 17MJ/kg
Isopor (Polystyrene)					50kg* 40MJ/kg	
Forskjellige tekstiler		80kg* 24,5MJ/kg				
Plastikkutstillinger				30kg* 17MJ/kg		
Diverse				100kg* 45MJ/kg		
SUM	13680 MJ	1960 MJ	3700 MJ	5010 MJ	2000 MJ	1190 MJ



Tabell A2: Sum til sammen av hovedutstillingen i U-2

Trevirke	13680 MJ
Tekstil	1960 MJ
Elektrisk utstyr	3700 MJ
PVC	5010 MJ
Isopor (Polystyrene)	2000 MJ
Papir	1190 MJ
<u>SUM ALT SAMMEN</u>	<u>27540 MJ</u>

Sett ut fra tegningene er:

Arealet av hovedutstillingen er **360m²**

Estimat av vestibyle i U-1

Tabell A3: Estimat av mengde innhold i vestibyle i U-1

Vestibyle i U-1	Trevirke	Tekstil	Elektrisk utstyr	PVC	Papir
Bord	50kg* 19MJ/kg				
Datamaskiner, projektorer og plasmaskjermer			20kg*10MJ/kg		
Papputstillinger					100kg* 17MJ/kg
Forskjellige tekstiler		200kg* 24,5MJ/kg			
Plastikkutstillinger				50kg* 17MJ/kg	
Diverse				100kg* 45MJ/kg	
<u>SUM</u>	<u>950 MJ</u>	<u>4900 MJ</u>	<u>200 MJ</u>	<u>5350 MJ</u>	<u>1700 MJ</u>

Tabell A4: Sum til sammen av vestibylen i U-1

Trevirke	950 MJ
Tekstil	4900 MJ
Elektrisk utstyr	200 MJ
PVC	5350 MJ
Papir	1700 MJ
<u>SUM ALT SAMMEN</u>	<u>13100 MJ</u>

Sett ut fra tegningene er:

Arealet av vestibylen er **150m²**



Utrekning av spesifikk brannbelastning

For å regne ut den spesifikke brannbelastningen divideres den estimerte verdien for hver etasje på gulvarealet.

$$(\text{ESTIMERT VERDI}) \text{ MJ} / (\text{GULVAREAL}) \text{ m}^2 = \text{MJ} / \text{m}^2$$

Hovedutstilling

$$27540 \text{ MJ} / 360\text{m}^2 = \underline{\underline{76,5\text{MJ/m}^2}}$$

Vestibylene

$$13100 \text{ MJ} / 150\text{m}^2 = \underline{\underline{87,3 \text{ MJ/m}^2}}$$

Ser at disse verdiene vil være noe lave, men det viktige med denne estimeringen var å se om senteret ville få en brannbelastning mellom 50-400 MJ/m². Antagelsene vil altså ikke være særlig konservative.



TEGNINGER I DAK

DAK

For å tegne opp rørsystemet til både vanntåke- og sprinkleranlegget ble dette gjort på DAK for å lette arbeidet og for at det skulle bli mer nøyaktig. Også brannalarmanlegget ble tegnet på DAK.

Dimensjonering av Slokkeanleggene

For å dimensjonere de to systemene: vanntåke- og det konvensjonelle sprinkleranlegget ble det tatt utgangspunkt i dimensjoneringskriteriene som foreligger for dem.

- Ut fra tegningene ble det først målt opp avstander fra vegger til plasseringene av sprinklerhodene for å tilfredsstille de gitte kravene for hver av dem som henholdsvis er på 1,9 meter for vanntåke og 2,0 meter for sprinkler.
- Det ble også målt opp mest mulig like avstander mellom alle sprinklerhoder for at det skal se ryddig ut og at hvert sprinklerhode skal dekke et størst mulig areal. Maks avstand mellom hvert sprinklerhode er 3,75 meter for vanntåke og 4,0 meter for sprinkler.
- Ut fra disse oppgitte lengdene ble det tegnet opp forskjellige geometrier og størrelser av firkanter som ble satt inn på tegningen slik at hele arealet av bygget ble dekket.
- Etter at oppmålingen var gjort og hele bygget var tilfredsstillende dekket, ble sprinklerhodene tegnet på i hjørnene av firkantene.
- Deretter ble de opprinnelige firkantene fjernet og det ble tegnet inn rørsystemer.
- Det ble tatt utgangspunkt i å få rørene i mest mulig samme retning slik at det ser mest mulig ryddig ut.

Dimensjonering av Brannalarmanlegg

Ved dimensjonering av brannalarmanlegget ble det tatt utgangspunkt i dimensjoneringskriteriene som foreligger.

- Det ble tegnet inn en detektor i hvert rom i himlingen for å dekke hele arealet.
- Under himling ble det tatt utgangspunkt i reglene for avstander mellom hver detektor slik at det ikke ble plassert ut for mange detektorer. Maks avstand mellom detektorene er henholdsvis 15 meter og 7,5 meter fra vegg og hjørner.
- Det ble også tegnet inn manuelle meldere, horn og sirener etter de reglene som gjelder.



VEDLEGG B

Dimensjoneringskriterier for vanntåke-,
sprinkler og brannalarmanlegg



MINIMAX DIMENSJONERINGSKRITERIER

Minimax er et tysk firma som har spesialisert seg på brannsikring. Det er et anerkjent firma med 100 års erfaring innen brannsikring og er en av de ledende bedriftene på dette markedet i Europa. Dimensjoneringskriteriene har de kommet frem til etter forsøk som har blitt VDS godkjente.

Tabell B1: Minimax dimensjoneringskriterier

	Minimum	Maksimum
Avstand mellom dysene	2,0 m	3,75 m
Avstand fra vegg		1,9 m

Verdiene i Tabell B1, vil gjelde for utplassering av dyser både over og under himling.

Ellers blir dimensjoneringskriteriene for sprinkleranlegg fulgt.

UTDRAG AV DIMENSJONERINGSKRITERIER FOR SPRINKLERSYSTEM

Dimensjoneringskriteriene er hentet fra FG's regelverk. [17]

Sprinklere

Sprinkleres temperaturklasser og K-verdi

Det skal benyttes sprinklere med utløsningstemperatur nær opp til, men ikke lavere enn 30 °C over den høyest forventede omgivelsestemperaturen. Under normale forhold antas at utløsningstemperaturer på 68 °C eller 74 °C er velegnet.

I Nordvegen Historiesenter vil det bli det valgt å bruke sprinklere med utløsningstemperatur på 68 °C.

Utløsningstemperaturen på sprinklere som monteres i nærheten av tørkeovner, varmeelementer eller annet utstyr som avgir strålevarme, skal vurderes særskilt.

Tabell B2: Utdrag fra tabell 24 Sprinklertyper og K-faktor for bruk i forskjellige risikoklasser

Risikoklasser	Vanntetthet (mm/min)	Sprinklertype	Nominell sprinkler K-faktor
OH	5,0	Konvensjonell eller spray; tak- eller flushsprinkler; flat spray; tilbaketrukne eller skjulte sprinkler; veggspinklere	80

Ser ut fra tabellen at sprinklerne i senteret vil ha en K-faktor på 80 og en vanntetthet på 5,0 mm/min.

**Minste tillatte trykk for utløst sprinkler**

Trykket ved det ugunstigste sprinklerhodet i utløsningsarealet skal, når alle hodene regnes utløst, ikke være mindre enn det som kreves.

Tabell B3: Udrag fra tabell G15 Minste tillatte trykk for utløst sprinklerhode og minimum sprinkler K-faktor

Risikoklasse	K-faktor minimum	Minimum trykk
OH	80	0,35

Dekningsareal pr sprinkler:

Tabell B4: Utdrag fra tabell 20 Maksimums dekningsareale pr. sprinkler og avstand mellom sprinklere. Gjelder ikke veggsprinklere

Risikoklasser	Maks dekningsareal pr. sprinkler m ²	Maksimum avstand i figur 7 (m)		
		Standard arrangement S og D	Sikksakkarrangement	
			S	D
OH	12,0	4,0	4,6	4,6

Utplassering av sprinklere**Avstand mellom sprinklere**

Sprinklere skal ikke installeres med mindre innbyrdes avstand enn 2 m, unntatt i følgende tilfeller:

- Der tiltak er iverksatt for å hindre nærliggende sprinklere i å nedkjøle hverandre. F.eks. med horisontale skjermer
- Mellomnivåsprinklere i reoler

Avstand fra vegg

Maksimal avstand fra vegger eller delvegger skal ikke overskride nedenstående verdier:

- 2,0 m for standard arrangement
- 2,3 m for sikksakkarrangement
- 1,5 m der taket er åpent trebjelkelag eller der trebjelkene eksponeres
- 1,5 m mot åpninger til friluft

Det skal alltid være et fritt rom under sprinklerens deflektor ved taksprinkling på minst:

- 0,5 m for LH og OH, unntatt for nedforede åpne himlinger
- 0,8 m for nedforede åpne himlinger

Avstand fra tak

Sprinklere skal om mulig plasseres med deflektoren mellom 0,075 m og 0,15 m under taket, unntatt der de er montert i nedforet himling.

Sprinklere skal aldri installeres mer enn 0,3 m under undersiden av brennbare tak eller 0,45 m under ikke-brennbare tak. Der avstandene 0,3 eller 0,45 m benyttes skal involverte områder være så små som mulig.

***Bjelker o.l.***

Avstanden fra bjelker o.l. til sprinklerhodene skal være minst 0,2 m. Der bjelkene har bredde mindre enn 0,2 m kan sprinklerhodet plasseres direkte over bjelken og i en vertikal avstand på minst 0,15 m.

Fagverkskonstruksjoner i tak

Sprinklere skal plasseres minst 0,3 m til side fra en fagverksdel når denne er under 0,1 m bred. Dersom bredden er større enn 0,1 m, skal minimum distanse til sprinklerhodet være 0,6 m.

Alternativt kan sprinklere plasseres direkte over et fagverk med bredde mindre enn 0,2 m og i en vertikal avstand på minst 0,15 m.

Søyler

Dersom taksprinklere er plassert nærmere en søyle enn 0,6 m, skal det monteres et sprinklerhode i avstand mindre enn 2 m på søylens motsatte side.

Hindringer ved tak som forstyrrer sprinklenes spredemønster

Konstruksjoner som monteres under sprinklerhodene, tillates ikke dersom disse hindrer sprinklerhodenes spredemønster.

Er sprinklerhoder montert under opphengte konstruksjoner, skal materialet i disse ikke kunne deformeres på et så tidlig tidspunkt under en brann at sprinklerhodenes funksjonalitet svekkes.

Sikring av skjulte rom (opp- og eller nedforete gulv/himlinger)

Dersom høyden av de skjulte rom ved tak eller gulv overskrider 0,8 m, målt mellom undersiden av taket og topp av nedforet himling eller mellom gulvet og undersiden av det oppforete gulv, skal disse rom sprinklerbeskyttes.

Dersom høyden av de skjulte rom ved tak eller gulv er mellom 0,3 m og 0,8 m, skal hulrommet sprinklerbeskyttes dersom de inneholder brennbare materialer eller er konstruert av brennbare materialer.

Sprinklere skal monteres som følger:

- Innbyrdes avstand mellom sprinklere over himlingen skal ikke overskride 3 m.
- Vertikal avstand mellom konvensjonelle- og spraysprinkleres deflektor og topp av nedforet himling, skal minst være 0,8 m. Denne avstand kan reduseres til 0,3 m dersom «flat spray» sprinklere blir benyttet.
- Tilleggssprinklere skal monteres under lysarmaturer eller tilsvarende hindringer, med større bredde enn 0,8 m.

Der hindringer i himlingsrommet kan antas å forstyrre sprinklerhodenes spredemønster, skal slike hindringer betraktes som vegger med hensyn til sprinklerhodenes plassering.

Ettersom himlingen i Nordvegen Historiesenter ikke vil være mer enn 0,8 meter noen plasser, må det brukes «flat spray» sprinklere.

Sprinklere over himlingen kan forsynes fra samme grenrør som sprinklerne under himlingen. I prekalkulerte anlegg skal både sprinklene over og under himlingen inngå i det dimensjonerende antall sprinklere.

I Historiesenteret vil det bli valgt å ha egen vanntilførsel til sprinklere over himling.



Rørsystemet

Fordeler- og grenrør

Når grenrør monteres parallelt med møne og tak med vinkel større enn 6°, skal det ikke være mer enn 6 sprinklere på disse grenrør.

Bruk av rørdiameter 65 mm mellom beregningspunkter og kontrollventilsett er tillatt, forutsatt at hydraulisk beregning viser at dette er mulig.

Rørdiameter mellom beregningspunkt i anleggets ytterste områder og kontrollventilsett skal beregnes for å sikre at det totale friksjonstap ved en vannstrøm på 1000 l/min ikke overskrider 0,5 bar.

Tabell B5: Tabell G9 Diametre for grenrør i OH-installasjoner

Grenrør	Rørkonfigurasjon	Diameter mm	Maksimum antall sprinklere på grenrør
Siste grenrør på alle fordelerrør	Ensidig med 2 sprinklere siste 2 grenrør	25	1
		32	2
	Ensidig med 3 sprinklere siste 3 grenrør	25	2
		32	3
	Alle andre konfigurasjoner, siste grenrør	25	2
		32	3
40		4	
Alle andre grenrør	alle	50	9
		25	3
		32	4
		40	6
		50	9

Tabell B6: Tabell G10 Diametre for alle fordelerrør i OH-installasjoner

Fordelerrør	Rørkonfigurasjon	Diameter mm	Maksimum antall sprinklere tilknyttet fordelerrøret
I alle utkanter av anlegget	Ensidig med 2 sprinkler	32	2
		40	4
		50	8
		65	16
	Alle andre	32	3
		40	6
		50	9
		65	18
Mellom beregningspunkt og kontrollventilsett	Alle	Må beregnes som angitt i G. 2.4.2	

**Minste tillatte rørdiametre**

Minste tillatte rørdiameter er 20 mm for LH og 25 mm for OH, HHP og HHS.

Rørdiametre på anleggssiden av kontrollventilsettet kan avta bare i vannets strømningsretning, unntatt for rørkonfigurasjon av type gitter eller ring.

For anlegg med grenrør matet fra en side, skal det ikke være mer enn 8 sprinklere på grenrør med diameter 25 mm.

For anlegg med grenrør matet fra begge sider, skal det ikke være mer enn 16 sprinklere på grenrør med diameter 25 mm.

Nedadrettede sprinklere må ikke monteres direkte på rør med diameter større enn 80 mm. For større diametre skal det monteres en avgreining, slik at minste avstand fra sprinklerens deflektor til siden av hovedrøret er 1,5 ganger diameteren på dette røret.

Vannforsyning**Vannforsyning**

Vannforsyningen skal være tilstrekkelig til å gi nødvendig mengde og trykk ved hver installasjons kontrollventilsett.

Vannforsyningen skal være i stand til automatisk å levere minst den vannmengde systemet krever ved det trykk som er krevet. Med unntak for trykktanker, skal hver vannforsyning ha minimum kapasitet til å tilfredsstille anleggskravene. For et OH-system er dette kravet 60 minutter.

LH- og OH-systemer

Beskyttelsestype og bestemmelse av vanntetthet og utløsningsareale, avhenger av brennbarheten av de produkter eller produktgrupper som inngår, emballasje (inkl. paller), lagringsmetode og lagringshøyde.

Tabell B7: Utdrag fra tabell 3 Krevet vanntetthet og utløsningsareale for LH, OH og HHP

Risikoklasse	Vanntetthet (minimum) mm/min	Utløsningsareale m ²	
		Våt eller pre-action	Tørr eller alternerende
OH 1	5,0	72	90

Vannforsyningen skal være tilstrekkelig til å gi nødvendig mengde og trykk ved hver installasjons kontrollventilsett, som angitt i tabell 6. Friksjons- og høydetapet mellom vanntilførselen og hvert kontrollventilsett, skal beregnes separat.

Tabell B8: utdrag fra tabell 6 Trykk- og vannmengdekrav for prekalkulerte LH og OH systemer

Risikoklasse	Vannmengde	Trykk ved kontrollventilsetter bar	Vannmengde (maksimum krevet mengde) l/min	Trykk ved kontrollventilsettet (ved maksimum krevet lengde) bar
OH 1 våt og pre-action	375	1,0 + Ps	540	0,70 + Ps

(Ps er statisk høyde trykk mellom kontrollventilsett og høyeste sprinkler.)

**Vannverksledning**

Vannverksledning skal ha tilstrekkelig kapasitet for krevet trykk, mengde og operasjonstid.

Montering av filter skal vurderes på alle tilførsler fra vannverksledninger.

I tilfelle av enkel vannforsyning, skal det vurderes å montere trykkbryter på tilførselen som skal aktivere et alarmsystem, når trykket i tilførselsledningen faller til en forutbestemt verdi. Trykkbryteren skal plasseres på tilførselssiden av enhver tilbakeslagsventil og skal utstyres med en prøveventil.

UTDRAG AV DIMENSJONERINGSKRITERIER FOR AUTOMATISKE BRANNALARMANLEGG

Dimensjoneringskriteriene er hentet fra FG's regelverk. [17]

Generelt:

Et brannalarmanlegg skal normalt sikre en hel bygning.

Følgende rom innenfor sikret område skal alltid utstyres med detektorer:

- heis-, lys- og transportsjakter.
- Vifterom og rom for ventilasjonsaggregater.
- Bøttekott (også mindre enn 2 m²).
- Rom over nedforede tak og under oppforede gulv.

Detektorer kan sløyfes:

- i rom hvor det ikke skal oppbevares/lagres avfall eller brennbart materiale, med gulvareal mindre enn 2 m² (unntatt i bøttekott).
- i bade- og toalettrom med gulvareal mindre enn 5 m² når vegger og tak er utført av ubrennbare materialer eller med tennvernende kledning.
- Over tett nedforet tak/himling (se pkt 355) hvis følgende er oppfylt:
 - vegger og tak i hulrom er utført av ubrennbare materialer eller med tennvernende kledning
 - høyden er mindre enn 1,5 meter
 - arealet er mindre enn 300m²
- området er ubenyttet og uten tekniske installasjoner som motorer og lignende – bortsett fra kabler sikret med inntil 16A sikringer, og det ikke er en del av ventilasjonsanlegget
- i kontorceller og tilsvarende smårom som grenser til et fellesareal, hvis følgende er oppfylt:
 - fellesarealet er sikret med RD
 - åpninger i vegg gir tilstrekkelig røykspredning mot fellesarealet
 - dekningsflate for detektorene i fellesarealet skal også omfatte smårommene
- i rom med spesielt lav brannbelastning og /eller perifer beliggenhet (f. eks fuktige kjellerrom)



Følgende rom skal alltid utstyres med røykdetektorer:

- hotell/overnattingssteder
- sykehus og andre helseinstitusjoner
- alders- og barnehjem
- korridorer
- trapperom
- tavlerom
- heis-, lys-, kabel og transportsjakter
- kabelkulverter
- EDB – rom
- Høytlager
- Rom over nedforede tak og oppforede gulv

Manuelle meldere

Manuelle meldere må ikke bli berørt av en eventuell utkobling, tidsforsinkelse og lignende som er satt i verk for å unngå falsk alarm

Manuelle meldere montert på detektorsløyfer skal ikke kunne utkoples fra sentralapparatets front.

Det må ikke fra noe punkt i det overvåkede område være mer enn 30 meter til nærmeste manuelle melder.

Stedsangivelse og sløyfer

For at man ved utløsning av alarm hurtig skal kunne bestemme brannstedet, skal det overvåkede areal inndeles i stedsangivelsesområder. Stedsangivelsen kan angis ved sløyfer, enkelt-detektorer eller grupper av detektorer.

En detektorsløyfe skal maksimalt ha tilkople 127 detektorer/manuelle meldere. Ved kabelfeil skal maksimalt 1600 m² av overvåket areal eller 32 detektorer/ manuelle meldere settes ut av drift.

Generelt om detektorer

Antall og plassering av detektorer avhenger bl.a. av detektortype, rommets størrelse og beskaffenhet, takkonstruksjon, takhøyde, ventilasjon og brannrisiko.

Detektorer må ikke plasseres nærmere vegg enn 0,5 meter. Avstanden mellom stablet gods, lagerreoler osv. og detektorer må minst være 0,5 meter.

Skal detektorer plasseres i nærheten av bjelker eller ved ventilasjonskanaler o.l. med avstand mindre enn 15 cm, må detektorene plasseres minst i en avstand hb (høyde på bjelke) fra bjelkens/kanalens underkant til takflaten. Ved hb over 0,5 meter skal avstanden minst være 0,5 meter.

Detektorer må plasseres minst 1 meter fra innblåsning eller avtrekksventiler i klima- eller ventilasjonsanlegg.

Sprinklet rom kan betraktes som dekket av varmedetektorer. Sprinkleranlegget forutsettes tilkople brannalarmanlegget med egen stedsangivelse og områder med sprinkleranlegg skal angis på orienteringsplan.

**Varmedetektorer**

Maksimal dekningsflate, A_m , for en detektor er avhengig av detektorklasse, takhøyde og takhelling:

Tabell B9:

Takhøyde i meter	Am		
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
0-2,5	30 m ²	20 m ²	20 m ²
2,51-4	30 m ²	20 m ²	-
4,01-6	20 m ²	-	-

Ingen del av taket skal ha større horisontal avstand, overvåkingsavstand O_m , fra en varmedetektor enn:

Tabell B10:

Takhøyde i meter	Om		
	Klasse 1	klasse 2	klasse 3
0 - 2,5	4,5 m	3,5 m	3,5 m
2,51 - 4	4,5 m	3,5	-
4,01 - 6	3,5 m		

Varmedetektorer skal alltid monteres i takflaten

Røykdetektorer

Maksimal dekningsflate, A_m , for en røykdetektor bestemmes av takhøyden.

Ingen del av taket skal ha større horisontal avstand, overvåkingsavstand O_m , fra røykdetektor enn:

Tabell B11:

Takhøyde	Am	Om
Inntil 6 meter	80 m ²	7,5 m
Over 6 meter	100 m ²	9,0 m

Hvor nedforet tak/himling danner hindring for spredning av røykgasser, skal detektorene monteres etter følgende retningslinjer:

- ved lysåpning større enn 15 % skal røykdetektorene plasseres i dekket over himling
- ved lysåpning mindre enn 15 % og større enn 4 % skal det være detektorer både under og over himling
- ved lysåpning mindre enn 4 % skal detektor plasseres under himling. Dersom det er relativt store enkeltåpninger i himling skal området over åpningen dekket.

Sentralutstyr

Sentralapparatet, hovedsentralen, skal plasseres i et rom som er beskyttet av alarmanlegget, fortrinnsvis med røykdetektorer.

Sentralapparatet skal plasseres ved hovedinngang til det dekkede området eller ved den inngang som normalt benyttes av brannvesenet.

Det stedlige brannvesen skal godkjenne plasseringen.



Sentralapparatet skal plasseres slik at man blir oppmerksom på innkomne signal. Dersom dette ikke er mulig eller ønskelig skal parallellindikering benyttes.

Ved sentralapparatet skal plasseres:

- orienteringsplan som angir hva det enkelte stedsangivelsesområde dekker
- betjeningsinstruks på norsk
- kontrolljournal

Plasseringen av anleggets nettsikringer skal angis ved sentralapparatet.

Tilkoplinger av utstyr for brannsløkking, branddører, brannspjeld o.l. skal angis på orienteringsplan eller betjeningsinstruks.

Kraftforsyning

Brannalarmanlegg skal ha dobbelt kraftforsyning. Svikt på den ene kraftforsyningen må ikke medføre svikt på den andre.

Den primære kraftforsyning skal være elverksnett og tilkoples over egen sikringskurs. På bygningens sikringstavle skal nettverkselementene tilhørende brannalarmanlegget merkes med BRANN.

Den sekundære kraftforsyningen skal være akkumulatorbatteri med automatisk oppladning. Ladelikeretteren skal være dimensjonert slik at batteriet etter utladning kan gjenopplades til en kapasitet på minst 90 % av C20 innen 24 timer.

Batteriet bør plasseres i eller så nær sentralapparatet som mulig

(C20 = batteriets kapasitet målt i amperetimer (Ah) ved 20 timers utladning innen nærmere fastlagte spenningstoleranser.)

Hver kraftforsyning skal tilknyttes sentralapparatet gjennom selvstendige kabler.

Batterikapasiteten skal etter at den primære kraftforsyningen har falt bort alltid være tilstrekkelig til å drive anlegget i minst 72 timer og deretter gi alarm i 15 minutter.

For anlegg som er tilknyttet alarmstasjon med garantert utrykking av servicepersonell ved feilsignal, kan batterikapasiteten beregnes slik at den er i stand til å drive anlegget i minst 12 timer og deretter gi alarm.

Brannalarm og feilsignal

Brannalarm må varsle personer i alarmområdet etter fastsatt plan.

Alarmorganene skal drives av anleggets kraftforsyning, eller ha separat kraftforsyning.

Det skal ikke være mer enn 10 alarmorganer på en alarmkurs. Når det er flere alarmorganer, må disse fordeles på uavhengige alarmkurser. Kobles flere alarmkurser parallelt til en felles kraftkilde, må koblingen utføres slik at feil i en alarmkurs ikke virker forstyrrende på de andre kursene.



I alarmkurs som er overvåket helt ut til siste alarmorgan kan det monteres inntil 20 alarmorganer.

Lydstyrken på akustisk alarm skal tilpasses de lokale forhold og avvike fra andre lyder som kan forekomme på stedet eller i umiddelbar nærhet.

Akustisk alarmsignal skal gis støtvis med periode på normalt 2 sekunder (ett sekund på - ett sekund av).

Feilsignal må være synlig og hørbart ved sentralapparatet. Feilsignal bør overføres til døgnbemannet alarmstasjon som vil besørge at feilen blir rettet.

Alarmoverføring

Alarmoverføring skal være tilknyttet døgnbemannet alarmstasjon for det stedlige brannvesen.

Alarmoverføringen og kabel fra sentralapparatet til alarmsender skal være overvåket. Kravet til overvåket alarmoverføring kan fravikes og utsettes til dette er teknisk mulig.

Alarmsender for overføring til alarmstasjon kan i tillegg til brannalarm benyttes til innbruddsalarm og teknisk overvåking. Brannalarm skal ha førsteprioritet. Anlegget skal være utført slik at det i alarmstasjonen klart indikeres hvilke type alarm som er utløst. Kombinasjon må fremgå av ferdigrapporten.

Televerkets tilkoplingsplugg for alarmsender skal sikres mot utilsiktet frakopling.



VEDLEGG C

Argos og FHC simuleringer



VURDERINGER OG RESULTATER FRA ARGOS SIMULERINGER

Client

I simuleringen i Argos ble det tatt utgangspunkt i to forskjellige brannscenarier for å få en pekepinn og et best mulig vurderingsgrunnlag over hvordan en brann vil kunne utvikle seg i Nordvegen Historiesenter. Ettersom det var begrensninger i programmet med hensyn på høydeforskjellene mellom de forskjellige rommene i senteret, ble det viktig å finne en best mulig måte å gjøre forenklinger på for å oppnå gode resultater av simuleringene.

Fem rom er det største antall rom som kan legges inn på samme tid i programmet.

- I det første scenariet ble de fem rommene som hadde størst areal valgt til simuleringen. Dette ble gjort på grunn av at røykspredningen rundt i hele bygget da ville bli størst. Det ble her tatt utgangspunkt i fem rom med en høyde på 3 meter: hovedutstillingen, vestibylen, kjøkken, kantine og rømningsvei.

- I det andre scenariet ble det tatt utgangspunkt i tre rom med høyde 6,8 meter: hovedutstilling, vestibyle og kjøkken/kantine (kjøkken og kantine ble slått sammen til ett rom). Det ble tatt utgangspunkt i disse tre rommene ettersom det viktigste med denne simuleringen var å se røykutviklingen i hovedutstillingen med store høyder, og spredningen av røyk over i vestibylen.

I forenklingene av tegningene ble det tatt utgangspunkt i at volumet i de forskjellige rommene skulle være det samme etter at alle rom var satt til å ha samme høyde. Arealene av rommene i scenariet med høyde 6,8 meter ble dermed betydelig mindre enn det de i utgangspunktet var ut fra tegningene av senteret. Selv med disse forenklingene vil Argos simuleringene være gyldige i intervallet hvor rommene ikke får en tosonedeling. Forekommer det en tosonedeling, vil arealet og utformingen av rommet igjen ha betydning for resultatene, og forenklingen som er gjort vil ikke bli gyldige.

Det ble tatt utgangspunkt i betongvegger mellom alle rom i bygget. Det ble også antatt forskjellige verdier for innhold og prosentvis fordeling av innholdet i de forskjellige rommene som ligger under "stock". Alle antagelser av innhold i de samme rommene var likt for begge brannscenariene som ble valgt.

"Surfaces and components" vil være en viktig del om ikke den viktigste delen i programmet. Her skal de ulike rommene lenkes sammen gjennom dører og andre åpninger hvor røyken kan spres gjennom. Under "components in selected wall" ble bredden på åpninger mellom rom målt ut fra tegninger. Høydene på åpningene ble antatt ettersom arealet og høyden på rommene ble forandret. I simuleringene ble det ikke brukt vinduer, men lukene mellom vestibylen og hovedutstillingen og trapperom ble satt til "Transport openings". Dørene i senteret ble valgt til å være EI 60, ettersom det ikke ligger EI 30 dører som valgmulighet i databasen. Dette vil kunne bidra til at brannspredningen blir mindre enn den ville gjort med EI 30 dører.

Som takmateriale ble det satt til "Gypsum board, 13mm (Ceiling)" i alle rom ettersom det ble antatt at alle himlinger var tette og ubrennbare.



Databasen

Glassvegg

Veggen mellom vestibylen og kantine er en glassvegg, og dette ble lagt inn i databasen til Argos for å få det mest mulig likt tegningene av senteret. Under "Building Components" og "Wall" ble følgende data lagt inn:

"General"

Name:	Glassvegg
Type:	Wall
Width [m]:	4,00
Height [m]:	6,00
Height above floor [m]:	0,00
Imperviousness [%]:	99
Heat sensitivity:	Sensitive build. HS1
Smoke sensitivity:	Insensitive bld. SS2
Price [\$/m ²]:	0
Fail criterion [°C]:	140
Fire resistance [min]:	30

Vanntåkedyse

Argos programmet tok ikke hensyn til himlinger i senteret. I begge tilfellene ble høyden i alle rom derfor satt lik høyden opp til himlingene ut fra tegningene. I dimensjoneringen av vanntåkeanlegget i senteret, ble det brukt to forskjellige vanntåkedyser som hadde K-verdier på 20 under himling og 10 over himling. I Argos ble dermed bare de dysene med K-verdi 20 brukt.

Vanntåkedysene ble lagt inn i databasen til Argos under "Heat detektors" ble disse dataene lagt inn:

"General"

Detector:	Minimax K 20
Activation temperatur [° C]:	68
RTI Verdi [(m*s) ^{1/2}]:	50
Distance between detectors [m]:	3,75

Aspirasjonsdetektor

I tillegg ble det lagt inn en aspirasjonsdetektor i databasen til Argos ettersom dette vil bli installert i hovedutstillingen. Avstanden mellom detektorene ble som et gjennomsnitt satt til 10 meter. Under "Smoke detectors" ble disse dataene lagt inn:



”Overview”

Smoke sensitivity [dB/m]:	0,01
Distance between detectors [m]:	10

Designbrann og worst-case scenario

Designbrannen som ble valgt i begge brannscenariene var ”Energy formula fire”. Dette ble gjort fordi det var uvisst hva som ville bli installert inne i bygget, og hvilken brannbelastning forskjellige komponenter og utstillinger ville ha. Ut fra Drysdale tabell 9.6 ser en at en ”Energy formula fire” vil være en bra tilnærming til en eventuell brann i senteret, og den vil fungere bra som designbrann. [21]

Det ble også gjort forsøk i simulering hvor ”Datapoint” ble lagt inn, men dette ble for komplekst, og resultatene ble heller ikke antatt som best representative for senteret.

Worst-case scenario i Nordvegen Historiesenter ble antatt å være en medium ”Energy formula fire” ettersom brannen da ville vare en stund, og i tillegg ville det bli dannet store mengder av røyk. Dette vil føre til at rømning fra senteret vil bli forverret for publikum.

Ellers er en ”Client” og ”Calculation” av brannscenario 2 lagt ved. De grafene som er brukt eller i oppgaven for begge brannscenariene ble også lagt ved.

Argos versjon 4.3 gir ikke verdier for CO og CO₂ verken i røyken eller rommet hvor brannen er. Dette vil by på problemer med hensyn på å definere et rom som kritisk ved rømning.



Client - Nordvegen, rom 6,8 meter

Basic information

Client:	CK
Scenario name:	Nordvegen, rom 6,8 meter
Consultant:	C&K
Company type:	Various
Basic bldg. construction:	Concrete
Last revision:	18.04.03 10:50:59
Revision No.:	49

Fire brigade

City area:	No
24 hour:	No
Distance/fire station [km]:	3
Calculated response time [min]:	8
Time before manual alarm [min]:	9

Fire start

Fire start room:	Hovedutstilling
Fire start, type:	Energy formula fire
Fire start, name:	Medium
Time limit [min]:	60

Rooms

Hovedutstilling

Room use:	Office/administration
Room area [m2]:	487
Average height [m]:	6,8
Max. length [m]:	35
Floor type:	Timber floor
Base Ceiling:	Gypsum board, 13 mm (Ceiling)

Machines

Photo copying machine

No. of machines:	1
------------------	---

Stock

Electronics

Floor area [%]:	10
-----------------	----

Paper

Floor area [%]:	80
-----------------	----

Wood

Floor area [%]:	9
-----------------	---

Various office articles

Floor area [%]:	1
-----------------	---



Client - Nordvegen, rom 6,8 meter

Sprinkler:

Minimax K20

Activation temperature [°C]:	68
RTI [(m*sek)^0.5]:	50
C [(m/s)^1/2]	1
Distance between heads [m]:	3,75

AFA, smoke detector:

Aspirasjonsdetektor

Smoke sensitivity [dB/m]:	0,01
Distance between detectors [m]:	10

Vestibyle

Room use:	Office/administration
Room area [m2]:	114
Average height [m]:	6,8
Max. length [m]:	22
Floor type:	Concrete floor
Base Ceiling:	Gypsum board, 13 mm (Ceiling)

Machines

Photo copying machine

No. of machines:	1
------------------	---

Stock

Electronics

Floor area [%]:	1
-----------------	---

Paper

Floor area [%]:	96
-----------------	----

Plants

Floor area [%]:	2
-----------------	---

Various office articles

Floor area [%]:	1
-----------------	---

Sprinkler:

Minimax K20

Activation temperature [°C]:	68
RTI [(m*sek)^0.5]:	50
C [(m/s)^1/2]	1
Distance between heads [m]:	3,75

AFA, smoke detector:

Smoke detector (0,2)

Smoke sensitivity [dB/m]:	0,2
Distance between detectors [m]:	10



Client - Nordvegen, rom 6,8 meter

Kjøkken og kantine

Room use:	Office/administration
Room area [m ²]:	65
Average height [m]:	6,8
Max. length [m]:	12
Floor type:	Timber floor
Base Ceiling:	Gypsum board, 13 mm (Ceiling)

Stock

Electronics

Floor area [%]: 1

Paper

Floor area [%]: 30

Plants

Floor area [%]: 5

Various office articles

Floor area [%]: 4

Wood

Floor area [%]: 60

Sprinkler:

Minimax K20

Activation temperature [°C]:	68
RTI [(m ³ sek) ^{0.5}]:	50
C [(m/s) ^{1/2}]:	1
Distance between heads [m]:	3,75

AFA, heat detector:

58/10

Activation temperature [°C]:	58
RTI [(m ³ sek) ^{0.5}]:	10
C [(m/s) ^{1/2}]:	1
Distance between detectors [m]:	4

AFA, smoke detector:

Smoke detector (0,2)

Smoke sensitivity [dB/m]:	0,2
Distance between detectors [m]:	10

Walls

Wall from 'Hovedutstilling' to 'Surroundings'

Base wall:	Prefab. concrete external wall
Base wall width:	31,2

Wall parts



Client - Nordvegen, rom 6,8 meter

EI 60 (60 minutes FR door)

Category:	Door
No. of:	1
Width [m]:	1,5
Height [m]:	2,1
Ht. above floor [m]:	0
S-Door:	Yes

Wall from 'Hovedutstilling' to 'Kjøkken og kantine'

Base wall:	Concrete wall, 15 cm
Base wall width:	0,01

Wall from 'Hovedutstilling' to 'Vestibyle'

Base wall:	Concrete wall, 15 cm
Base wall width:	29,8

Wall parts

Transport opening

Category:	Miscellaneous
No. of:	1
Width [m]:	3,17
Height [m]:	3
Ht. above floor [m]:	0

Transport opening

Category:	Miscellaneous
No. of:	2
Width [m]:	3,3
Height [m]:	1,2
Ht. above floor [m]:	4,5

Wall from 'Kjøkken og kantine' to 'Surroundings'

Base wall:	Concrete wall, 15 cm
Base wall width:	5

Wall parts

EI 60 (60 minutes FR door)

Category:	Door
No. of:	1
Width [m]:	2,3
Height [m]:	2,1
Ht. above floor [m]:	0
S-Door:	Yes

Wall from 'Vestibyle' to 'Kjøkken og kantine'

Base wall:	glassvegg
Base wall width:	9

Wall parts



Client - Nordvegen, rom 6,8 meter

EI 60 (60 minutes FR door)

Category:	Door
No. of:	1
Width [m]:	1,2
Height [m]:	2,1
Ht. above floor [m]:	0
S-Door:	Yes

Wall from 'Vestibyle' to 'Surroundings'

Base wall:	Concrete wall, 15 cm
Base wall width:	0,01

Wall parts

EI 60 (60 min FR door), (open)

Category:	Door
No. of:	1
Width [m]:	0,01
Height [m]:	2,1
Ht. above floor [m]:	0
S-Door:	No



Calculation

Basic information

Client:	CK
Scenario name:	Nordvegen, rom 6,8 meter
Consultant:	C&K
Company type:	Various
Basic bldg. construction:	Concrete
Last revision:	18.04.03
Revision No.:	49

Fire brigade

City area:	-
24 hour:	-
Distance/fire station [km]:	3,0
Calculated response time [min]:	8
Time before manual alarm [min]:	9

Fire start

Fire start room:	Hovedutstilling
Fire start, type:	Energy formula fire
Fire start, name:	Medium
Time limit [min]:	60

Room Names	[----- In operation -----]					Windload [m/s]
	AFV - Heat	AFV - Smoke	Sprinkler	AFA - Heat	AFA - Smoke	
Hovedutstilling	No	No	Yes	No	No	0,00
Vestibyle	No	No	Yes	No	No	0,00
Kjøkken og kantine	No	No	Yes	No	No	0,00

Doors, Hovedutstilling

Door name	Leads to	No. of	Tightness
EI 60 (60 minutes FR door)	Surroundings	1	99,00%

Doors, Vestibyle

Door name	Leads to	No. of	Tightness
EI 60 (60 minutes FR door)	Kjøkken og kantine	1	99,00%

Doors, Kjøkken og kantine

Door name	Leads to	No. of	Tightness
EI 60 (60 minutes FR door)	Vestibyle	1	99,00%
EI 60 (60 minutes FR door)	Surroundings	1	99,00%

Time	Smoke layer temp. [°C]			Rate of heat release [kW]	Heat radiation [kW/m ²]	Density Smoke layer [dB/m]
	Hovedutstilling	Vestibyle	Kjøkken og kantine			
00:00:00	20	20	20	0,0		
00:00:09	20	20	20	1,2		
00:00:19	20	20	20	4,5		
00:00:26	20	20	20	8,5		
00:00:34	20	20	20	14,2		
00:00:42	20	20	20	21,9		
00:00:51	20	20	20	31,7		
00:01:00	20	20	20	43,9		



Time	Smoke layer temp. [°C]			Rate of heat release [kW]	Heat radiation [kW/m ²]	Density Smoke layer [dB/m]
	Hovedutstilling	Vestibyle	Kjøkken og kantine			
00:01:09	20	20	20	58,4		
00:01:19	20	20	20	75,3		
00:01:28	20	20	20	94,4		
00:01:38	20	20	20	115,8		
00:01:47	20	20	20	139,1		
00:01:57	20	20	20	164,4		
00:02:06	20	20	20	191,3		
00:02:15	20	20	20	219,9		
00:02:24	20	20	20	249,9		
00:02:33	20	20	20	281,2		
00:02:41	20	20	20	313,8		
00:02:50	20	20	20	347,6		
00:02:58	20	20	20	382,4		
00:03:06	20	20	20	418,2		
00:03:14	20	20	20	455,0		
00:03:22	20	20	20	492,7		
00:03:30	20	20	20	531,3		
00:03:38	20	20	20	570,7		
00:03:45	20	20	20	610,8		
00:03:53	20	20	20	651,8		
00:04:00	20	20	20	693,4		
00:04:07	20	20	20	735,8		
00:04:14	20	20	20	778,8		
00:04:21	20	20	20	822,5		
00:04:28	20	20	20	866,8		
00:04:35	20	20	20	911,7		
00:04:42	20	20	20	957,2		
00:04:49	20	20	20	1003,3		
00:04:59	20	20	20	1073,5		
00:05:08	20	20	20	1145,0		
00:05:18	20	20	20	1217,6		
00:05:28	20	20	20	1291,3		
00:05:37	20	20	20	1366,2		
00:05:46	20	20	20	1442,1		
00:05:55	20	20	20	1519,1		
00:06:05	59	20	20	1603,6		0,66
00:06:13	55	20	20	1677,1	0,47	2,65
00:06:22	57	20	20	1756,6	0,49	3,14
00:06:32	60	20	20	1846,2	0,52	3,45
00:06:41	62	20	20	1932,2	0,54	3,67
00:06:51	65	20	20	2029,0	0,57	3,89
00:07:00	68	20	20	2123,2	0,60	4,08
00:07:09	71	20	20	2215,8	0,62	4,25
00:07:18	73	20	20	2305,2	0,65	4,41
00:07:27	76	20	20	2403,5	0,67	4,59
00:07:37	80	20	20	2510,1	0,70	4,78
00:07:46	83	20	20	2611,0	0,73	4,96
00:07:51	84	20	20	2668,4	0,75	5,06
00:07:51	Room 'Hovedutstilling': Sprinkler installation (AWS) activated.					
00:08:00	87	20	20	2668,4	0,78	5,22
00:08:10	90	54	20	2668,4	0,80	5,40



Time	Smoke layer temp. [°C]			Rate of heat release [kW]	Heat radiation [kW/m ²]	Density Smoke layer [dB/m]
	Hovedutstilling	vestibyle	Kjøkken og kantine			
00:08:19	93	61	20	2668,4	0,83	5,56
00:08:22	94	63	20	2626,8	0,84	5,62
00:08:22	Fire is declining.					
00:08:32	95	66	20	2306,4	0,85	5,76
00:08:42	95	66	20	1975,4	0,86	5,87
00:08:51	95	65	20	1667,2	0,86	5,94
00:09:00	94	64	20	1386,9	0,85	5,99
00:09:00	Fire brigade is alarmed.					
00:09:08	91	63	20	1088,5	0,83	6,02
00:09:17	89	62	20	787,5	0,81	6,02
00:09:27	86	61	20	484,9	0,78	6,01
00:09:36	82	59	20	182,4	0,76	5,98
00:09:41	80	59	20	0,0	0,74	5,97
00:09:41	Fire has been put out.					

Hovedutstilling

Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m ²]	Floor press. [N/m ²]
00:00:00	0,00		6,80	20		-0,010
00:00:09	0,00		6,80	20		0,000
00:00:19	0,00		6,80	20		0,003
00:00:26	0,00		6,80	20		0,007
00:00:34	0,00		6,80	20		0,014
00:00:42	0,00		6,80	20		0,024
00:00:51	0,00		6,80	20		0,038
00:01:00	0,01		6,80	20		0,057
00:01:09	0,01		6,80	20		0,081
00:01:19	0,02		6,80	20		0,108
00:01:28	0,02		6,80	20		0,138
00:01:38	0,03		6,80	20		0,169
00:01:47	0,04		6,80	20		0,202
00:01:57	0,05		6,80	20		0,234
00:02:06	0,07		6,80	20		0,266
00:02:15	0,08		6,80	20		0,297
00:02:24	0,10		6,80	20		0,327
00:02:33	0,12		6,80	20		0,355
00:02:41	0,14		6,80	20		0,383
00:02:50	0,17		6,80	20		0,410
00:02:58	0,19		6,80	20		0,436
00:03:06	0,22		6,80	20		0,462
00:03:14	0,25		6,80	20		0,486
00:03:22	0,28		6,80	20		0,510
00:03:30	0,31		6,80	20		0,533
00:03:38	0,35		6,80	20		0,556
00:03:45	0,39		6,80	20		0,578
00:03:53	0,42		6,80	20		0,599
00:04:00	0,47		6,80	20		0,620
00:04:07	0,51		6,80	20		0,641
00:04:14	0,56		6,80	20		0,661
00:04:21	0,60		6,80	20		0,681



Hovedutstilling

Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m²]	Floor press. [N/m²]
00:04:28	0,65		6,80	20		0,701
00:04:35	0,70		6,80	20		0,720
00:04:42	0,76		6,80	20		0,739
00:04:49	0,81		6,80	20		0,758
00:04:59	0,90		6,80	20		0,786
00:05:08	0,99		6,80	20		0,813
00:05:18	1,08		6,80	20		0,839
00:05:28	1,18		6,80	20		0,866
00:05:37	1,29		6,80	20		0,891
00:05:46	1,40		6,80	20		0,917
00:05:55	1,51		6,80	20		0,942
00:06:05	1,67	0,66	6,62	59		1743,904
00:06:13	1,67	2,65	6,26	55	0,47	2183,745
00:06:22	1,67	3,14	5,91	57	0,49	2391,719
00:06:32	1,67	3,45	5,55	60	0,52	2543,568
00:06:41	1,66	3,67	5,26	62	0,54	2424,198
00:06:51	1,66	3,89	4,99	65	0,57	2185,139
00:07:00	1,65	4,08	4,78	68	0,60	1962,239
00:07:09	1,63	4,25	4,61	71	0,62	1783,765
00:07:18	1,62	4,41	4,47	73	0,65	1649,571
00:07:27	1,60	4,59	4,35	76	0,67	1520,977
00:07:37	1,59	4,78	4,25	80	0,70	1390,478
00:07:46	1,59	4,96	4,17	83	0,73	1285,890
00:07:51	1,60	5,06	4,13	84	0,75	1226,355
00:07:51	Room 'Hovedutstilling': Sprinkler installation (AWS) activated.					
00:08:00	1,62	5,22	4,07	87	0,78	933,172
00:08:10	1,65	5,40	4,02	90	0,80	3609,003
00:08:19	1,68	5,56	3,98	93	0,83	3237,895
00:08:22	1,69	5,62	3,96	94	0,84	2939,529
00:08:22	Fire is declining.					
00:08:32	1,72	5,76	3,90	95	0,85	1635,362
00:08:42	1,74	5,87	3,81	95	0,86	775,692
00:08:51	1,75	5,94	3,73	95	0,86	296,043
00:09:00	1,76	5,99	3,65	94	0,85	66,261
00:09:00	Fire brigade is alarmed.					
00:09:08	1,77	6,02	3,57	91	0,83	-1,072
00:09:17	1,77	6,02	3,50	89	0,81	-96,824
00:09:27	1,78	6,01	3,44	86	0,78	-337,897
00:09:36	1,77	5,98	3,39	82	0,76	-713,283
00:09:41	1,77	5,97	3,38	80	0,74	-1005,648
00:09:41	Fire has been put out.					

Vestibyle

Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m²]	Floor press. [N/m²]
00:00:00	0,00		6,80	20		-0,005
00:00:09	0,00		6,80	20		0,000
00:00:19	0,00		6,80	20		0,003
00:00:26	0,00		6,80	20		0,007
00:00:34	0,00		6,80	20		0,014



Vestibyle						
Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m ²]	Floor press. [N/m ²]
00:00:42	0,00		6,80	20		0,024
00:00:51	0,00		6,80	20		0,038
00:01:00	0,00		6,80	20		0,057
00:01:09	0,00		6,80	20		0,081
00:01:19	0,00		6,80	20		0,108
00:01:28	0,00		6,80	20		0,138
00:01:38	0,00		6,80	20		0,169
00:01:47	0,00		6,80	20		0,202
00:01:57	0,00		6,80	20		0,234
00:02:06	0,00		6,80	20		0,266
00:02:15	0,00		6,80	20		0,297
00:02:24	0,00		6,80	20		0,327
00:02:33	0,00		6,80	20		0,355
00:02:41	0,00		6,80	20		0,383
00:02:50	0,00		6,80	20		0,410
00:02:58	0,00		6,80	20		0,436
00:03:06	0,00		6,80	20		0,462
00:03:14	0,00		6,80	20		0,486
00:03:22	0,00		6,80	20		0,510
00:03:30	0,00		6,80	20		0,533
00:03:38	0,00		6,80	20		0,556
00:03:45	0,00		6,80	20		0,578
00:03:53	0,00		6,80	20		0,599
00:04:00	0,00		6,80	20		0,620
00:04:07	0,00		6,80	20		0,641
00:04:14	0,00		6,80	20		0,661
00:04:21	0,00		6,80	20		0,681
00:04:28	0,00		6,80	20		0,701
00:04:35	0,00		6,80	20		0,720
00:04:42	0,00		6,80	20		0,739
00:04:49	0,00		6,80	20		0,758
00:04:59	0,00		6,80	20		0,786
00:05:08	0,00		6,80	20		0,813
00:05:18	0,00		6,80	20		0,839
00:05:28	0,00		6,80	20		0,866
00:05:37	0,00		6,80	20		0,891
00:05:46	0,00		6,80	20		0,917
00:05:55	0,00		6,80	20		0,942
00:06:05	0,00		6,80	20		1743,901
00:06:13	0,02		6,80	20		2183,741
00:06:22	0,04		6,80	20		2391,715
00:06:32	0,06		6,80	20		2543,566
00:06:41	0,10		6,80	20		2424,199
00:06:51	0,21		6,80	20		2185,163
00:07:00	0,38		6,80	20		1962,321
00:07:09	0,61		6,80	20		1783,934
00:07:18	0,86		6,80	20		1649,843
00:07:27	1,16		6,80	20		1521,361
00:07:37	1,51		6,80	20		1390,971
00:07:46	1,86		6,80	20		1286,468
00:07:51	2,07		6,80	20		1226,984

**Vestibyle**

Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m ²]	Floor press. [N/m ²]
00:07:51	Room 'Hovedutstilling': Sprinkler installation (AWS) activated.					
00:08:00	2,43		6,80	20		933,872
00:08:10	2,52	4,28	5,80	54	0,30	3609,898
00:08:19	2,52	4,69	4,94	61	0,38	3238,740
00:08:22	2,52	4,83	4,65	63	0,41	2940,273
00:08:22	Fire is declining.					
00:08:32	2,52	5,09	4,02	66	0,46	1635,778
00:08:42	2,52	5,26	3,55	66	0,50	775,881
00:08:51	2,52	5,38	3,27	65	0,51	296,134
00:09:00	2,52	5,47	3,08	64	0,52	66,320
00:09:00	Fire brigade is alarmed.					
00:09:08	2,52	5,55	2,92	63	0,53	-1,028
00:09:17	2,52	5,62	2,80	62	0,53	-96,790
00:09:27	2,50	5,68	2,72	61	0,52	-337,871
00:09:36	2,47	5,74	2,66	59	0,52	-713,266
00:09:41	2,45	5,77	2,65	59	0,51	-1005,636
00:09:41	Fire has been put out.					

Kjøkken og kantine

Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m ²]	Floor press. [N/m ²]
00:00:00	0,00		6,80	20		-0,003
00:00:09	0,00		6,80	20		0,000
00:00:19	0,00		6,80	20		0,001
00:00:26	0,00		6,80	20		0,001
00:00:34	0,00		6,80	20		0,003
00:00:42	0,00		6,80	20		0,005
00:00:51	0,00		6,80	20		0,008
00:01:00	0,00		6,80	20		0,012
00:01:09	0,00		6,80	20		0,017
00:01:19	0,00		6,80	20		0,023
00:01:28	0,00		6,80	20		0,029
00:01:38	0,00		6,80	20		0,036
00:01:47	0,00		6,80	20		0,043
00:01:57	0,00		6,80	20		0,050
00:02:06	0,00		6,80	20		0,057
00:02:15	0,00		6,80	20		0,063
00:02:24	0,00		6,80	20		0,070
00:02:33	0,00		6,80	20		0,076
00:02:41	0,00		6,80	20		0,082
00:02:50	0,00		6,80	20		0,088
00:02:58	0,00		6,80	20		0,093
00:03:06	0,00		6,80	20		0,099
00:03:14	0,00		6,80	20		0,104
00:03:22	0,00		6,80	20		0,109
00:03:30	0,00		6,80	20		0,114
00:03:38	0,00		6,80	20		0,119
00:03:45	0,00		6,80	20		0,124
00:03:53	0,00		6,80	20		0,128
00:04:00	0,00		6,80	20		0,133



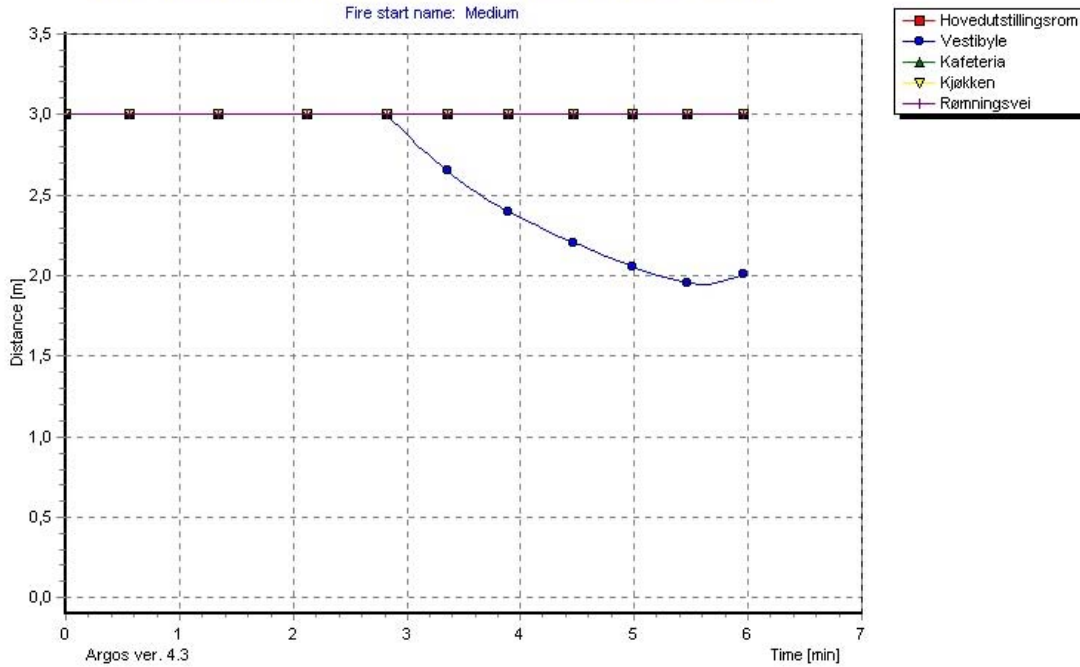
Kjøkken og kantine

Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m ²]	Floor press. [N/m ²]
00:04:07	0,00		6,80	20		0,137
00:04:14	0,00		6,80	20		0,141
00:04:21	0,00		6,80	20		0,146
00:04:28	0,00		6,80	20		0,150
00:04:35	0,00		6,80	20		0,154
00:04:42	0,00		6,80	20		0,158
00:04:49	0,00		6,80	20		0,162
00:04:59	0,00		6,80	20		0,168
00:05:08	0,00		6,80	20		0,174
00:05:18	0,00		6,80	20		0,180
00:05:28	0,00		6,80	20		0,185
00:05:37	0,00		6,80	20		0,191
00:05:46	0,00		6,80	20		0,196
00:05:55	0,00		6,80	20		0,201
00:06:05	0,00		6,80	20		373,138
00:06:13	0,00		6,80	20		467,249
00:06:22	0,00		6,80	20		511,749
00:06:32	0,00		6,80	20		544,240
00:06:41	0,00		6,80	20		518,699
00:06:51	0,01		6,80	20		467,553
00:07:00	0,01		6,80	20		419,873
00:07:09	0,02		6,80	20		381,704
00:07:18	0,03		6,80	20		353,012
00:07:27	0,05		6,80	20		325,521
00:07:37	0,07		6,80	20		297,622
00:07:46	0,09		6,80	20		275,262
00:07:51	0,11		6,80	20		262,534
00:07:51	Room 'Hovedutstilling': Sprinkler installation (AWS) activated.					
00:08:00	0,13		6,80	20		199,818
00:08:10	0,19		6,80	20		772,400
00:08:19	0,24		6,80	20		692,984
00:08:22	0,26		6,80	20		629,122
00:08:22	Fire is declining.					
00:08:32	0,31		6,80	20		350,003
00:08:42	0,34		6,80	20		166,013
00:08:51	0,37		6,80	20		63,363
00:09:00	0,38		6,80	20		14,190
00:09:00	Fire brigade is alarmed.					
00:09:08	0,38		6,80	20		-0,220
00:09:17	0,38		6,80	20		-20,710
00:09:27	0,38		6,80	20		-72,293
00:09:36	0,37		6,80	20		-152,616
00:09:41	0,37		6,80	20		-215,173
00:09:41	Fire has been put out.					

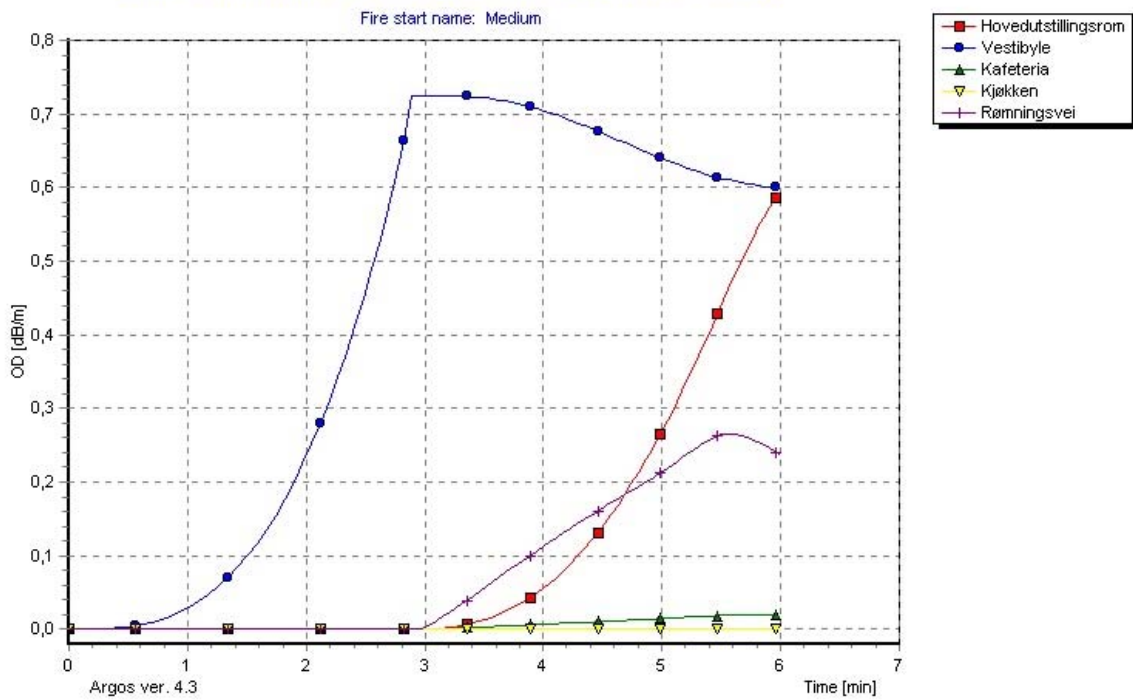


Grafer fra Argos til brannscenario 1

Distance from floor to smoke layers (Norvegen, rom 3 meter)



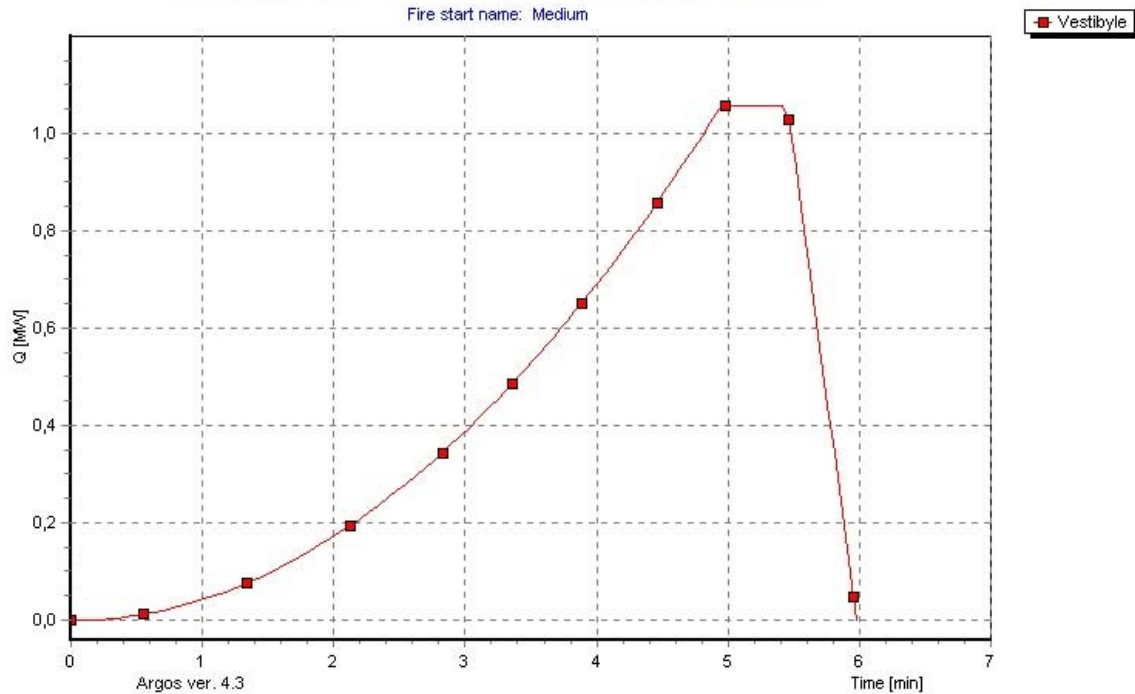
Optical smoke density in rooms (Norvegen, rom 3 meter)



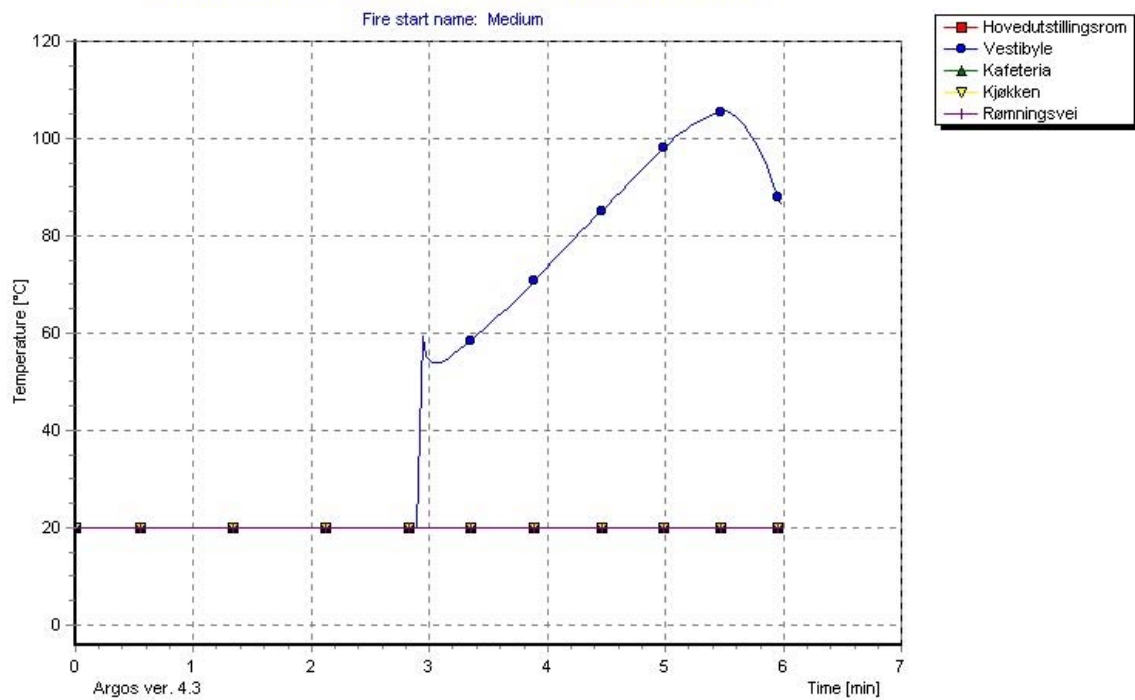


Grafer fra Argos fra brannscenario 1

Rate of heat release from fire (Norvegen, rom 3 meter)



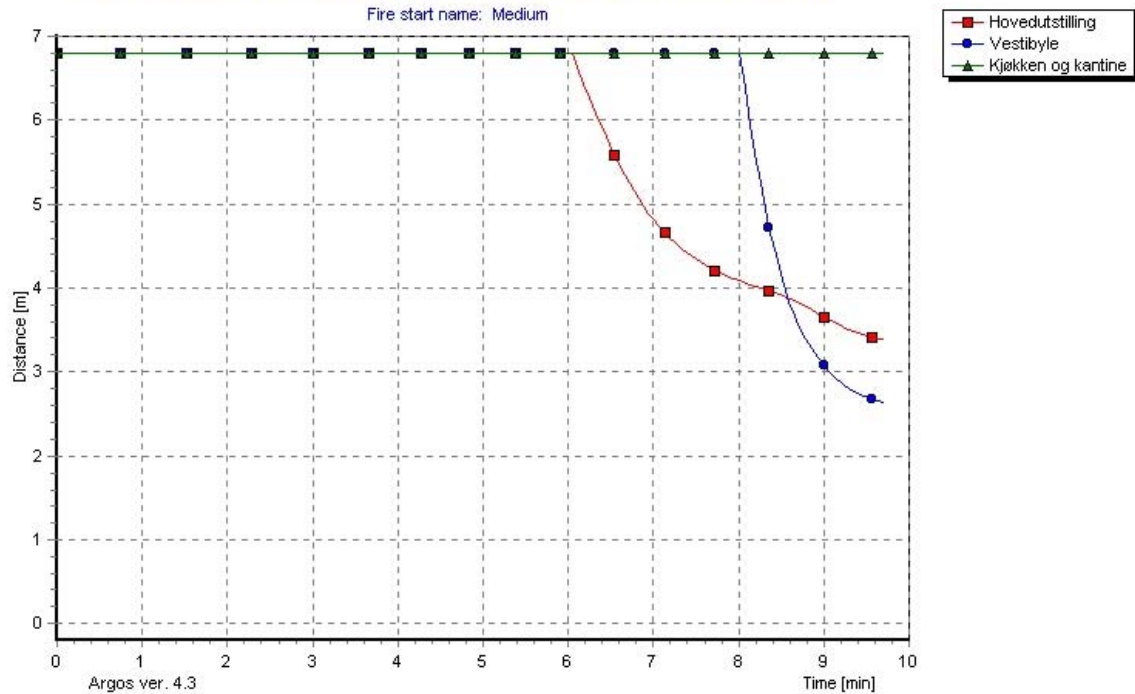
Temperature in smoke layer (Norvegen, rom 3 meter)



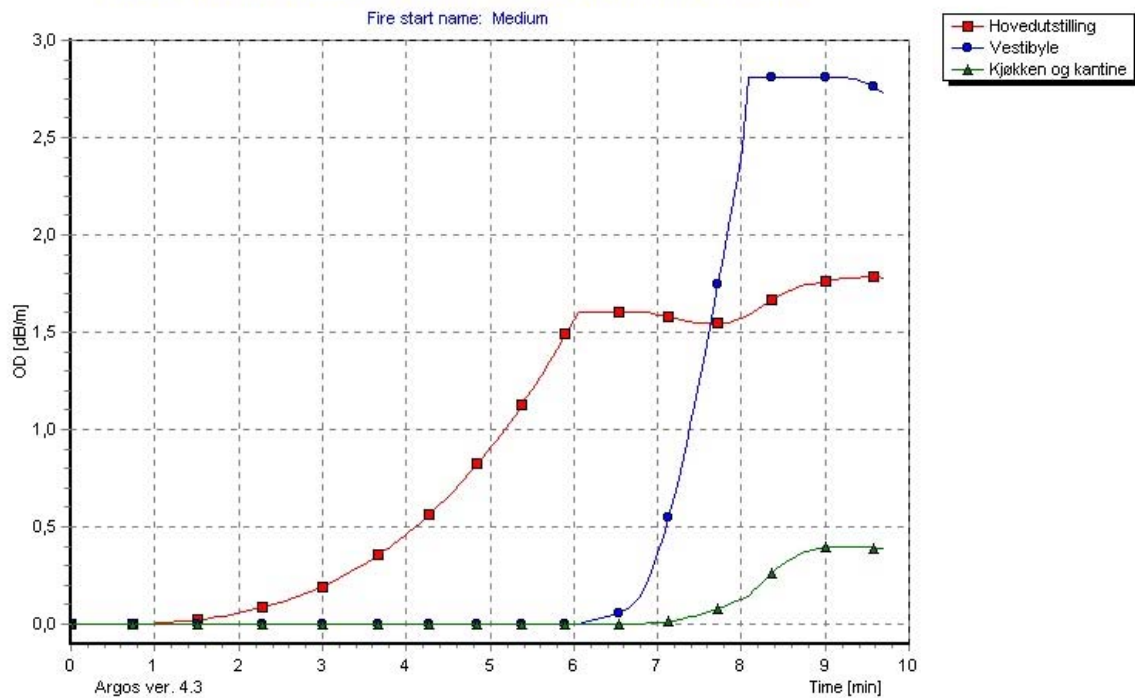


Grafer fra Argos fra brannscenario 2

Distance from floor to smoke layers (Nordvegen, rom 6,8 meter)



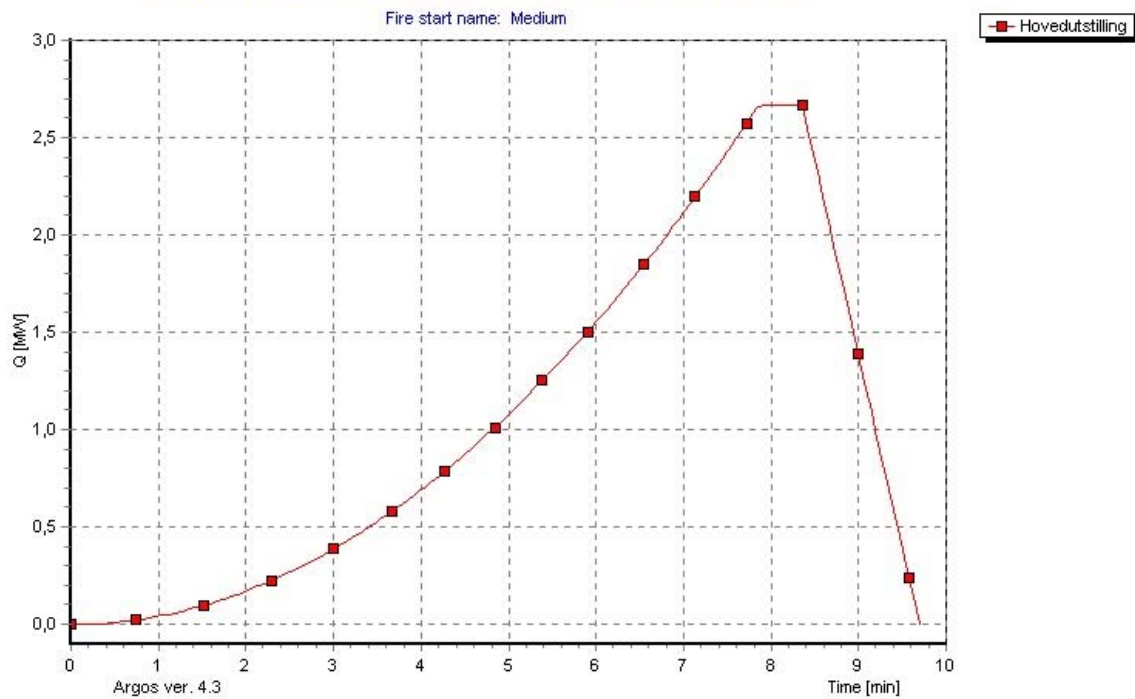
Optical smoke density in rooms (Nordvegen, rom 6,8 meter)



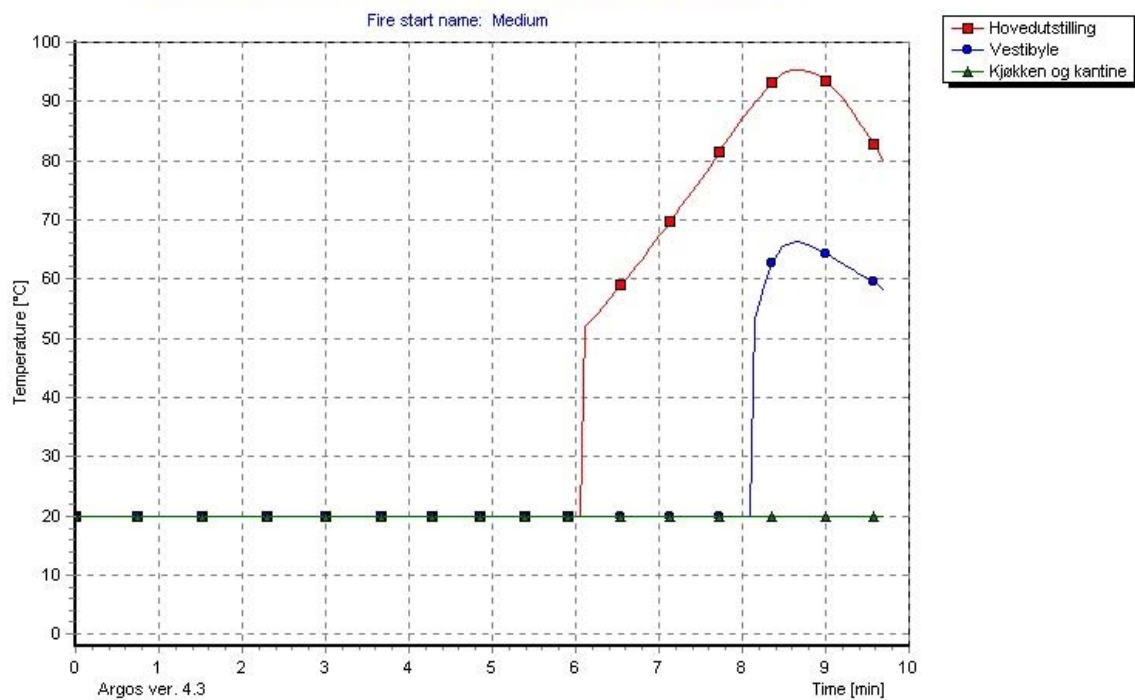


Grafer fra Argos fra brannscenario 2

Rate of heat release from fire (Nordvegen, rom 6,8 meter)



Temperature in smoke layer (Nordvegen, rom 6,8 meter)





Tabell C1 (Tabell 8.5 i kap 8): Utdrag fra de viktigste resultatene fra "Calculation" fra begge brannscenariene, med vanntåke.

Hvor	Tid til aktivering av brannalarm i startrom (s)	Tid til aktivering av sprinkler i startrom (s)	Tid før brannen ble slokket (s)	Maks "rate og heat release" (MW)	Temperatur i røyk (°C)	Røyk i rom (dB/m)	Avstand fra gulv til røyklag (m)
Brannscenario 1 (3 meter)	113	297	358	1058,7	106	7,33	1,95
Brannscenario 2 (6,8meter)	28	471	581	2668,1	95	6,05	3,38

Tabell C2: Utdrag fra de viktigste resultatene fra "Calculation" fra begge brannscenariene, uten vanntåke, men med brannalarm

Sted	Tid til aktivering av brannalarm i startrom (s)	Tid før brannen ble slokket (s)	Maks "rate og heat release" (MW)	Temperatur i røyk (°C)	Røyk i rom (dB/m)	Avstand fra gulv til røyklag (m)
Brannscenario 1 (3 meter)	113	833	5000	289	17,47	0,01
Brannscenario 2 (6,8meter)	28	714	3874,8	123	8,11	1,38



Utdrag av data fra FHC simuleringer fra vanntåke over himling

Balanced to Booster

0 L/min : 6.000 bars

500 L/min : 6.000 bars

1000 L/min : 6.000 bars

1500 L/min : 6.000 bars

2000 L/min : 6.000 bars

0 L/min : 0.000 bars

0 L/min : 0.000 bars

0 L/min : 0.000 bars

Heads under pressure: 0

Heads under density: 0

Heads above 2 bar: 6

Pipes with no flow: 0

Pipes > 10.0 m/s: 0

Remotest head node: 222

Head no Head node Flow L/min

2 217 41.822

6 222 40.942

5 221 41.085

3 219 41.151

Total flow to heads: 165.000 L/min

Area between heads: 13.125 sq.m

Total 4 mrhs area/4: 14.010 sq.m

Density over 4 mrhs: 3.143 mm/min

Specified density: 2.900 mm/min

Density over 4 mrhs: 0.077 US.GPM/sq.ft

Specified density: 0.071 US.GPM/sq.ft

Min. head density: 2.922 mm/min

Max. head density: 2.987 mm/min

Min. head flow: 40.942 L/min

Max. head flow: 41.842 L/min

Min. head pressure: 4.191 bar

Max. head pressure: 4.377 bar

Min. pipe flow rate: 40.942 L/min

Max. pipe flow rate: 247.853 L/min

Min. velocity: 1.115 m/s

Max. velocity: 4.065 m/s

: 13.338 ft/sec

Max. vel thro valves: 1.115 m/s

Min. pipe pressure: 0.012 bar

Max. pipe pressure: 0.151 bar

Min. pressure drop: 2.627 mb/m

Max. pressure drop: 61.219 mb/m

Min. equiv length: 1.730 m

Max. equiv length: 22.140 m



Metres to bars: 10.000
SG of fluid: 1.000
Hydraulic gradient: 1.673 %
Sum of head flows: 247.853 L/min
Source flow rate: 247.853 L/min
: 14.871 m³/hr
: 54.520 gpm
: 65.483 US.GPM
Source pressure: 6.000 bar
: 600.000 kPa
: 87.023 psi
Total area covered: 84.060 sq.m
: 904.788 sq.ft
Average density: 0.072 US.GPM/sq.ft
Velocity profile: Pipes Total no
0 to 1 m/s : 0 21
1 to 2 m/s : 16 21
2 to 3 m/s : 3 5
3 to 4 m/s : 1 2
4 to 5 m/s : 1 1
No. of iterations: 34
Relaxation factor: 0.80000
Max. node flow error: 0.00000 L/min
Pipes max. pd error: 0.00000 bar
Heads max. pd error: 0.00000 bar
Max. error in loops: 0.00000 bar
Overall flow balance: 0.00000 %
Calculation time: 0.061 secs

End of summary for A:\VANNTKE UNDER HELT FERDIG.FHC



VEDLEGG D

Rømningstid



Rømningstid

Minimum rømningstid

I utgangspunktet bestemmer man minimum rømningstid ut fra hvor langt tid som minst går med til deteksjon, reaksjon og forflytning. Minimum deteksjonstid finner man ved å vurdere dimensjonerende brannscenario i forhold til deteksjonstiltak. Minimum reaksjonstid settes til 70 sekunder, nærmere bestemt 30 s og 40 s på henholdsvis fortolknings- og beslutningstiden.

Minimum rømningstid finnes således av:

$$T_{N,\min} = T_{\text{det},\min} + T_{\text{fort},\min} + T_{\text{besl},\min} + T_{\text{forfl},\min}$$

Minimum forflytningstid

Minste forflytningstid beregnes ved å summere tiden brukt over hele rømningsveien. Rømningsveien oppdeles i deler hvor hver del består av et område som de rømmende skal bevege seg gjennom og en passasje/innsnevring (f.eks. dør) som de rømmende skal passere.

Minste forflytningstid $T_{\text{forfl},\min}$ beregnes som

$$T_{\text{forfl},\min} = \sum (L/v + N/S_b)$$

der

L er lengde på rømningsvei (m)

v er ganghastighet (m/s)

N er antall personer (p)

S_b er beregnet strømningsrate gjennom en passasje (p/s).

Persontetthet

Persontettheten ρ_p finner man ved å dividere antall personer N i forhold til arealet de erfaringsmessig bruker til evakuering, dvs. effektivt areal A_e .

$$\rho_p = N/A_e$$

Bevegelseshastighet

Maksimum bevegelseshastighet v er 1,2 m/s, og hastigheten reduseres som funksjon av persontetthet:

$$v = k(1 - a\rho_p)$$

der

k velges i forhold til om det er bevegelse i korridorer eller trapper

a er en konstant som ved forsøk er funnet å være $0,266 \text{ m}^2/\text{p}$

ρ_p er persontetthet (p/m^2)

Strømningshastighet

Beregnet strømningshastighet S_b finnes av:

$$S_b = S_s B_e \text{ og } S_s = v\rho_p$$

der

S_s er den spesifikke strømningshastigheten ($\text{p}/\text{s} \cdot \text{m}$)

B_e er effektiv bredde av passasje/innsnevring (m)



Bredden B av rømningsveien må korrigeres fordi personer ikke kan gå helt inntil vegger. Dette gjøres ved å trekke fra 0,15 m (balanseavstanden).

Effekt av påvirkende faktorer

Rømningstiden øker som følge av påvirkende faktorer som

- bygningsmessige forhold (planløsning, forhold i rømningsveiene)
- personbeskrivende faktorer (beskrivelse av personer i bygning)

Rømningstid korrigert for påvirkende faktorer blir derfor:

$$T_{N, pv} = (T_{det, min} + \Delta T_{det}) + (T_{fort, min} + \Delta T_{fort}) + (T_{besl, min} + \Delta T_{besl}) + (T_{forfl, min} + \Delta T_{forfl})$$

der ΔT er effekten av de gjeldende påvirkende faktorene i de forskjellige fasene.

Nytte av evakueringstiltak

Tiltak som påvirker rømningstiden, vil redusere effekten av de påvirkende faktorene:

$$T_N = (T_{det, min} + \Delta T_{det} \cdot \eta_{det}) + (T_{fort, min} + \Delta T_{fort} \cdot \eta_{fort}) + (T_{besl, min} + \Delta T_{besl} \cdot \eta_{besl}) + (T_{forfl, min} + \Delta T_{forfl} \cdot \eta_{forfl})$$

der η er estimert nytte (reduksjonsfaktor) i de ulike fasene av valgte evakueringstiltak og kombinasjon av dem.

Utregninger

Ved utregninger av nødvendig rømningstid i senteret ble det tatt utgangspunkt i at en person står ved handikap toalettet i U-1 og velger å rømme ut gjennom den rømningsveien som ligger i gangen like ved kjøkkenet. Det ble tatt utgangspunkt i dette scenariet for å få regne på et worst-case scenario. Ved å anta at personen ikke kan gå i trapper og derfor er nødt til å bruke denne veien istedenfor å bruke den rømningsveien som ligger nærmest, vil dette bli et worst-case tilfelle. Det ble videre antatt at 50 personer velger å bruke denne rømningsveien. I denne rømningsveien vil det være to innsnevringar: en ved overgang fra vestibyle til gang og en dør i enden av gangen.

Vestibyle:

$L = 31,3$ meter

$B = 1,7$ meter, bredde ut av vestibyle

Areal vestibyle = 150 m^2 , antar at effektivt rømningsareal, A_e , er 80 m^2 .

Persontetthet:

$$\rho_p = N/A_e = 50p/80 \text{ m}^2 = 0,63 \text{ p/m}^2$$

Fart:

$$v = k(1 - a \rho_p) = 1,4(1 - 0,266 \text{ m}^2 * 0,63 \text{ p/m}^2) = 1,17 \text{ m/s}$$

**Strømningshastighet:**

$$S_b = S_s * B_e$$

$$S_s = v * \rho_p = 1,17\text{m/s} * 0,63\text{p/m}^2 = 0,74 \text{ p/s*m}$$

$$B_e = 1,7\text{m} - (2*0,15\text{m}) = 1,4\text{m}$$

$$S_b = S_s * B_e = 0,74 \text{ p/s*m} * 1,4\text{m} = 1,04 \text{ p/s}$$

Minimum forflytningstid:

$$T_{\text{forflytning, min}} = (L/v + N/S_b) = (31,3/0,63 + 50/1,04) = \underline{98 \text{ sek}}$$

Gang:

$$L = 12,2 \text{ m}$$

$$B = 1,7\text{m, bredde på gang}$$

$$B_e = 1,5, \text{ bredde på dør ut av gang}$$

$$A_e = 20,7\text{m}^2$$

Persontetthet:

$$\rho_p = N/A_e = 50\text{p}/20,7\text{m}^2 = 2,42 \text{ p/m}^2$$

Fart:

$$v = k(1 - a \rho_p) = 1,4(1 - 0,266\text{m}^2 * 2,42 \text{ p/m}^2) = 0,5 \text{ m/s}$$

Strømningshastighet:

$$S_b = S_s * B_e$$

$$S_s = v * \rho_p = 0,5\text{m/s} * 2,42\text{p/m}^2 = 1,21 \text{ p/s*m}$$

$$B_e = 1,5\text{m} - (2*0,15\text{m}) = 1,2\text{m}$$

$$S_b = S_s * B_e = 1,21 \text{ p/s*m} * 1,2\text{m} = 1,45 \text{ p/s}$$

Minimum forflytningstid:

$$T_{\text{forflytning, min}} = (L/v + N/S_b) = (12,2/0,5 + 50/1,45) = \underline{59 \text{ sek}}$$

Samlet minimums forflytningstid:

$$T_{\text{for,min,vestibyle}} + T_{\text{for,min,gang}} = 59\text{s} + 98\text{s} = \underline{157 \text{ sek}}$$

Beregning av minimum rømningstid

$$T_{N, \text{min}} = T_{\text{det, min}} + T_{\text{fort, min}} + T_{\text{besl, min}} + T_{\text{forfl, min}}$$

Minste deteksjonstid ble funnet til å være 113 sekund etter simuleringer i Argos. (se Tabell 8.5, kap 8)

Minimum fortolknings- og beslutningstid skal henholdsvis være 30 og 40 sekund [18]

Minste rømningstid ble da:

$$T_{N, \text{min}} = 113 + 30 + 40 + 157 = \underline{340 \text{ sek}}$$

Effekt av påvirkende faktorer

$$T_{N, pv} = (T_{det, min} + \Delta T_{det}) + (T_{fort, min} + \Delta T_{fort}) + (T_{besl, min} + \Delta T_{besl}) + (T_{forfl, min} + \Delta T_{forfl})$$

der ΔT er effekten av de gjeldende påvirkende faktorene i de forskjellige fasene.

Antar at det kan befinne seg rullestolbrukere i bygget og velger derfor å ta hensyn til faktoren redusert førlighet. Antar også at det vil befinne seg en del familier i senteret og tar derfor hensyn til gruppetilhørighet. Tar utgangspunkt i Tabell 54 fra byggforskbladet "Beregning av rømningstid", men velger å redusere enkelte av verdiene med noen minutt pga at verdiene som er oppgitt i tabellen vil være veldig konservative for Nordvegen Historiesenter. [18]

F.eks er de oppgitte verdiene for den påvirkende faktoren oppfattelsesevne satt til å være 5 minutt i deteksjonstid og 5 minutt i fortolkningstid. Disse verdiene ble sett på som veldig konservative. Det ble sett på som lite trolig at publikum først vil bruke 5 minutt for å detektere en eventuell brann og deretter bruke 5 minutt på å fortolke informasjonen. Disse verdiene ble derfor redusert fra 5 til 2 minutt. Andre faktorer som også ble sett på som konservative, og dermed også redusert, var kjennskap til rømningsveier og sosiale roller. De nye antagelsene finnes i Tabell D1.

Tabell D1: Påvirkende faktorer

Påvirkende faktorer	ΔT_{det}	ΔT_{fort}	ΔT_{besl}	ΔT_{forfl}
Kjennskap til rømningsveier			120	180
Redusert førlighet				300
Sosiale roller		120		
Oppfattelsesevne	120	120		
Gruppetilhørighet			120	
Samlet tid	120	240	240	480

Nytte av evakueringstiltak

Det er innført tiltak i bygningen som reduserer rømningstiden. Det har blitt installert et vanntåkeanlegg og et automatisk brannalarmanlegg med alarmklokker og talevarsling. Det vil også bli innført ledesystem i bygget og det blir antatt at rømningsveiene er godt markert. Det blir også antatt at det finnes en god evakueringsstrategi, at ansvaret er fordelt og de ansatte har fått god opplæring og trening i evakuering av bygget. Ettersom det vil befinne seg nye folk i bygget til enhver tid, vil reduksjonsfaktoren av trening og opplæring bli halvert ettersom det bare er personalet som får opplæring. [18]

For å finne den totale reduksjonsfaktoren må alle reduksjonsfaktorene multipliseres for å finne en felles faktor. Det ble tatt utgangspunkt i verdiene i Tabell 67 i byggforskbladet "Beregning av rømningstid". [18]



Tabell R2: Evakueringstiltak

Evakueringstiltak	η_{det}	η_{fort}	η_{besl}	η_{forfl}
Evakueringsstrategi		0,50	0,50	0,50
Opplæring og trening		(0,3 – 0,5) ~ 0,25		
Rømningsplaner Audio-visuell info		0,98 0,96		
Varslingsmedium; Alarmklokker Talevarsling		(0,8 – 0,9) ~ 0,85 (0,6 – 0,7) ~ 0,65		
Rømningsinformasjon; Automatisert info			(0,85 – 0,96) ~ 0,90	
Merking av rømningsveier			(0,75 – 0,95) ~ 0,80	(0,75 – 0,95) ~ 0,80
Felles faktor		0,06	0,36	0,40

Total nødvendig rømningstid:

$$T_N = (T_{det,min} + \Delta T_{det} \cdot \eta_{det}) + (T_{fort,min} + \Delta T_{fort} \cdot \eta_{fort}) + (T_{besl,min} + \Delta T_{besl} \cdot \eta_{besl}) + (T_{forfl,min} + \Delta T_{forfl} \cdot \eta_{forfl})$$

der η er estimert nytte (reduksjonsfaktor) i de ulike fasene av valgte evakueringstiltak og kombinasjon av dem.

$$T_N = (113 + 120) + (30 + 240 \cdot 0,06) + (40 + 240 \cdot 0,36) + (157 + 480 \cdot 0,40) = 752,8 \text{ sek} = 12,5 \text{ min} = \underline{\underline{12 \text{ min og } 33 \text{ sek}}}$$

OVERSIKT OVER HVA SOM VIL SKJE VED EN EVENTUELL BRANN

Det ble tatt utgangspunkt i de to brannscenariene som har blitt simulert i Argos og deretter ble det laget en tabell over hva som vil skje ved en eventuell brann. Tabell D3 viser brannens utvikling, de aktive brannsikringstiltakene, rømningen og brannvesenet og hvordan de står i forbindelse med hverandre sett ut fra et tidsperspektiv.

Tabell D3: Oversikt over hva som vil skje ved en eventuell brann

Tid (min)	Brannutvikling [kW]		Aktive brannbeskyttelses-anlegg		Rømning		Brannvesen
	3,0 m	6,8 m	3,0 m	6,8 m	3,0 m	6,8 m	
0	0	0					
1	44,5	47		RD*, Hoveduts. (28sek)		Rømning starter	



2	180	197	RD*, Vestibyle (1min og 53sek)		Rømning starter		
3	410	390	RD*, Hovedutst (2min og 58sek)				
4	707	703					
5	1058 Brann minker	1084	RD*, Rømn.vei (4min og 51sek) Vanntåke Vestibyle (4min og 57sek)				
6	0 Brann slukket	1600					
7		2119		RD*, Vest. (6min og 50sek)			
8		2668 Brann minker		Vanntåke Hoveduts. (7min og 51sek) RD, Kantine (8min og 12sek)			Ankommer (8min og 28sek)
9		1193					Starter slokking (9min og 28sek)
10		0					Brann slokket (9min og 41sek)
11							
12							
13						Alle er ute av bygget (13min og 1sek)	
14					Alle er ute av bygget (14min og 26sek)		

* RD = røykdetektor



VEDLEGG E

Resultater fra dimensjonering og pris
av vanntåkeanlegget, sprinkleranlegget
og brannalarmanlegget

**VANNTÅKEANLEGG*****Sprinklerhoder brukt over himling***

Minifog –Sprinkler K10-MXF-UP3/8×68°C-CR-TypB (Se Vedlegg G)

Sprinklerhoder brukt over himling

Minifog –Sprinkler K20-MXF-P3/8×68°C-CR-TypB (Se Vedlegg G)

Tabell E1: Antall og pris på vanntåkedyser i U-1

Navn	OVER HIMLING		UNDER HIMLING	
	Antall	Kostnad per enhet (kr)	Antall	Kostnad per enhet (kr)
Lager			2	1600
Verksted	2	1600	4	1600
Tavlerom			2	1600
Trafo			2	1600
B.K	1	1600	1	1600
WC	1	1600	1	1600
AFT.			1	1600
Gang	2	1600	2	1600
Lager (Ute)			1	1600
Lager (kjøkken)	1	1600	1	1600
Oppbev.	1	1600	1	1600
Kjøkken	5	1600	4	1600
Kafeteria	8	1600	10	1600
Klasserom	6	1600	4	1600
Galleri	8	1600	8	1600
Øvre del hovedutstilling	44	1600	32	1600
Hovedtrapp			3	1600
Heis			1	1600
Vestibyle m. garderobe og billetter	28	1600	25	1600
Vindushall	5	1600	8	1600
Kontor	2	1600	2	1600
Kontor	2	1600	2	1600
Arkiv/ Data	4	1600	4	1600
Vaktmesterrom	2	1600	2	1600
WC	1	1600	1	1600
HCWC	1	1600	1	1600
Herretoalett	1	1600	1	1600
Dametoalett	1	1600	1	1600
SUM	126	201.600	129	206.400

(Se Vedlegg H, Tegning 1 og 2)



Tabell E2: Antall og pris på vanntåkedysere i U-2

U-2 OVER HIMLING**UNDER HIMLING**

Rom	Antall	Kostnad per enhet (kr)	Antall	Kostnad per enhet (kr)
Lager			4	1600
Ventilasjonsrom			10	1600
Fyrrom			2	1600
B.K	2	1600	2	1600
Filmrom	8	1600	8	1600
Fordypningsavdeling	38	1600	28	1600
Skattkammer	4	1600	4	1600
Lager	1	1600	1	1600
Trapperom				1600
Oase	4	1600	4	1600
<u>SUM</u>	<u>57</u>	<u>91.200</u>	<u>63</u>	<u>100.800</u>

(Se Vedlegg H, Tegning 3 og 4)

For at vanntåkeanlegget skal kunne fungere og ha et trykk på 4 bar må det installeres en ”Booster-tank” for å få dette til. Prisen på denne vil ligge rundt 60.000 kroner. I tillegg vil det bli en pris på montering av tanken. Denne ble antatt til å være 25.000 kroner. Samlet sum for tanken ble dermed 85.000 kroner.

Tabell E3 (Tabell 8.1, kap 8): Samlet pris og antall for vanntåkeanlegget i begge etasjene.

Plass	Antall dysere	Samlet pris (kr)
U-1 over himling	126	201.600
U-1 under himling	129	206.400
U-2 over himling	57	91.200
U-2 under himling	63	100.800
Samlet sum for alle vanntåkedysene	375	600.000
Booster-tank	1	85.000
<u>SAMLET SUM</u>		<u>685.000</u>

**SPRINKLERANLEGG*****Sprinklerhoder brukt overhimling***

Konvensjonelle sprinkler, K-80

Sprinklerhoder brukt overhimling

"Flat – spray" sprinkler, K-80

Tabell E4: Antall og pris på sprinklerdyser i U-1

Navn	OVER HIMLING		UNDER HIMLING	
	Antall	Kostnad per enhet (kr)	Antall	Kostnad per enhet (kr)
Lager			2	1500
Verksted	2	1500	4	1500
Tavlerom			2	1500
Trafo			2	1500
B.K	1	1500	1	1500
WC	1	1500	1	1500
AFT.			1	1500
Gang	2	1500	2	1500
Lager (Ute)			1	1500
Lager (kjøkken)	1	1500	1	1500
Oppbev.	1	1500	1	1500
Kjøkken	6	1500	4	1500
Kafeteria	8	1500	10	1500
Klasserom	12	1500	4	1500
Galleri	8	1500	8	1500
Øvre del hovedutstilling	48	1500	29	1500
Hovedtrapp			2	1500
Heis			1	1500
Vestibyle m. garderobe og billetter	39	1500	28	1500
Vindushall	5	1500	8	1500
Kontor	2	1500	2	1500
Kontor	2	1500	2	1500
Arkiv/ Data	4	1500	4	1500
Vaktmesterr.	2	1500	2	1500
WC	1	1500	1	1500
HCWC	1	1500	1	1500
Herretoalett	1	1500	1	1500
Dametoalett	1	1500	1	1500
SUM	148	222.000	126	189.000

(Se Vedlegg H, Tegning 5 og 6)



Tabell E5: Antall og pris på sprinklerdyser i U-2

U-2 OVER HIMLING**UNDER HIMLING**

Rom	Antall	Kostnad per enhet (kr)	Antall	Kostnad per enhet (kr)
Lager			2	1500
Ventilasjonsrom			8	1500
Fyrrom			2	1500
B.K	1	1500	2	1500
Filmrom	8	1500	6	1500
Fordypningsavdeling	41	1500	27	1500
Skattkammer	4	1500	4	1500
Lager	1	1500	1	1500
Trapperom				
Oase	3	1500	3	1500
<u>SUM</u>	<u>58</u>	<u>87.000</u>	<u>55</u>	<u>82.500</u>

(Se Vedlegg H, Tegning 7 og 8)

Tabell E6 (Tabell 8.2, kap 8): Samlet pris og antall for sprinkleranlegget i begge etasjene.

Plass	Antall dyser	Samlet pris (kr)
U-1 over himling	148	222.000
U-1 under himling	126	189.000
U-2 over himling	58	87.000
U-2 under himling	55	82.500
<u>SAMLET SUM</u>	<u>387</u>	<u>580.500</u>

**BRANNALARMANLEGGET, ABA**

Alle prisene i brannalarmanlegget er tatt fra Autronica [14] og prisene er ikke inkludert montering av anlegget.

Hovedsentral

Tabell E7: Hovedsentral

Navn	Antall	Kostnad (kr)
AutroSafe, Brannalarmsentral BS-310R/N102	1	7000

Brannalarmdetektorer

Tabell E8: Oversikt over antall og pris på brannalarmdetektorer i U-1

U-1 OVER HIMLING UNDER HIMLING

Rom	Navn	Antall	Kostnad per enhet (kr)	Navn	Antall	Kostnad per enhet (kr)
Øvre del hovedutstilling	BH-300	6	1030	AS-200	2	31.800
Galleri	BH-300	1	1030	AS-200	1	
Lager inne				BH-300	1	1030
Lager kjøkken	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Lager ute				BH-300	1	1030
Verksted	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Tavlerom				BH-300	1	1030
Trafo				BH-300	1	1030
Gang	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Oppv.	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Kjøkken	BH-300	1	1030	BD-300	1	595
Kafeteria	BH-300	2	1030	BH-300	2	1030
Klasserom	BH-300	2	1030	BH-300	1	1030
Billetter/salg/gang	BH-300	2	1030	BH-300	1	1030
Vindushall	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Vestibyle	BH-300	3	1030	BH-300	3	1030
Heissjakt				BH-300	1	1030
Hovedtrapp				BH-300	1	1030
Kontor midten	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Kontor ytterst	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Gang mellom kontor og toalett	BH-300	1	1030			
Arkiv/ Data	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Vaktmesterrom	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Garderobe/oppbevaringsbokser	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Dametoalett	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
Herretoalett	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
SUM		30	30.900		29	58.145

(Se Vedlegg H, Tegning 9)



Tabell E9: Oversikt antall og pris på brannalarmdetektorer i U-2

U-2	OVER HIMLING			UNDER HIMLING			
	Rom	Navn	Antall	Kostnad per enhet (kr)	Navn	Antall	Kostnad per enhet (kr)
	Fordypningsavdeling	BH-300	9	1030	BH-300	3	1030
	Skattkammer	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
	Lager under trapp	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
	Lager			BH-300	1	1030	
	Oase	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
	Fyrrom			BH-320	1	1175	
	Vent. rom			BH-300	2	1030	
	Filmrom	BH-300	1	1030	BH-300	1	1030
	Bk			BH-300	1	1030	
	SUM		13	13.390		12	12.505

(Se Vedlegg H, Tegning 10)

Manuelle meldere

Tabell E10: Oversikt og pris på manuelle meldere i Nordvegen Historiesenter

MANUELLE MELDERE U-1				MANUELLE MELDERE U-2			
Rom	Navn	Antall	Kostnad per enhet (kr)	Rom	Navn	Antall	Kostnad per enhet (kr)
Galleri	BF-300	1	495	Hovudutstilling	BF-300	1	495
Brannpost 1	BF-300	1	495	Fordypningsavdeling	BF-300	2	495
Kafeteria	BF-300	1	495	Oase	BF-300	1	495
Kafeteria/billettsalg	BF-300	1	495				
Ved Hovedsentral	BF-300	1	495				
Brannpost 2	BF-300	1	495				
Garderobe	BF-300	1	495				
SUM		7	3465			4	1980

(Se Vedlegg H, Tegning 9 og 10)

**Klokker**

Tabell E11: Oversikt og pris over horn i Nordvegen Historiesenter

U-1				U-2			
Rom	Navn	Antall	Kostnad per enhet (kr)	Rom	Navn	Antall	Kostnad per enhet (kr)
Ute øverst i hovedtrappen	Roshni	1	275	Ute, ved inngangspartiet ved oasen	Roshni	1	275
Vestibyle ved kafeteria	BBR-24	1	256	Ved hovedtrapp i hovedutstillingen	BBR-24	1	256
Kafeteria	BBR-24	1	256	Veggen i fordypningsavdelingen	BBR-24	1	256
Kjøkken	BBR-24	1	256	Trapp innerst i hovedutstilling	BBR-24	1	256
Klasserom	BBR-24	1	256	Ved brannpost	BBR-24	1	256
Ved hovedsentr.	BBR-24	1	256	Skattkammer	BBR-24	1	256
Gang ved kontor	BBR-24	1	256	Ventilasjonsrom	BBR-24	1	256
Ved oppbev.-boksene	BBR-24	1	256	Filmrom	BBR-24	1	256
Trafo	BBR-24	1	256				
Verksted	BBR-24	1	256				
Galleri	BBR-24	1	256				
SUM		11	2835			8	2067

(Se Vedlegg H, Tegning 9 og 10)



Tabell E12 (Tabell 8.3, kap 8): Samlet sum for brannalarmanlegget i begge etasjene

Plass	Antall	Samlet pris (kr)
Hovedsentral	1	7000
Brannalarmdetektorer U-1 over himling	30	30.900
Brannalarmdetektorer U-1 under himling	29	58.145
Brannalarmdetektorer U-2 over himling	13	13.390
Brannalarmdetektorer U-2 under himling	12	12.505
Manuelle meldere U-1	7	3465
Manuelle meldere U-2	4	1980
Klokker U-1	11	2835
Klokker U-2	8	2067
SAMLET SUM		132.287



VEDLEGG F

L-kurve

L-KURVE METODEN

L- kurve for Nordvegen Historiesenter

Det skal lages en L-kurve for Nordvegen Historiesenter etter simuleringen i Argos og utregninger av rømningstiden i senteret. Det vil bli tatt utgangspunkt i tre forskjellige kurver, en uten noen aktive brannsikringstiltak, en med brannalarmanlegg men uten vanntåkeanlegg. [23]. Den siste kurven vil bestå av både et brannalarm-, et vanntåke- og et ledelysanlegg. Beregninger og vurderinger av rømningstiden i senteret er også tatt med i betraktning i alle tilfellene.

Bygget vil være bygd etter gitte krav fra TEK [1] og REN [2] og vil dermed ha lite brennbare overflater. Likevel vil geometrien av bygget kunne føre til problemer ved et branntilløp. I tillegg vil utformingen av utstillingene ha betydning for en flammeutbredelse ved brann. Ettersom Nordvegen Historiesenter bare består av to etasjer vil en flammeutbredelse til neste etasje nesten være det samme som flammeutbredelse over i hele bygget. Dersom en brann sprer seg til både hovedutstillingen, vestibylen samt kantinen vil så store deler av bygget stå i brann at stort sett hele bygget vil være berørt av brannen. Forskjellen mellom en flammeutbredelse til etasjen vil derfor ikke være særlig stor i forhold til en flammeutbredelse i hele bygget.

Kurve 1: Kurven vil bygge på sannsynligheten for brannstopp i senteret uten noen aktive brannsikringstiltak

Sannsynligheten for flammestopp (%)

- Sannsynligheten for flammestopp inne i startrommet ble satt til 45 %.
- En videre flammeutbredelse til neste etasje vil kunne være større ettersom det ikke vil være installert noen som helst form for aktive brannsikringstiltak og brannen kan utvikle seg fritt. Yggdrasiltreet vil kunne virke som en katalysator på flammeutbredelse fra hovedutstillingen til vestibylen. I tillegg er senteret stort og det vil være store mengder med oksygen slik at en brann vil kunne bli stor. Sannsynligheten for flammestopp etter utbredelse over i neste etasjer ble satt til 50 %.
- En brannspredning over i hele bygget vil ikke være unormalt stor på grunn av den lave spesifikke brannbelastningen i senteret. Likevel er som sagt ikke utstillingene ferdig utformet og disse vil kunne bli utformet på en måte at brannbelastningen øker. Sannsynligheten for flammestopp ble dermed satt til 55 %. Dersom det ikke installeres noen form for aktive brannsikringstiltak vil en brann altså kunne utvikle seg videre til en større brann i senteret.

Kurve 2: Kurven vil bygge på sannsynligheten for brannutbredelse i senteret med brannalarmanlegg, men uten vanntåkeanlegg.

Sannsynlighet for flammestopp (%)

- Sannsynligheten for flammestopp inne i startrommet ble satt til 60 %.
- En videre flammeutbredelse til neste etasje, men at brannen stopper der ble sannsynlighet for flammestopp satt til 75 %. Også her vil Yggdrasiltreet som kommer til å bli bygd oppover og rundt hovedtrappen vil kunne bidra til en flammeutbredelse opp og over i vestibylen. Dette vil særlig kunne være tilfelle hvis lukene mellom de to rommene vil være åpne. I tillegg vil publikum bli alarmert tidlig og en evakuering vil kunne starte tidlig.

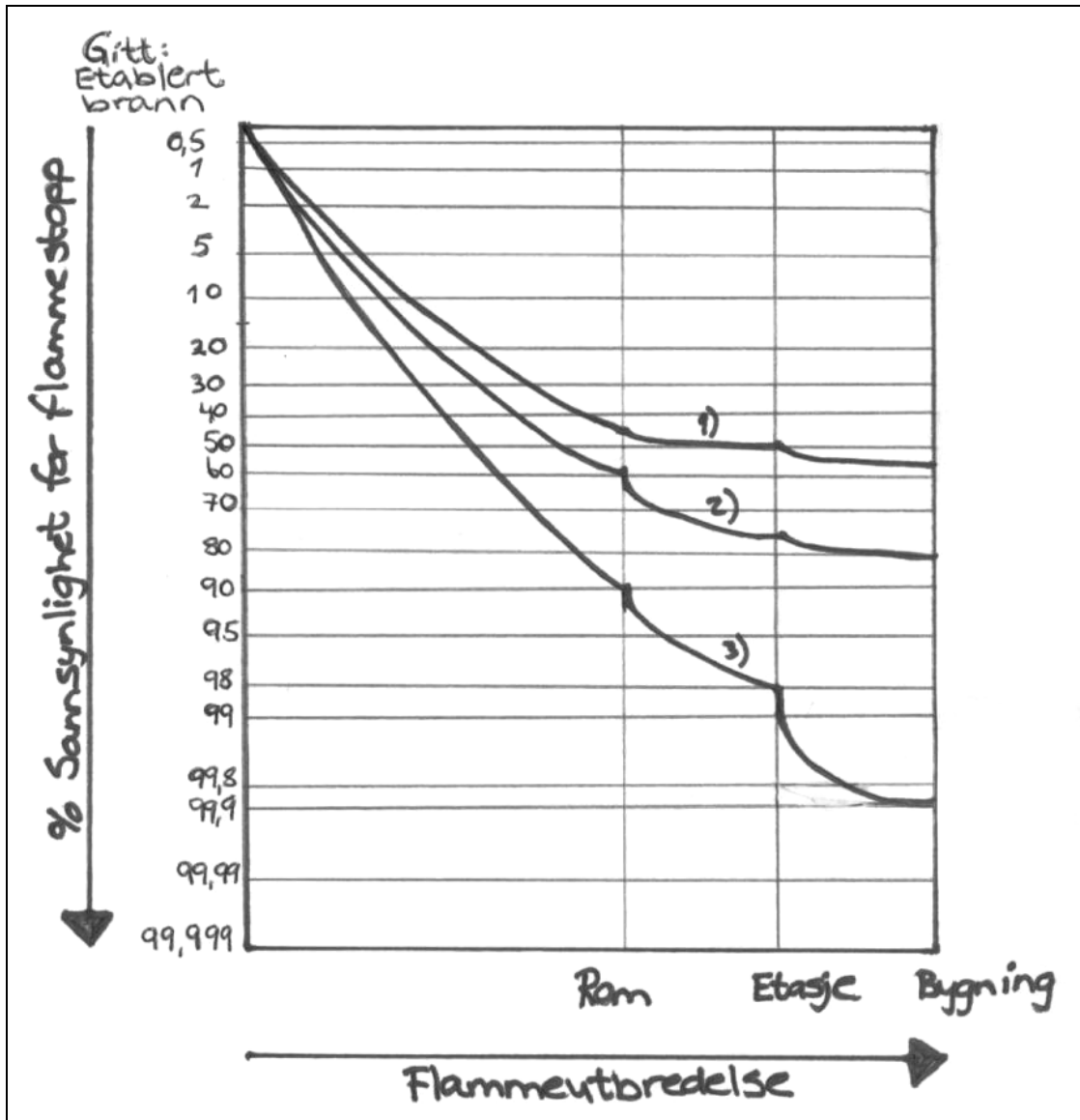


- At brannen brer seg over i hele bygningen vil ikke være så særlig stor selv om det ikke er installert vanntåkeanlegg. Ved en brann vil brannalarmanlegget varsle brannvesenet direkte, og de vil komme til senteret og slokke brannen. Det er i tillegg tatt hensyn til at blir brannen større vil det også bli en betydelig forverring av rømningsforholdene til publikum. Sannsynligheten for flammestopp ved en flammeutbredelse i hele bygget ble derfor satt til 80 %.

Kurve 3: Kurven vil bygge på sannsynlighetene for en brannutbredelse i senteret med sprinkler

Sannsynlighet for flammestopp (%)

- Sannsynligheten for flammestopp i rommet hvor brannen startet ble satt til 90 %. Ved installering av vanntåkeanlegg vil en brann trolig bli slokket i startrommet.
- At brannen skal spre seg videre over i neste etasje vil være svært liten. Skal en flammeutviklingen kunne spre seg videre til neste etasje må det være en veldig stor brann. Brannbelastningen i senteret er liten og en storbrann vil trolig ikke oppstå i senteret. Sannsynligheten for flammestopp dersom flammeutbredelse til neste etasje ble satt til 99,9 %. Ved installering av alle aktive brannsikringstiltak i senteret vil både personer og bygget, med dets materielle innhold, bli godt brannsikret. Sannsynligheten for en storbrann vil dermed være svært liten.



Figur nr: L-kurve



VEDLEGG G

Minimax dyser



Minifog

Datenblatt **Minifog** - Sprinkler K20 – Typ B (Niederdruck)

MINIMAX

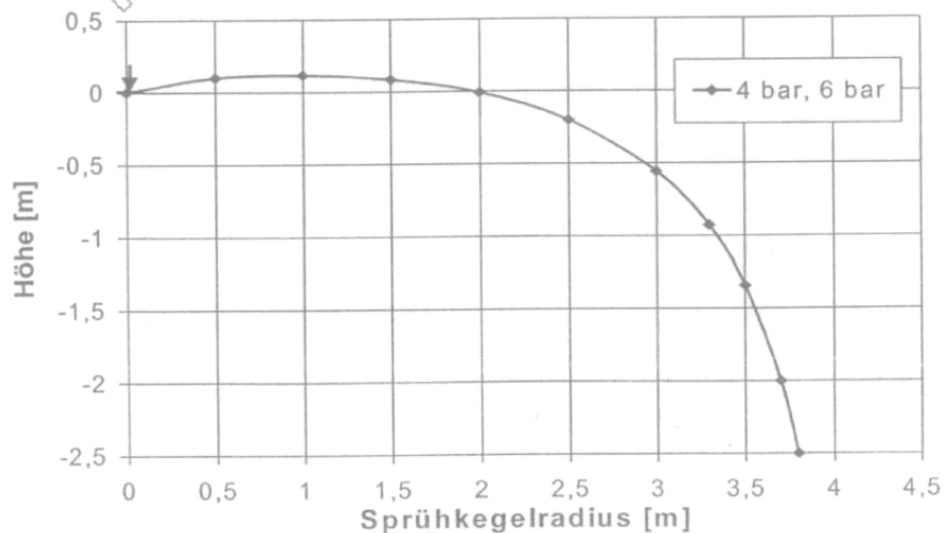


im Zulassungsverfahren

Sprinkler: **Minifog**®-Sprinkler K20-MXF-P3/8x68°C-CR-Typ B

Artikelnummer: 841757

<u>Technische Daten:</u>	Durchflußwert	K 20
	Mindestdruck am Sprinkler	4 bar
	Auslösetemperatur	68°C
	Auslöseempfindlichkeit	RTI <math> < 50 \sqrt{m \cdot s}</math> (Fast Response)
	Anschlussgewinde	R 3/8" - DIN 2999
	Einbaulage	hängend
	Einbauhöhe	45 mm
	Ausführung	Messing verchromt



Vertriebsinformation

gez.

gepr.

Ausgabe 05 / 02

Äl 06

Seite 1 / 1

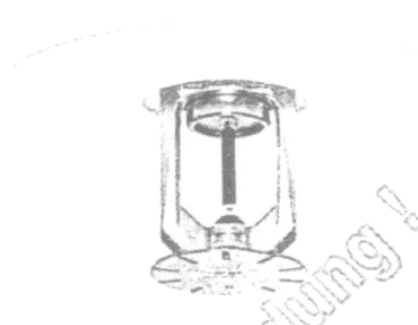
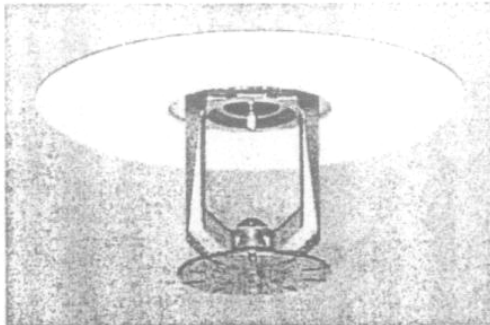
G:\SPRALLEFSLA Feinsprühlöschanlagen\Entwicklung Minifog\Entwicklung Minifog-Sprinkler\Datenblätter\Datenblatt Minifog-Spr K20-Typ B A06.doc
Technische Änderungen vorbehalten. Alle Rechte nach DIN 34.



Minifog

Datenblatt **Minifog** - Sprinkler K10 - Typ B (Niederdruck)

MINIMAX



im Zulassungs-
verfahren

Sprinkler: **Minifog**[®]-Sprinkler K10-MXF-UP3/8x68°C-CR-Typ B

Artikelnummer: (841987)

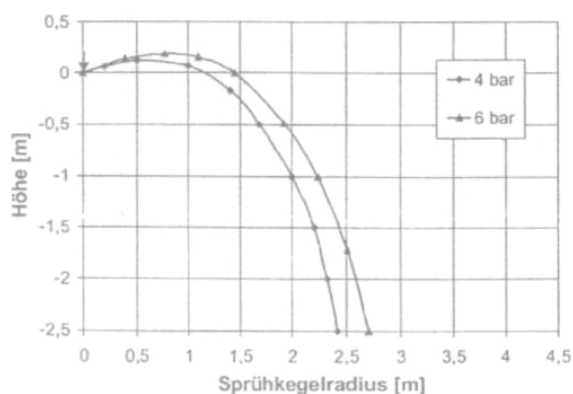
Technische Daten:

Durchflußwert	K10
Mindestdruck am Sprinkler	4 bar
Auslösetemperatur	68°C
Auslöseempfindlichkeit	RTI <math>< 50 \sqrt{m \cdot s}</math> (Fast Response)
Anschlussgewinde	R 3/8" - DIN 2999
Einbaulage	stehend, hängend
Einbauhöhe	45 mm
Ausführung	Messing verchromt

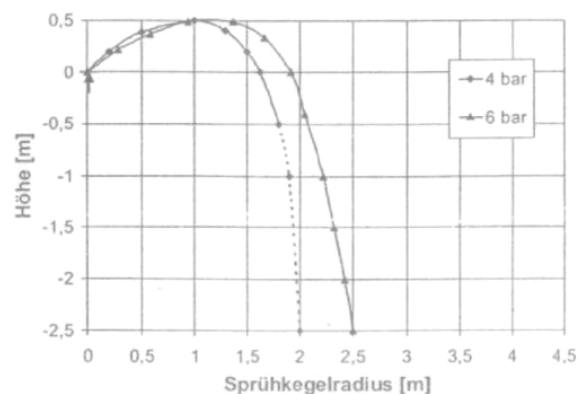
Düse: **Minifog**[®]-Düse K10-MXD-UP3/8-CR-Typ B

Artikelnummer: 841686

**Sprühkreisgrenzkurve
hängend**



**Sprühkreisgrenzkurve
stehend**



Vertriebsinformation

gez.

geprf.

Ausgabe 05/02

Äl 07

Seite 1 / 1

G:\SPRALLE\FSLA Feinsprühöschanlagen\Entwicklung Minifog\Entwicklung Minifog-Sprinkler\Datenblätter\Datenblatt Minifog-Spr K10-Typ B - Düse A07.doc
Technische Änderungen vorbehalten. Alle Rechte nach DIN 34.

VEDLEGG H

Tegninger

- Tegning 1: Plan U-1, vanntåke over himling
- Tegning 2: Plan U-1, vanntåke under himling
- Tegning 3: Plan U-2, vanntåke over himling
- Tegning 4: Plan U-2, vanntåke under himling
- Tegning 5: Plan U-1, sprinkler over himling
- Tegning 6: Plan U-1, sprinkler under himling
- Tegning 7: Plan U-2, sprinkler over himling
- Tegning 8: Plan U-2, sprinkler under himling
- Tegning 9: Plan U-1, brannalarmanlegg
- Tegning 10: Plan U-2, brannalarmanlegg