



# Høgskulen på Vestlandet

## Master Thesis

ING5002

### Predefinert informasjon

<b>Startdato:</b>	25-05-2019 09:00	<b>Termin:</b>	2019 VÅR
<b>Sluttdato:</b>	03-06-2019 14:00	<b>Vurderingsform:</b>	Norsk 6-trinns skala (A-F)
<b>Eksamensform:</b>	Masteroppgave		
<b>SIS-kode:</b>	203 ING5002 1 MOPPG 2019 VÅR Haugesund		
<b>Intern sensor:</b>	(Anonymisert)		

### Deltaker

**Kandidatnr.:** 105

### Informasjon fra deltaker

**Engelsk tittel \*:** Mobile detection and extinguishing systems with the intention of raising the level of fire safety for elderly patients living at home

**Egenerklæring \*:** Ja **Inneholder besvarelsen Nei**  
**konfidensiell materiale?:**

**Jeg bekrefter at jeg har registrert oppgavetittelen på norsk og engelsk i StudentWeb og vet at denne vil stå på utnemålet mitt \*:** Ja

Jeg godkjenner avtalen om publisering av masteroppgaven min \*

Ja

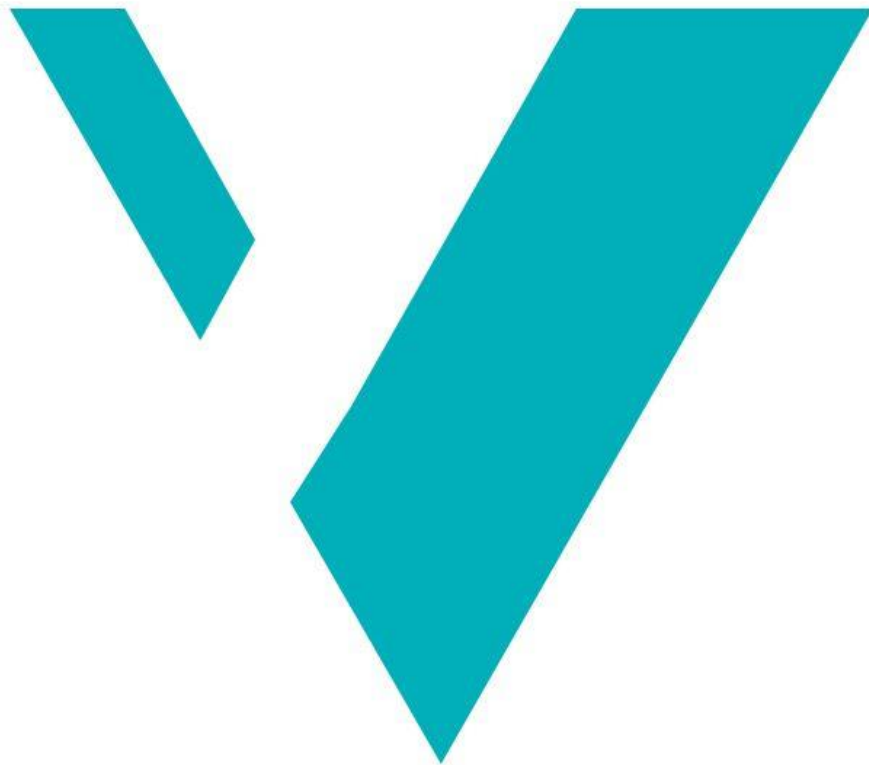
Er masteroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? \*

Nei

Er masteroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? \*

Nei

# **Mobile deteksjons- og slokkeanlegg med hensikt å heve brannsikkerhetsnivået hos eldre hjemmeboende pasienter**



Ruth Iren Tronstad  
Høgskulen på Vestlandet  
Masteroppgave i Brannsikkerhet

Haugesund  
Juni 2019





Høgskulen  
på Vestlandet

**Mobile deteksjons- og slokkeanlegg med hensikt å heve  
brannsikkerhetsnivået hos eldre hjemmeboende pasienter**

**Masteroppgave i Brannsikkerhet**

Forfatter:  
Ruth Iren Tronstad

Forfatter sign.

*Ruth Iren Tronstad*

Oppgaven uttatt:

Høst 2018

Åpen oppgave

Veileder: Bjarne Christian Hagen

Ekstern veileder: Dag Botnen

Stikkord:

Risikoutsatte grupper  
Brannsikkerhet  
Velferdsteknologi  
Mobile slokkeanlegg

Antall sider: 75

+

Vedlegg: 1

Haugesund, 3. juni, 2019

Dette arbeidet er gjennomført som ledd i masterprogrammet i brannsikkerhet ved Høgskulen på Vestlandet. Studenten(e) står selv ansvarlig for metodene som er anvendt, resultatene som er fremkommet og konklusjoner og vurderinger i arbeidet.



## Forord

Denne masteroppgaven er den avsluttende delen på det 2-årige masterprogrammet i brannsikkerhet og ved Høgskulen på Vestlandet (HVL) avdeling Haugesund. Ett skoleår med dypdykk i et selvvalgt tema har gått fort. Tematikken «risikoutsatte grupper» er i høyeste grad dagsaktuell og det har av den grunn vært interessant å lære mer rundt dette. Arbeidet med denne oppgaven kan oppsummeres med at det har vært svært lærerik og spennende.

Først og fremst vil jeg rette en stor takk til Bjarne Christian Hagen som har vært min interne veileder. Underveis i skriveprosessen fra oppstart til slutt har jeg fått tett oppfølging med mange gode innspill og solide tilbakemeldinger.

Jeg vil også takke Dag Botnen ved Haugaland Brann og Redning IKS for å lede meg inn i tematikken for oppgaven, risikoutsatte grupper med hensyn til brann, og for gode ideer og innspill.

Takk til Rune Kibsgaard på vegne av Firesafe og Erlend H. Nilsen på vegne av Vekos for å være behjelpelig med deling av informasjon om sine vannbaserte mobile slokkeanlegg.

Takk til Arjen Kraaijeveld på vegne av Fire Eater som har gitt informasjon om det mobile gass-slokkeanlegget.

Til slutt vil jeg også takke mine foreldre, Irene Ivesdal og Asbjørn Tronstad, for all støtte gjennom hele studietiden, både moralsk og akademisk.

Haugesund, 3. juni, 2019

Ruth Iren Tronstad

## Sammendrag

Nasjonal målsetning er at ingen skal omkomme i brann. I arbeidet mot å nå denne målsetningen er det naturlig å søke informasjon i brannstatistikken, og det er da mulig å identifisere hvem som er risikoutsatt med hensyn til brann. Personer som er ansett å være risikoutsatt grupperes etter kjennetegn. Denne oppgaven begrenser seg til eldre hjemmeboende pasienter.

Aldringsprosessen medfører fysiologiske og kognitive svekkelser noe som utfordrer rømningsevnen. Eventuelle sykdomstilfeller vil øke sårbarheten ytterligere. Pasient- og helseovgivning tillater eldre pasienter som oppfyller kriteriene for langtidsopphold å bo hjemme med forsvarlig hjelp. Velferdsteknologiske hjelpemidler i kombinasjon med hjemmebaserte tjenester ivaretar helsesikkerheten. I hvilken grad brannsikkerheten blir ivaretatt er uklart.

Med bakgrunn i dette er problemstilling i oppgaven formulert slik:

Hvordan heve brannsikkerhetsnivået til eldre hjemmeboende pasienter ved bruk av deteksjon- og slokkesystem?

I analyse av rømningsforløpet ble det avdekket at eldre hjemmeboende pasienter bruker lenger tid på reaksjon og/eller forflytning enn for funksjonsfriske personer. Effekten av slokkeanlegg har blitt vurdert til å være høy for personer som har lang forflytnings- og reaksjonstid. For hjemmeboende eldre har mulighetsanalysen vist at automatiske slokkesystem trolig har det største effekten på økt brannsikkerhet.

På grunn av velferdsteknologiske tiltak og hjemmebaserte helsetjenester i hjemmet, blir boligen som et forenklet sykehjem. Kroppen og bolig får bruksendring fra risikoklasse 4 til 6. Ved inndeling av risikoklasse 4 til to underkategorier, 4a (normal risiko) og 4b (særlig risikoutsatt), kan 4b være en mellom-løsning av risikoklasse 4 og 6 med hensyn til branntekniske tiltak.

Slokkemiddel benyttet i de mobile slokkeanleggene er vanntåke og IG-541. Det har blitt funnet at eksponering i en IG-541-atmosfære kan medføre akutt hypoksi, til tross for tilsatt CO<sub>2</sub>, og videre utgjøre en fare for pasienter med alvorlige sykdommer. Ved bruk av vanntåke må det forventes at vandrdåper med røykpartikler innåndes i noen grad.

Det konkluderes med at brannsikkerhetsnivået til eldre hjemmeboende pasienter vil bli hevet ved bruk av mobilt deteksjon- og slokkesystem.



## Abstract

The national goal is for no one to perish in fires. As part of the effort to achieve this goal, it is natural to seek information in the fire statistics so it is then possible to identify who is at risk with regards to fire. People who are considered to be at risk are grouped by characteristics. This thesis is limited to elderly patients living at home.

Aging entails change in physiological and cognitive ability which may challenge our ability escape unassisted. Any disease cases will further increase the vulnerability. The Norwegian healthcare legislations allows elderly patients who meet the long-term residence criteria to stay at home with proper help. Welfare technology aids, in combination with home-based services, is important to keep the patients safe in their homes. The degree to which fire safety is considered and prioritized is unclear.

With this in mind, this thesis attempts to answer the following question:

How to raise the level of fire safety of elderly patients living at home using detection and extinguishing systems?

In the analysis of the required safe egress time, it was revealed that elderly home-living patients spend longer time on reaction and/or relocation than for disabled people. The effect of extinguishing systems is expected to be high for people who have long relocation and reaction time. For elderly people living at home, the feasibility study has shown that automatic extinguishing systems probably have the greatest effect on increased fire safety.

Due to welfare technology measures and home-based healthcare in the home, the home becomes a substitute for a nursing home. The body and dwelling receive change of use from risk classes 4 to 6. When classifying risk class 4 to two subcategories, 4a (normal risk) and 4b (especially risk exposed), 4b can be an intermediate solution of risk classes 4 and 6 with regard to fire technical measures.

Extinguisher media used in mobile extinguishers are water mist and IG-541. It has been found that exposure in an IG-541 atmosphere can cause acute hypoxia despite added CO<sub>2</sub> as a counter measure, and further pose a risk to patients with severe diseases. When using water mist, it must be expected that water droplets with smoke particles are inhaled to some extent.

The main conclusion is that the level of fire safety of elderly patients living at home will be raised with use of detection and extinguishing systems.

## Innholdsfortegnelse

Forord .....	I
Sammendrag .....	II
Abstract .....	III
Figurer og tabeller .....	VI
Definisjoner .....	VIII
1. Innledning.....	1
1.1. Bakgrunn .....	1
1.2. Problemstilling.....	2
1.3. Avgrensning.....	2
1.4. Metode .....	2
2. Teori.....	4
2.1. Risikoutsatte grupper .....	4
2.2. Pasient- og helselovgivning .....	6
2.2.1. Pasient- og brukerrettigheter.....	6
2.2.2. Kommunale helse- og omsorgstjenester.....	7
2.2.3. Helsestatistikk.....	7
2.3. Brann- og bygningslovgivningen .....	9
2.3.1. Brann- og eksplosjonsvernloven .....	9
2.3.2. Brannforebygging i bygg.....	9
2.3.3. Brannforebygging i kommune .....	10
2.3.4. Plan- og bygningsloven med teknisk forskrift .....	11
2.4. Velferdsteknologi .....	14
2.5. Deteksjon- og sløkketeori.....	16
2.5.1. Deteksjon.....	16
2.5.2. Sløkketeori.....	18

2.5.3.	Boligsprinkleranlegg .....	21
2.5.4.	Vanntåke.....	22
2.5.5.	IG-541 .....	24
3.	Velferdsteknologi for økt brannsikkerhet .....	27
3.1.	Mulighetsanalyse.....	27
3.2.	Vurdering av velferdsteknologiske tiltak.....	30
3.3.	Mulige mobile anlegg .....	32
3.3.1.	Mobilt vanntåkeanlegg.....	32
3.3.2.	Mobilt gass-slokkeanlegg .....	38
3.3.3.	Sammenligning av mobile anlegg.....	40
4.	Diskusjon .....	41
4.1.	Risikoutsatte gruppers bolig.....	42
4.2.	Mulige risikoreduserende systemer .....	46
4.3.	Ansvar for brannsikkerhet.....	56
5.	Konklusjon .....	59
6.	Fremtidig arbeid .....	60
7.	Referanser .....	61
8.	Vedlegg.....	A
	Vedlegg A – Akseptkriterier.....	A

## Figurer og tabeller

Figur 1 - Antall omkomne i brann i perioden 1979-2018 i Norge [5] .....	4
Figur 2 – Forenklet illustrasjon av sammenhengen mellom tilgjengelig rømningstid, nødvendig rømningstid og sikkerhetsmargin [21] .....	13
Figur 3 - Brannfirkant .....	18
Figur 4 - Forskjellige måter fast stoff gjennomgår faseovergang til damp [31] .....	19
Figur 5 - Deteksjon reduserer nødvendig rømningstid og slokkesystem øker tilgjengelig rømningstid.....	30
Figur 6 - Utstyr: Høytrykkspumpe, detektor, IR-kamera og dyse [46] (med godkjenning fra R. Kibsgaard [46]) .....	33
Figur 7 – Sprayhodet er ikke aktivert [46] (med godkjenning fra R. Kibsgaard [46]) .....	34
Figur 8 - Aktivert sprayhode [46] (med godkjenning fra R. Kibsgaard [46]).....	34
Figur 9 - Q1 med detektor, bryterpanel og baseenhet med vanntank og høytrykkspumpe [45](med godkjenning fra E. Nilsen [49]) .....	35
Figur 10 - Når Q1 aktiveres spres vanntåke gjennom dysen [49] (med godkjenning fra E. Nilsen [49]) ....	36
Figur 11 - Q1 med ekstra dyse. Kan brukes som punktbeskyttelse som vist til høyre i bildet, eller for å beskytte et nærliggende ekstra rom som venstre side i bildet [49] (med godkjenning fra E. Nilsen [49])	37
Figur 12 - Baseenhet FLEX [41](med godkjenning fra A. Kraaijeveld [50]).....	38
Figur 13 - FLEX plassert i en stue [41] (med godkjenning fra A. Kraaijeveld [50]) .....	39
Figur 14 - Forebyggende og konsekvensreduserende brannsikringstiltak fremstilt som en bow-tie modell, med forebyggende tiltak på venstre side og konsekvensreduserend tiltak på høyre side [9] .....	47
Figur 15 - Grensesnitt mellom helsetjeneste og brannvesen relatert til hjemmeboende pasient.....	57
Tabell 1 - Antall personer over 67 år som bruker ulike omsorgstjenester i 2017 [15] .....	8
Tabell 2 - Antall personer som står på venteliste til langstidsopphold og korttidsopphold i sykehjem .....	8
Tabell 3 – Risikoklasser [21] .....	12
Tabell 4 - Ulike virksomheter med tilhørende risikoklasse [22] .....	13
Tabell 5 - Gjeldende begrensninger for eksponeringstid ved inerte gasskonsentrasjoner [40] .....	26
Tabell 6 - Aktive tiltak og hva de omfatter [43].....	28
Tabell 7 – Eksempler på tiltak som øker tilgjengelig rømningstid og hva de omfatter [10] .....	29
Tabell 8 - Inndeling av risikogrupper med tilhørende mulige tiltak [9].....	31
Tabell 9 - Eksempel på oppdeling av risikoklasse 4 til to underkategorier 4a og 4b. ....	45

Tabell 10 - Prisoversikt for Smartscan og Q1 oppgitt: per anlegg og per m <sup>2</sup> [46] [49].....	51
Tabell 11 – Akseptkriterier [11].....	A

## Definisjoner

Et utvalg av terminologier med som har blitt brukt i oppgaven er listet opp under med tilhørende definisjon.

<b>Assistert rømning</b>	Planlagt bistand til rømning tilrettelagt ved organisatoriske tiltak [1]
<b>Brann</b>	Uønsket eller ukontrollert forbrenningsprosess som kjennetegnes av varmeavgivelse ledsaget av røyk, flamme eller gløding [1]
<b>Brannforløp</b>	Brannens utvikling fra antennelse til den har sloknet eller er blitt slokket [1]
<b>Brannrisiko</b>	Kombinasjon av sannsynlighet for at en uønsket brann kan forventes å inntreffe, og omfanget av skaden som kan forventes hvis brannen inntreffer [1]
<b>Bransikkerhet</b>	Summen av organisatoriske tiltak og tekniske tiltak i den hensikt å redusere sannsynligheten for og konsekvensen av en brann [1]
<b>Byggverk</b>	Med byggverk menes bygning, konstruksjoner og anlegg [1]
<b>Detektor</b>	Enhet som på forutbestemt måte automatisk påvirkes av hendelser eller tilstandsendringer (akustiske, elektriske, kjemiske, mekaniske, optiske, termiske osv.) [1]
<b>Eldre</b>	Personer over 70 år [2]
<b>Fluktvei</b>	Del av en branncelle, som brukes til rømning og evakuering fram til rømningsvei eller til sikkert sted [1]
<b>Hypokapni</b>	For lav konsentrasjon av karbondioksid i blodet [3]
<b>Hypoksi</b>	For lavt oksygeninnhold i blodet/kroppen [4]
<b>Kognitiv</b>	Har med tenkning, oppfattelse, hukommelse å gjøre; som dreier seg om vår «fornuft» [4]
<b>Kritisk forhold</b>	Varmestråling, gasstemperatur eller innhold av gasser som overstiger tålegrensene til mennesker (eller dyr) [1]
<b>Omkommet i brann</b>	Død som følge av branneksponeering innen tre måneder etter eksponeringen [1]

<b>Overtenning</b>	Overgang til en tilstand der alle overflater på brennbare materialer i et rom deltar i en brann [1]
<b>Pleietrengende</b>	Personer med redusert bevegelighet og/eller med svekkede sanser (hørsel, syn, lukt) [2]
<b>Risiko</b>	Uttrykk for kombinasjon av sannsynlighet for og konsekvens av en uønsket hendelse [1]
<b>Rømning</b>	Prosess der mennesker ved egen hjelp eller assistert av andre forflytter seg eller forflyttes til et sikkert sted [1]
<b>Røyksjikt</b>	Del av et rom som inneholder så varm røyk at det blir et skarpt skille mellom røyken og luften for øvrig [1]
<b>Selvredning</b>	Prinsipp om at den nødstilte redder seg selv uavhengig av hendelse og objekt [1]
<b>Sikkert sted</b>	Område hvor kritiske forhold ikke er eller vil kunne være en trussel for mennesker og dyr [1]
<b>Ulmebrann</b>	Forbrenning i et fast materiale uten flamme og uten utsendelse av lys fra forbrenningssonen [1]
<b>Vanntåke</b>	Dråpedusj hvor 90 % av mengden av vannet har en diameter mindre enn 1000 mikrometer (1 mm), målt i den groveste delen av dråpedusjen, i et plan 1 m fra dysen [1]
<b>Varmestråling</b>	Overføring av varme ved elektromagnetisk stråling [1]
<b>DSB</b>	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
<b>KS</b>	Kommunesektorens organisasjon
<b>TEK</b>	Byggteknisk forskrift
<b>VTEK</b>	Veiledning til byggteknisk forskrift

# 1. Innledning

Det vil i dette kapittelet bli presentert bakgrunn for oppgaven og problemstilling. Oppgavens avgrensning og fremgangsmåte blir også beskrevet her.

## 1.1. Bakgrunn

I Norge omkommer gjennomsnittlig 62 personer i brann hvert år. De siste fem årene har antallet omkomne i gjennomsnitt vært 39 og det laveste antallet var i 2017 med 26 omkomne. [5] Dette er en svært positiv utvikling. Sammenlignet med andre land har Norge et lite innbyggertall og en brannulykke med flere omkomne vil ha stor innvirkning på statistikken.

Den grunnleggende målsetningen er at ingen skal omkomme i brann. Regjeringen utarbeidet en ny nasjonal del-målsetning om at antall mennesker omkomne i brann og antall branner skal reduseres. [6] I arbeidet med å redusere antall omkomne i brann er det være hensiktsmessig å se nærmere på hvem som omkommer, hvor de omkommer samt hvor og hvorfor brann oppstår. Fra statistikken over omkomne i brann fremkommer det at åtte av ti omkommer i egen bolig. [5] Ved å studere statistikken grundigere viser det seg at tre av fire av de omkomne i en risikoutsatt gruppe. [5] Dette inkluderer eldre, pleietrengende, rusavhengige og personer med nedsatt funksjonsevne. [5]

Hjemmeboende eldre er en av gruppene som er høyt representert i statistikken over omkomne i brann. [6] Allerede i dag er det knyttet utfordringer til lange ventelister til langtidsopphold i sykehjem og lignende, og med et økende antall eldre i Norge vil det bli en enda større utfordring i årene som kommer. [7], [2] Det er et ønske fra de eldre selv om å bo hjemme i egen bolig så lenge som mulig. [8] For å imøtekomme dette ønsket og samtidig løse litt av utfordringen angående sykehjemsplasser, får de som blir vurdert til å kunne bo hjemme med forsvarlig hjelp, tilrettelagt dette. Forsvarlig hjelp innebærer tilbud om hjemmetjenester, som hjemmesykepleie og hjemmehjelp, og velferdsteknologiske hjelpemidler som trygghetsalarm, medisindispensere osv.

Med alderdommen følger en fysiologisk og kognitiv endring. Den fysiologiske endringen medfører at kroppen får en funksjonsnedsettelse og dermed redusert fysisk kapasitet. [8] Dette innebærer at kroppen ikke kan brukes på samme måte som før og får en slags bruksendring. Glemsomhet og langsommere reaksjonsevne er typiske tegn på kognitiv endring. [8] Hvor raskt og i hvilken grad endringene skjer er individuelt. En eldre person kan også rammes av sykdommer som reduserer funksjonsnivået og kognitiv evne ytterligere. En kombinasjon av redusert fysiologisk og kognitiv evne er svært ugunstig i en rømmingssituasjon. [9]



Ved en rombrann er tilgjengelig rømningstid vanligvis rundt 3-5 minutter. [10] Dette fordi brann utvikler seg raskt og skaper forhold i rommet som utgjør en fare for mennesker. [11] I hjemmet er selvredningsprinsippet gjeldende. Som følge av redusert fysiologisk og/eller kognitiv evne blir rømningsevnen svekket og utfordrer dermed selvredningsprinsippet. I denne oppgaven vil det bli sett på mobile deteksjons- og slokkesystemer som kan heve brannsikkerhetsnivået for eldre hjemmeboende pasienter, slik at forholdet mellom nødvendig og tilgjengelig rømningstid er akseptabelt.

## 1.2. Problemstilling

Eldre mennesker ønsker å bo hjemme i egen bolig lengst mulig. [8] I dag finnes det en rekke velferdsteknologiske løsninger som bidrar til å gjøre hverdagen tryggere og sikrere for å imøtekomme dette ønsket, f.eks. medisindispensere, trygghetsalarm, døralarm osv. I tillegg tilbys tjenester som hjemmehjelp og hjemmesykepleie. Med hensyn til brannsikkerhet kan det bli installert komfyrvakt og personer som røyker kan få røykeforkle. Med bakgrunn i dødsstatistikken som følge av brann og den nasjonale målsetningen om færre antall omkomne i brann, ser det ut til å være nødvendig å heve brannsikkerheten ytterligere i boliger for risikoutsatte grupper.

Hvordan heve brannsikkerhetsnivået til eldre hjemmeboende pasienter ved bruk av deteksjon- og slokkesystem?

I denne oppgaven vil tekniske løsninger innen automatisk slokking bli vurdert som tiltak for å øke brannsikkerheten til eldre hjemmeboende pasienter.

## 1.3. Avgrensning

I denne oppgaven blir mulige tekniske løsninger diskutert. Dvs. at problemstillinger rundt integritet, etikk og personvern ikke blir diskutert i detalj.

## 1.4. Metode

Fremgangsmåten som hovedsakelig har blitt benyttet i arbeidet med denne oppgaven er litteratursøk og informasjonsinnhenting. Litteraturstudien har hatt til hensikt å få oversikt over utfordringer knyttet til risikoutsatte grupper, en gjennomgang av aktuelle lover i pasient- og helselovgivningen og brann- og bygningslovgivningen, og tilhørende aktuelle deler i forskrifter. Videre blir det gitt en oversikt over teori innen deteksjon og slokking.

Gjennomføring av mulighetsanalysen var med hensikt på å avdekke hvilken fase i rømningsforløpet som byr på ekstra utfordringer for den aktuelle persongruppen, og videre vurdere mulige tekniske tiltak som kan iverksettes for å imøtekomme utfordringene.

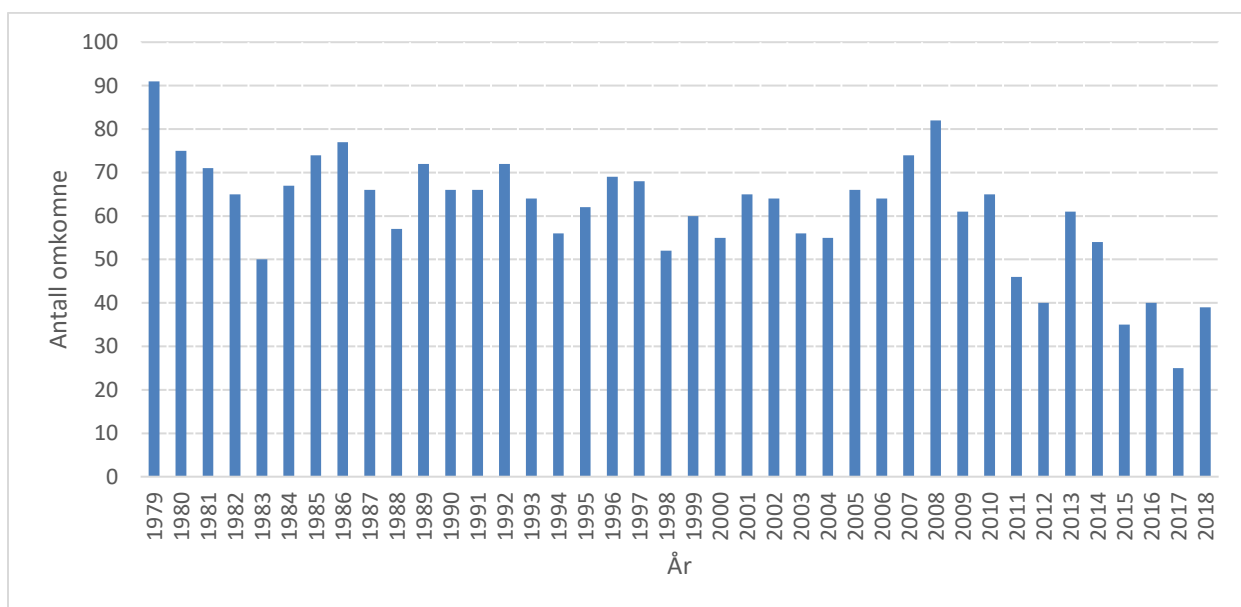
Informasjonsinnhenting har hatt til formål for å samle informasjon om ulike mobile slokkesystemer som er tilgjengelig på dagens marked. Det er tre ulike aktører som har vært behjelpelig og delt informasjon for sine respektive mobile slokkesystemer.

## 2. Teori

Det vil i dette kapitlet bli gitt en innføring i risikoutsatte grupper, gjennomgang av aktuell pasient- og helselovgivning, brann- og bygningslovgivning og deteksjon- og sløkketeori.

### 2.1. Risikoutsatte grupper

Siden 1979 har det i gjennomsnitt omkommet 62 personer i brann hvert år. De siste årene har det vært en reduksjon i antall omkomne. I 2017 omkom kun 26 personer, som er det laveste registrerte antall omkomne i brann i perioden 1979-2018. De to årene med flest omkomne i brann var i 1979 med 91 omkomne og i 2008 med 82 omkomne. [5] Se Figur 1 for omkomne i brann i perioden 1979-2018.



Figur 1 - Antall omkomne i brann i perioden 1979-2018 i Norge [5]

I 2018 var det 39 personer omkom som følge av brann. Av de omkomne tilhørte 75 prosent av personene risikoutsatte grupper med nedsatt funksjonsevne, rusavhengighet samt eldre og pleietrengende personer. Gruppen eldre personer sammenlignet med den øvrige befolkningen har fire-fem ganger så høy risiko for å omkomme i brann. [5]

Som følge av det høye antallet omkomne i brann i 2008 kom Stortingsmelding nr. 35 (2008-2009) *Brannsikkerhet – Forebygging og brannvesenets redningsoppgaver*. Regjeringen utarbeidet nasjonale målsetninger for årene fremover, blant annet at antallet branner og mennesker omkomne i brann skal reduseres. Den grunnleggende målsetningen er at ingen skal omkomme i brann, altså en nullvisjon. Med St. meld. 35 ønsker regjeringen at prioritering av ressursene skal ta utgangspunkt i de målsetningene som er lagt til grunn. Regjeringen ønsker videre at fokuset skal legges mest på brannsikkerhet i boliger. Dette

fordi det fremkommer fra statistikken at åtte av ti dødsofre som følge av brann finner sted i egen bolig. Videre fremgår det at en tredjedel av de som omkommer i brann er over 70 år. Gruppen over 70 år utgjorde rundt 11 % av befolkningen noe som betyr at gruppen er overrepresentert. Spesielt utsatte og sårbare grupper nevnes her som hjemmeboende eldre med behov for assistanse og andre som har nedsatt funksjonsevne. [6]

I etterkant av St.meld. nr. 35 ble et offentlig utvalg oppnevnt for å gjennomgå brannsikkerheten til særskilte risikogrupper. Å kartlegge hvem som går inn under gruppen særskilt risikoutsatt med hensyn til brann var en av oppgavene til utvalget. Utvalgets utredning NOU 2012:4 *Trygg hjemme – Brannsikkerhet for utsatte grupper* beskriver at personer med redusert boevne som funksjonshemninger, kognitiv svikt, demens, psykiske problemer og rus i tillegg til eldre med behov for assistanse er særskilt risikoutsatt. Personer med lite språkkunnskaper i engelsk eller et skandinavisk språk, asylsøkere og arbeidsinnvandrere som i liten grad er kjent med sikkerhetskulturen i Norge er også persongrupper som er risikoutsatt. [9]

DSB og Helsedirektoratet utarbeidet en veileder som oppfølging av NOU *Trygg hjemme*. Veilederen *Samarbeid mellom kommunale tjenesteytere om brannsikkerhet for risikoutsatte grupper* definerer «sårbare grupper» som:

*«Grupper av mennesker som av ulike årsaker har større sannsynlighet for å forårsake brann eller begrenset evne til å: forebygge brann, oppdage brann, varsle og slokke brann.»* [12]

Risikofaktorene blir delt inn i tre hovedkategorier:

- Nedsatt fysisk funksjonsevne
- Nedsatte kognitive evner
- Språk, kultur og holdninger osv.

Nedsatt fysisk funksjonsevne kan være nedsatt hørsel, syn eller bevegelse. Eksempler på nedsatt kognitive evner er psykisk helse, demens eller rus. Språk og kultur kan være en barriere for asylsøkere og arbeidsinnvandrere og er eksempler på hovedkategori nummer tre. I tillegg til personens behov, funksjonsevne og boevne vil også fysiske omgivelser, bolig og tekniske tiltak samt sosiale og organisatoriske omgivelser påvirke risikoen for å omkomme i brann. [12]

NOU *Trygg hjemme* deler pleietrengende inn i tre grupper etter bosted. Dette er de som bor i egen bolig, de som bor i institusjon med tilsyn og særskilte krav til brannsikkerheten og de som bor i tilrettelagte boliger [9]. Å være berørt av nedsatt funksjonsevne er ikke nødvendigvis en risiko i seg selv, men mangelen

av tilrettelegging rundt personen kan knyttes til risikoen. Grunnen til at risikoen for å omkomme i brann øker med alderen er at evnen til å redde seg selv reduseres da disse personene er mer utsatt for diverse sykdommer og funksjonsnedsettelse etter hvert som man blir eldre. Kombinasjon av flere av disse gjør personen mer sårbar. Dersom personen i tillegg røyker, bruker alkohol/rusmidler øker risikoen ytterligere. På grunn av de store fødselstallene fra årene etter 2. verdenskrig, økt levealder og økt innvandring, vil antallet personer over 67 år øke kraftig i fremtiden. [2]

Det vil med bakgrunn i dette være viktig å ha fokus på brannsikkerhetsarbeidet inn mot denne gruppen mennesker. Denne oppgaven tar for seg hjemmeboende eldre pasienter.

## 2.2. Pasient- og helselovgivning

I dette kapittelet blir relevant pasient- og helselovgivning presentert.

### 2.2.1. Pasient- og brukerrettigheter

Rettigheter for pasienter og brukere av kommunens helse- og omsorgstjenester er lovfestet i Pasient- og brukerrettighetsloven. En pasient er en person som henvender seg til helse- og omsorgstjenesten og ber om helsetjenester. Dersom helse- og omsorgstjenesten enten gir eller tilbyr helsehjelp blir man også ansett som pasient. Helsehjelp er utført av helsepersonell og er handlinger som har helsebevarende, diagnostisk, behandlende, rehabiliterende, forebyggende eller pleie- og omsorgsformål. Helse- og omsorgstjenesten er ikke bare den kommunale helse- og omsorgstjenesten, men omfatter også spesialhelsetjenesten, tannhelsetjenesten og det private av helse- og omsorgstjenester. En bruker er en person som ber om eller får tjenester som er inkludert i helse- og omsorgstjeneloven, men som ikke er helsehjelp som tidligere beskrevet. [13]

Som pasient eller bruker har man rett til øyeblikkelig hjelp og generelt rett til nødvendig helse- og omsorgstjenester fra kommunen. Tjenestetilbudet skal være verdig. I følge § 2-1 e. i pasient- og brukerrettighetsloven har pasient eller bruker rett til opphold i sykehjem eller tilsvarende bolig som er særskilt tilrettelagt for heldøgns tjenester. Dette er gjeldende dersom det blir vurdert til å være det eneste tilbudet som sikrer nødvendige og forsvarlige helse- og omsorgstjenester for pasienten eller brukeren. I de tilfeller hvor en pasient eller bruker oppfyller kriteriene for å få langtidsopphold i sykehjem eller tilsvarende særskilt tilrettelagt bolig for heldøgns tjenester, men som blir vurdert til å kunne bo hjemme med forsvarlig hjelp i påvente av dette, har rett til vedtak om dette. [13]

### 2.2.2. Kommunale helse- og omsorgstjenester

Hver kommune har ansvar for helse- og omsorgstjenester innenfor sin kommunegrense. Det skal tilbys nødvendige helse- og omsorgstjenester for personer som befinner seg i kommunen. Dette gjelder samtlige pasient- og brukergrupper, inkludert personer med skade eller lidelse, nedsatt funksjonsevne, rusmiddelproblem, sosiale problemer og somatisk eller psykisk sykdom. Blant annet skal kommunen tilby helsetjenester i hjemmet, personlig assistanse og plass i institusjon som sykehjem for å oppfylle ansvaret som er gitt i loven. I de tilfeller hvor opphold i sykehjem eller tilsvarende bolig som er spesielt tilrettelagt for heldøgns tjenester er vurdert til å være det eneste tilbudet som er forsvarlig for å sikre nødvendig helse- og omsorgstjenester for en pasient eller bruker, skal kommunen tilby dette. Tildeling av langtidsopphold i sykehjem eller en tilsvarende bolig spesielt tilrettelagt for heldøgns tjenester skal gis i henhold til en kommunal forskrift med kriterier. De pasienter eller brukere som har blitt vurdert til å kunne bo hjemme med forsvarlig hjelp i påvente av langtidsopphold, men som ville ha vært best tjent med langtidsopphold, vil også være omfattet av den kommunale forskriften. Hvordan kommunen skal følge opp de som venter på langtidsopphold skal også bli regulert i forskriften, og kommunen skal føre ventelister over de som venter på langtidsopphold. [14]

Personer som selv ikke kan ta vare på sine interesser på boligmarkedet skal få hjelp fra kommunen med å skaffe bolig. Dersom personen har behov for særlig tilpasning og med hjelpe- og vernetiltak i bolig på grunn av alder, funksjonshemning eller på annet grunnlag, skal dette tas hensyn til. Samtlige virksomheter som gir helse- og omsorgstjenester skal påse at det blir arbeidet systematisk for kvalitetsforbedring og pasient- og brukersikkerhet innad i virksomheten. [14]

### 2.2.3. Helsestatistikk

Antall personer over 67 år som benytter seg av ulike tjenester som hjemmesykepleie og praktisk hjelp i hjemmet blir presentert i Tabell 1. Tabellen gir også oversikt over antall personer i enten tidsavgrenset opphold i institusjon eller langtidsopphold i institusjon. Statistikken som er oppgitt ble oppdatert i juni 2017 (oppdatering for 2018 blir tilgjengelig 18. juni 2019). Institusjon er her sykehjem og aldershjem. Omsorgsbosted eller lignende er ikke inkludert. [15]

Tabell 1 - Antall personer over 67 år som bruker ulike omsorgstjenester i 2017 [15]

Pleie og omsorg 2017	Antall personer over 67 år som bruker ulike omsorgstjenester
Praktisk hjelp i hjemmet	17 985
Hjemmesykepleie	46 365
Tidsavgrenset opphold i institusjon	6 483
Langtidsopphold i institusjon	30 845

### Ventelister

Fra 1. juli 2017 ble det lovpålagt at kommuner skal føre venteliste over de som venter på langtidsopphold i sykehjem. [16] Første rapportering ble publisert 16. mai 2018. Regjeringen melder at det er til sammen 1420 personer fordelt på 44 % av landets kommuner som står på venteliste til langtidsopphold i sykehjem eller lignende. Totalt har 405 av 422 kommuner innrapportert sine tall. Samtlige personer på ventelisten oppfyller kriteriene for langtidsopphold men er vurdert til å kunne, med forsvarlige tjenester, bo hjemme eller motta andre tjenester. Av de 1420 personene er 936 stykk tildelt korttidsplass og 457 er hjemmeboende. I tillegg har regjeringen bedt om å få tilsendt tall over antall personer som står på venteliste for tildeling av korttidsopphold i sykehjem. Det har blitt rapportert at 446 personer venter på dette. [7] Se Tabell 2 for oversikt over antall personer som står på venteliste til langtids- og korttidsopphold i sykehjem.

Tabell 2 - Antall personer som står på venteliste til langtidsopphold og korttidsopphold i sykehjem

Venteliste	Antall personer
Langtidsopphold	1420
Korttidsopphold	446
Sum	1866

### 2.3. Brann- og bygningslovgivningen

Det vil her bli presentert relevante deler av brann- og bygningslovgivningen med forskrifter. Nye bygg reguleres av plan- og bygningsloven mens eksisterende bygg er underlagt brann- og eksplosjonsvernloven.

#### 2.3.1. Brann- og eksplosjonsvernloven

Brannvernloven omhandler generelle plikter med hensyn til brannvern, det vil si verne liv, helse, miljø og materielle verdier mot brann og eksplosjon. Den angir spesielt om hvilket ansvar og fullmakter kommunen har, samt plikter brukere og eiere av byggverk og områder har. I loven fremkommer regler angående brannvesen og tilsynsvirksomhet. Hver enkeltes plikt når det gjelder brannforebygging og -begrensning er også beskrevet. [17]

Som eier av et byggverk plikter man å forebygge og begrense brann og eksplosjon ved å påse at det er nødvendige sikringstiltak mot dette. Både eier og bruker av et byggverk plikter å påse at bygningstekniske konstruksjoner, sikkerhetsinnretninger og lignende som verner mot brann er i forsvarlig stand og til enhver tid virke slik de er tiltenkt. [17]

Alle kommuner skal ha et brannvesen for å kunne på en effektivt og sikker måte ivareta forebyggende og beredskapsmessige oppgaver som er pålagt i loven. For at brannvesenet best mulig skal kunne tilpasse seg de hendelsene som det kan møte, skal kommunen gjennomføre en risiko- og sårbarhetsanalyse. I tillegg skal kommunen evaluere hendelser for å få en kontinuerlig læring og for å forbedre det beredskapsmessige og forebyggende arbeidet. Blant flere oppgaver som brannvesenet har er en av dem å gjennomføre informasjons- og motivasjonstiltak i kommunen. Dette skal omhandle fare for og ved brann, brannverntiltak og hvordan opptre i tilfelle av brann og andre akutte ulykker. Brannvesenet skal også gjennomføre brannforebyggende tilsyn. Særskilte brannobjekter skal være tilstrekkelig sikret mot brann, og kommunen har ansvar for å identifisere og føre tilsyn med disse. Særskilt brannobjekt er byggverk hvor tap av mange liv eller store skader på miljø, helse eller materielle verdier som følge av brann. [17]

#### 2.3.2. Brannforebygging i bygg

Hvilke oppgaver som foreligger eier og bruker av byggverket beskrives i kapittel to og tre i forskrift om brannforebygging og speiler brann- og eksplosjonsvernloven. Forskriften spesifiserer at eier skal:

- Ha kunnskap om og informasjon angående brannsikkerhet i byggverket
- Ha kontroll og vedlikehold av bygningsdeler samt sikkerhetsinnretninger
- Påse at det finnes brannvarsling og manuelt slokkeutstyr



I tillegg plikter eier å oppgradere sikkerheten i byggverket til minimum å være ekvivalent med byggeforskrift 15. november 1984 nr. 1892 eller senere byggregler. [18]

En bruker av et byggverk skal påse å anvende byggverket på en brannsikker måte. Bruker plikter å informere eier dersom det skjer noen endringer, forfall eller skader som kan påvirke brannsikkerheten. Dersom det skulle være forhold som reduserer brannsikkerheten vesentlig, skal bruker av byggverket sette inn ekstraordinære tiltak frem til risikoen er normalisert. [18]

### 2.3.3. Brannforebygging i kommune

Arbeidet med brannforebygging i kommuner blir nærmere beskrevet i forskrift om brannforebygging og i Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen.

Kapittel fire i forskrift om brannforebygging beskriver kommunens forebyggende plikter. Sannsynligheten for og konsekvensene av en brann skal kartlegges innad i kommunen med hensyn til liv, helse, miljø og materielle verdier. Kartleggingsarbeidet skal også inkludere utsatte grupper som har spesielt risiko for å bli skadet av eller omkomme i brann, samt brannobjekter hvor brann kan medføre tap av mange menneskeliv. For å redusere den kartlagte risikoen for brann skal kommunen sette satsningsområder og planlegge samarbeid og tiltak. Tiltak skal gjennomføres med utgangspunkt i den kartlagte risikoen sammen med ny kunnskap på bakgrunn av hendelser og bekymringsmeldinger. I arbeidet med å redusere sannsynligheten for og konsekvensene av brann skal kommunen motivere og samarbeide med andre aktuelle aktører. Videre skal kommunen gjennom kommunale og regionale planleggings- og beslutningsprosesser fremme brannsikkerhet. Kommunen skal også være med å skaffe informasjon og formidle [18]:

- Hvordan brann oppstår og sprer seg
- Hva som kjennetegner personer som blir skadet eller omkommer i brann
- Hvilke byggverk og bygningsmiljø som er involvert i brann samt kjennetegn ved disse
- Hva som påvirker forløpet og utfallet av branner basert på forebyggende og beredskapsmessige tiltak.

For å avdekke, rette opp eller forebygge mangler i det forebyggende arbeidet skal det etableres rutiner. Kommunen har ansvar for at slike rutiner blir iverksatt. Det forebyggende arbeidet skal evalueres om det har hatt ønsket effekt i etterkant av branner som kunne ha fått eller har hatt alvorlige konsekvenser for liv, helse, miljø eller materielle verdier. Det skal også etableres rutiner slik at erfaringer og kunnskap fra

hendelser blir benyttet i arbeidet ved kartlegging av risiko og sårbarhet med hensyn til brann, samt planlegging og gjennomføring av forebyggende tiltak. [18]

Organisering og dimensjoneringsforskriften har en klar sammenheng med Forskrift om brannforebygging. Formålet med organisering og dimensjoneringsforskriften er å sikre at samtlige kommuner har et brannvesen som kan utføre oppgaver som er pålagt i lov og forskrifter. Brannvesenet skal være organisert, utrustet og bemannet slik at oppgavene blir utført tilfredsstillende. På bakgrunn av den kartlagte risiko og sårbarhet skal brannvesenet organiseres og dimensjoneres. For å sikre best mulig brannvern for innbyggere skal kommunen påse at brannvesenet søker samarbeid med andre myndigheter. Den forebyggende avdelingen hos brannvesenet skal være bemannet med den kompetanse som kreves for å gjennomføre de forebyggende og kontrollerende oppgavene. Per 10 000 innbyggere i kommunen eller brannvernregionen skal det være minst ett årsverk brannforebyggende arbeid. Dersom brannvesenet påtar seg andre forebyggende oppgaver vil dette kreve ytterligere ressurser. [19]

Med hensyn til innsatstider angir forskriften konkrete tider. Innsatstid til blant annet sykehus, sykehjem og tettbebyggelse hvor særlig fare for omfattende og rask brannspredning kan inntreffe skal ikke være lenger enn 10 minutter. Dersom innsatstiden er lenger kan det i spesielle tilfeller settes inn kompenserende tiltak for den økte risikoen. For generelle tettsteder skal innsatstiden ikke være lenger enn 20 minutter, og utenfor tettsteder bør innsatstiden ikke overstige 30 minutter. [19]

#### 2.3.4. Plan- og bygningsloven med teknisk forskrift

Lov om planlegging og byggesaksbehandling er delt inn i seks deler. Fjerde del omfatter byggesak. Innledende i fjerde del beskrives hvilke typer tiltak som omfattes av byggesaksbestemmelsene. Dette gjelder blant annet varig eller tidsbestemt bruksendring og ved oppføring, endring eller reparasjon av bygningstekniske installasjoner. Det er søknadsplikt til kommunen dersom noen av de nevnte tiltakene skal utføres. Ved mindre tiltak i eksisterende byggverk er søknad og tillatelse ikke nødvendig. For å tillate tiltak kan kommunen sette som vilkår at også andre deler av byggverket settes i forsvarlig stand i samsvar med relevante tekniske krav. Dette kan gjøres når kommunen finner at byggverket er i så dårlig stand at det av hensyn til helse, miljø eller sikkerhet ikke vil være tilrådelig å gjennomføre det omsøkte tiltaket. Kommunen kan gi tillatelse til bruksendring og nødvendig ombygging og rehabilitering av eksisterende byggverk også når det ikke er mulig å tilpasse byggverket til tekniske krav uten uforholdsmessige kostnader. Dette gjelder når bruksendringen eller ombyggingen er forsvarlig og nødvendig for å sikre hensiktsmessig bruk. Kommunen kan stille vilkår i tillatelsen. [20]

Forskrift om tekniske krav til byggverk med hjemmel i Plan- og bygningsloven, beskriver blant annet krav til sikkerhet med hensyn til brann. Byggverk eller ulike bruksområder i et byggverk skal plasseres i risikoklasser med utgangspunkt i hvilken trussel brann kan ha for skade på liv og helse. Ved prosjektering og utførelse av byggverk skal risikoklassene legges til grunn for å sikre rømning og redning ved brann. Se Tabell 3 for inndeling av risikoklasser. [21]

Tabell 3 – Risikoklasser [21]

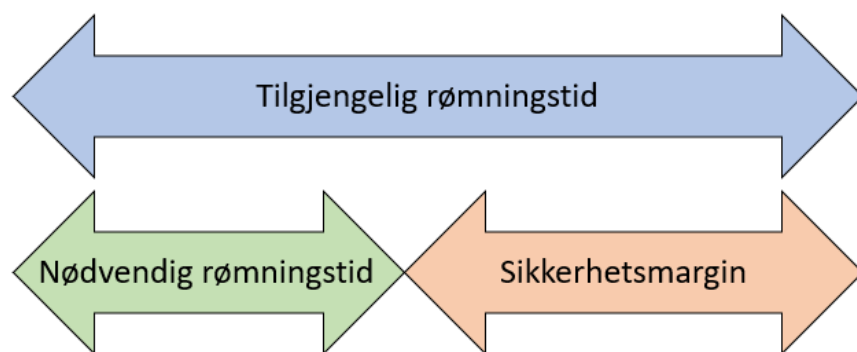
Risiko- klasser	Byggverk kun beregnet for sporadisk personopphold	Personer i byggverk kjenner rømningsforhold, herunder rømningsveier og kan bringe seg selv i sikkerhet	Byggverk beregnet for overnatting	Forutsatt bruk av byggverk medfører liten brannfare
1	Ja	Ja	Nei	Ja
2	Ja/Nei	Ja	Nei	Nei
3	Nei	Ja	Nei	Ja
4	Nei	Ja	Ja	Ja
5	Nei	Nei	Nei	Ja
6	Nei	Nei	Ja	Ja

Veiledningen til forskrift om tekniske krav til byggverk oppgir at risikoklassen til byggverket bestemmes av forutsetningene menneskene i byggverket har for å ta seg selv til sikkert sted dersom brann og ut fra det tiltenkte bruksområdet for byggverket. Risikoklassene brukes til å bestemme hvilke tiltak og ytelser som skal være tilstede for å sikre rømning og tilrettelegging for redning i tilfelle brann. Se Tabell 4 for eksempler på ulike typer virksomhet med tilhørende risikoklasse. [22]

Tabell 4 - Ulike virksomheter med tilhørende risikoklasse [22]

Virksomhet	Risikoklasse
Bolig	4
Bolig beregnet for personer med behov for heldøgns pleie og omsorg	6
Bolig spesielt tilrettelagt og beregnet for personer med funksjonsnedsettelse, inkl. alders- og seniorboliger	6
Pleieinstitusjon	6
Sykehus og sykehjem	6

I teknisk forskrift er det utformet krav om rømning og redning. Ved prosjektering og utførelse skal byggverket være utformet slik at det støtter rask og sikker rømning og redning. Personer med funksjonsnedsettelse skal det også tas hensyn til. For å sikre sikker rømning skal den tilgjengelige rømningstiden være større enn den tiden som er nødvendig for å rømme byggverket. I tillegg skal det legges inn en sikkerhetsmargin. Tilgjengelig rømningstid relateres til at forholdene i rømningsvei i byggverk for mennesker skal ikke bli slik at de hindrer rømning, for eksempel røykgasskonsentrasjoner, temperaturer eller lignende. [21] Se Figur 2 for illustrasjon av forholdet mellom tilgjengelig- og nødvendig rømningstid.



Figur 2 – Forenklet illustrasjon av sammenhengen mellom tilgjengelig rømningstid, nødvendig rømningstid og sikkerhetsmargin [21]

En person kan oppleve at kroppen får en bruksendring hvor rømningsevnen blir svekket. Rømningsevnen kan bli redusert som følge av fysiologisk nedsettelse eller kognitiv svekkelse. For noen skjer dette når

kroppen blir eldre ettersom den blir utsatt for redusert førlighet og gjerne i kombinasjon med sykdommer. Det har ikke blitt funnet noen dokumenter som stiller ytterligere brannsikkerhetskrav som konsekvens av kroppens bruksendring, slik at brannsikkerheten blir ivaretatt på lik linje som funksjonsfriske mennesker. I de senere år har det blitt et større fokus på brannsikkerhet for risikoutsatte grupper i det offentlige, men det er opp til hver enkelt kommune å iverksette tiltak.

## 2.4. Velferdsteknologi

Velferdsteknologi er et ord sammensatt av «velferd» og «teknologi». Velferd er å ha det bra og teknologi er et middel. Ved å se på dette i sammenheng brukes teknologi for å gjøre hverdagen enklere og for å få det bedre. Teknologi er noe alle benytter seg av som for eksempel trådløs telefon, kjøleskap osv. Disse blir sett på som elektriske apparater og blir oppfattet som dagligdags teknologi, men var i sin tid innovasjoner. Slike hverdagsteknologier bidrar til økt velferd for befolkningen, men begrepet velferdsteknologi er mer knyttet til helsetjenesten, velferdsytelser og brukerbehov. [23]

I den europeiske satsningen har velferdsteknologi har flere navn; «e-health», «m-health», «telecare», «telerehabilitation», «telehealth», «telemedicine» og «telenursing». EU har et eget program som er rettet mot eldreomsorgen som kalles Active Assisted Living. Dette programmet er nært knyttet til «Welfare technology». Begrepet velferdsteknologi blir benyttet i Norge og de nordiske landene slik at dette gjelder personer med kroniske sykdommer, nedsatt funksjonsevne, utsatte grupper i samfunnet, barn i skoler og eldre. [23]

Formålet med velferdsteknologi er å bidra til å sikre verdighet og livskvalitet gjennom å bedre den enkeltes evne til å klare seg selv i egen bolig. [23] Velferdsteknologien kan medvirke til selvstendighet, «hjelp til selvhjelp», hverdagsrehabilitering, aktiv omsorg og sosial deltakelse. Personene blir oppfordret gjennom teknologien til å ta ansvar for sitt eget liv, relasjoner til andre mennesker og velferdsordningene. På tross av funksjonsnedsettelse og sykdom blir egenstyring og uavhengighet på denne måten styrket. [24] Ved en bedre utnyttelse av dagens teknologi vil det kunne være med å lette utfordringene som omsorgstjenesten vil møte i fremtiden. [24] Fra erfaringer i helse- og omsorgstjenestene gir det en mer effektiv bruk av ressurser i kommunene. Det er opprettet et samarbeid mellom Helsedirektoratet, Direktoratet for e-helse og KS, nasjonalt velferdsteknologiprogram, som skal legge til rette for at velferdsteknologien tas i bruk i flere kommuner. [25] NOU 2011:11 *Innovasjon i omsorg* viser til definisjon av velferdsteknologi som:

*«Med velferdsteknologi menes først og fremst teknologisk assistanse som bidrar til økt trygghet, sikkerhet, sosial deltakelse, mobilitet og fysisk og kulturell aktivitet, og styrker den enkeltes evne til å klare seg selv i*

*hverdagen til tross for sykdom og sosial, psykisk eller fysisk nedsatt funksjonsevne. (...) Velferdsteknologiske løsninger kan i mange tilfeller forebygge behov for tjenester eller innleggelse i institusjon.» [19, s. 100].*

Teknologi gir en rekke muligheter. Derfor er det viktig at brukeren av teknologien blir involvert slik at brukerens behov og opplevde problem blir fokuset når en løsning blir valgt og utviklet. [24] Hvor teknologien brukes, hva teknologien gjør og hvem de involverte partene er, blir det ofte skilt mellom. Velferdsteknologi er delt inn i fire hovedkategorier [23]:

- Trygghets- og sikkerhetsteknologi
- Teknologi for sosial kontakt
- Kompensasjons- og velværeteknologi
- Teknologi for behandling og pleie

Den mest kjente og utprøvde trygghets- og sikkerhetsteknologien i Norge er trygghetsalarmen. Trygghetsalarmen er under utvikling og skal blant annet få tilknytning til GPS. I dag kan man også få trygghetsalarm med fallsensor. Dørsensor for når dører åpnes og lukkes er et annet eksempel på trygghets- og sikkerhetsteknologi, og kan være nyttig dersom en person har demens [23]. Det finnes også overvåkningssystemer som kan detektere og varsle om innbrudd, brann, vannlekkasje, automatisk lysstyring osv. [24]. Teknologi for sosial kontakt benyttes for å bidra til å forhindre at personer som for eksempel på grunn av funksjonsnedsettelse eller sykdom opplever sosial barriere eller ensomhet. Slik teknologi er for eksempel ulike sosiale medier eller FaceTime som kan lastes ned på en smarttelefon eller et nettbrett. Kompensasjons- og velværeteknologi er for eksempel avanserte proteser, talestøttende teknologi eller teknologi som kompenserer for manglende hørsel og alt fra enkel elektronisk kalender til mer avanserte påminnesapplikasjoner for personer med kognitiv svikt osv. [23]. Medisindosett gir for eksempel varsel når medisin skal tas og er svært hjelpelig for både pasient, hjemmesykepleier og pårørende [24]. I det som kalles smarthusteknologi kommuniserer ulike komponenter med hverandre. Det kan for eksempel sendes ut varsel dersom en person ikke har åpnet kjøleskapsdøren i løpet av en gitt tid som kan tyde på at personen ikke har spist [23]. Det finnes en rekke teknologiske løsninger for behandling og pleie. Det som omtales som E-helse er all IKT-bruk i helsetjenesten. Begreper som faller under E-helse er telemedisin, telehelse og telerehabilitering. Dette er systemer som pasienter og helsepersonell kan bli tilbudt uavhengig av geografisk bosted [23]. Utførelsen av helse- og omsorgstjenester kan skje i større grad i eget hjem istedenfor på institusjon [24]. For eksempel kan oppfølging av pasienter skje via videosamtale, hjemmesykepleiere kan søke assistanse ved hjelp av telemedisin, oppfølging av fysioterapeut i eget hjem

med bruk av web-kamera mm. Videre finnes det mobile løsninger som kalles m-helse. Eksempler kan være ulike sensorer for måling av trykk, puls, blodsukker og temperatur samt kostholdsdagbøker og treningsapper [23].

Med hensyn til brannsikkerhet finnes det også noen teknologiske løsninger. Internettetsiden [www.hvakanhjelp.no](http://www.hvakanhjelp.no), som driftes av Senter for fagutvikling og forskning, Sykehjemsetaten Oslo kommune, viser frem noen av mulighetene som er på markedet. Dette er for eksempel komfyrvakt for å forebygge brann. I Oslo kommune tilbys en trygghetspakke der røykvarsler kobles opp til en trygghets-sentral for de som kan ha vanskeligheter med å kontakte brannvesenet hvis røykvarsler skulle utløses. For personer som har redusert hørsel er det mulig å anskaffe sengevibrator slik at de blir varslet på en egnet måte. Med hensyn til slokking er mobilt vanntåkeanlegg, i tillegg til vanlig slokkeutstyr, en mulighet. Internettetsiden gir også tips om elektriske telys og kubbelys samt strømbrytere til kjøkkenapparater. Ved å benytte slik er det også med på å forebygge brann, og kan kjøpes i vanlige elektronikkbutikker. [26]

## 2.5. Deteksjon- og slokketeori

Det vil her bli presentert teori om deteksjon og generell slokketeori. Det blir presentert bruksområder og slokkeegenskaper til vanntåke og gassen IG-541.

### 2.5.1. Deteksjon

Brann kan oppdages hovedsakelig på to måter, enten manuelt eller ved hjelp av tekniske løsninger. Av særlig to årsaker er det viktig å benytte tekniske løsninger for deteksjon av brann; det er ikke alltid personer tilstede der hvor det brenner eller personer ikke er i stand til å detektere brann. At en person som ikke er i stand til å oppdage brann kan skyldes at personen sover, er ruspåvirket eller har nedsatt fysiske eller kognitive evner til å oppdage brannen. [27] Brann-detektor og alarmsystemer er nøkkel-funksjoner i brannforebygging og brannsikkerhetsstrategi i bygninger. Vitenskapelige undersøkelser om brannvekst og varme- og røykbevegelser inne i en bygning har gitt informasjon og verktøy som er nyttig i design av brann-deteksjonssystemer. Målet med deteksjon og alarmsystemer er å beskytte mennesker, eiendom, virksomhet og miljø. Ved beskyttelse av mennesker er det viktig med tidlig varsling i en brann situasjon. [28] Tidlig varsling er viktig slik at personer kan iverksette passende handling. Dette kan være å redde andre personer fra brannen og evakuere, varsle brannvesen eller prøve å slokke brannen dersom den ikke er for stor. [27]

Brann-deteksjon eller alarmsystemer kan ha interaksjon med andre brannsikringssystemer som for eksempel sprinkleranlegg eller røykventilasjon for å opprettholde tålelige forhold i en brann. Med hensyn

til eiendom er målet prinsipielt økonomi ved å minimere skadene på bygning og innhold som følge av brann. [28]

Plassering av branndetektorer er viktig når målet med brannsikringen er satt. Det finnes flere typer detektorer og er derfor viktig å vurdere hvilken type som er best egnet i hvert enkelt tilfelle. [28] Ved en brann vil varme røykgasser stige vertikalt i en røyksøyle rett over det brennende materialet og treffe taket. Taket vil påvirke de varme røykproduktene til å endre strømningsretning fra vertikalt til horisontalt oppunder taket og spre seg til andre områder i bygningen bort fra brannposisjonen. Med bakgrunn i dette er det mest hensiktsmessig å plassere detektoren nær takoverflaten. [29]

En detektor som reagerer på oppvarmet luft er en varmedetektor. Dette skjer ved at flammene eller røyken fra brannen varmer opp luften. Når den varme luften treffer detektoren vil en komponent i detektoren oppfatte dette. Når enten en gitt temperatur er oppnådd eller en gitt temperaturdifferanse, vil detektoren sende signal om at det er en brann. Varmedetektor er mye brukt i sprinkleranlegg. En ulempe med varmedeteksjon er at den gir relativt sen alarm. Årsaken til det er at elementet i detektoren må varmes opp og i løpet av den tid kan brannen produsere mye farlig røyk som truer mennesker. Det kan medføre at tilgjengelig rømningstid blir uakseptabel liten. Varmedetektor er godt egnet til ved bruk på steder som for eksempel kjøkken, hvor det ofte blir mye vanndamp og os. En fordel med varmedetektorer er at det sjeldent blir utløst falsk alarm. [27]

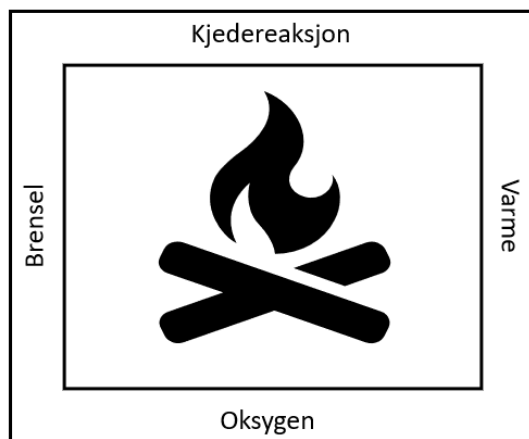
Det som kalles røykdetektor er en detektor som reagerer på røyk. Ved en viss økning i antall partikler i luften vil den gi signal om brann. En røykvarsler inneholder en alarmgiver, strømkilde og røykdetektor, som kan være en ionisk eller optisk detektor. I ulmebranner produseres det røykpartikler som er relativt store til forskjell fra flammebranner med mange små røykpartikler. [27] Ulmebranner kjennetegnes ved sakte utvikling, lav temperatur, flammeløs forbrenning. En av farene knyttet til ulmebrann er høyere toksiske produkter fra forbrenning. På grunn av den lave varmefrigjøringsraten i ulmebrann medfører dette at oppdriften av forbrenningsprodukter er svak, som videre medfører implikasjon for plassering av røykdetektorer i rom. Morfologien til røyk fra en ulmebrann er forskjellig fra en flammebrann og har effekt på røykdeteksjon. Dette betyr at røyken bruker lang tid til å nå taket eller kanskje aldri når takhøyden, og den mekaniske ventilasjonen i bygningen styrer røykbevegelsen. Gjennomsnittsstørrelsen til partikler av aerosol i ulmecellulose er målt til å være i området fra 2 til 3  $\mu\text{m}$  som er 50-200 ganger større enn sotpartikler produsert fra en flammebrann. [30] Det har blitt forsket på at ioniske detektorer er mer effektive med røyk fra flammebranner og optiske detektorer er på sin side mer effektive ved ulmebranner. Dette har med oppbyggingen av detektorene å gjøre. [27]



En detektor som reagerer på varmestråling eller elektromagnetisk stråling fra en brann er en flammedetektor. Flammene fra en brann skaper stråling, men ved høy nok intensitet kan også stråling oppdages fra glør eller røyk. [27] For enkelthetens skyld blir det noen ganger antatt at lyset fra en flamme oppfører seg som et «grått legeme». For eksempel er emissiviteten uavhengig av bølgelengde. Derimot, dominansen av CO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>O utlipp i tidlig stadiet av en brann gir muligheten til å designe infrarød detektor som kan skille mellom en flamme og en varm overflate. Dette kan gjøres ved bruk av sensorer som kan sammenligne intensiteten i utlippene ved 4,4 μm med c. 3,8 μm, utenfor CO<sub>2</sub>-båndet; et signifikant sterkere signal enn 4.4 μm vil bli gjenkjent som tilstedeværelse av flamme, i hvert fall i de tidlige stadiene når flammen fortsatt er relativt «tynn». [31] For at en flammedetektor skal kunne detektere en brann raskt, må den kunne «se» brannen. [27]

### 2.5.2. Sløkketeori

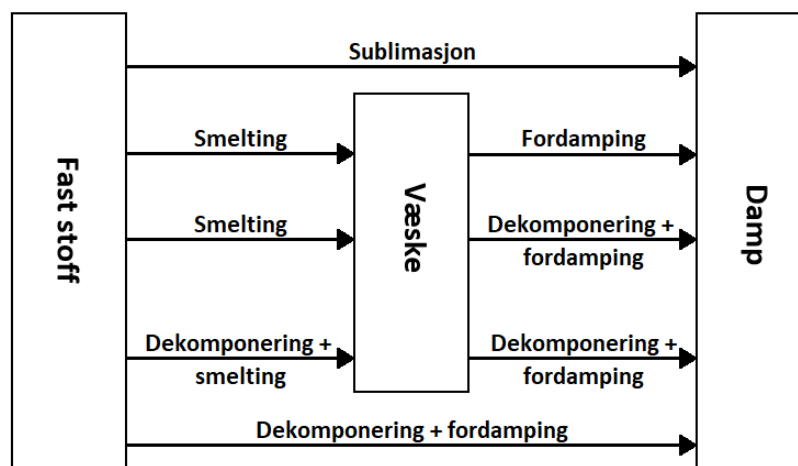
For at en flamme eller brann skal kunne starte og opprettholdes kreves det fire faktorer. Det er brannbart materiale, oksygen, energi i form av varme og kjedereaksjon [27]. Dette er illustrert i Figur 3 og omtales som brannfirkant.



Figur 3 - Brannfirkant

Brensel kan være en væske, et fast stoff eller en gass. I en forbrenning må brenselet være i gassform for å ta del. Væsker fordampes til gass og antennes dersom luft/gass blandingsforholdet er innen brennbarhetsgrensene. [27] Når brennbare faste stoffer produserer gassformig brensel er nesten alltid

termisk dekomponering eller pyrolyse<sup>1</sup> av polymermolekyler involvert ved de forhøyede temperatuere som eksisterer ved overflaten. [31] Se Figur 4 for de ulike måtene fast stoff endrer tilstand til damp.



Figur 4 - Forskjellige måter fast stoff gjennomgår faseovergang til damp [31]

Luft inneholder cirka 20,95 % oksygen og tar del i forbrenningen. Oksygen vil være tilgjengelig så lenge lufttilførselen er god. For å opprettholde en forbrenning må energi produseres i forbrenningssonen. Energiproduksjonen må være stor nok til å varme opp brenselet slik at det blir omgjort til brennbar gass samt opprettholde nødvendig temperatur i forbrenningssonen. Det har blitt gjort undersøkelser som anslår at 30-40 % av varmen stråles bort fra flammen og bidrar ikke til oppvarming av brensel. For å beskrive stoffer som reagerer med hverandre brukes reaksjonslikninger. I reaksjonslikningene viser ikke kjedereaksjonene, som er prosesser hvor frie radikaler inngår<sup>2</sup>. Årsaken til at kjedereaksjonene ikke blir tatt med er at det blir svært komplisert, selv for de enkleste reaksjoner. Kjedereaksjonene med frie radikaler er nødvendig for å opprettholde en prosess. [27] De frie radikalene har bare en transient eksistens i flammen, men er årsaken for raskt forbruk av brenselet. Konsentrasjonen opprettholdes fordi de kontinuerlig regenerert i en rekke av kjedereaksjoner, selv om de også blir ødelagt i avslutnings kjedereaksjoner. [31]

I arbeidet med å slokke en brann må minst ett av de fire elementene i brannfirkanten elimineres. Det kan benyttes ulike slökkemidler for eliminering, hvor de mest kjente slökkemidlene er vann, pulver, skum og gass. Disse har ulike slukkeegenskaper og kan påføres på ulike måter. Ved valg av slökkemiddel vil to

<sup>1</sup> Pyrolyse: Irreversibel kjemisk spalting av et stoff under påvirkning av varme. Dette skjer både før og under en brann. [1]

<sup>2</sup> Frie radikaler: ikke oppfylt atomets, ionets eller molekylets ytterste elektronskall. [27]

momenter særlig være avgjørende; hvilken type brann som kan forventes og i hvilken grad av sekundærskader som kan aksepteres. Andre faktorer som også vil påvirke valget av slökkemiddel og -systemer er hvem som eventuelt oppholder seg der og hvem som skal håndtere utstyret. Det vil også alltid bli vurdert med hensyn til person- og miljöikkerhet. For eksempel er CO<sub>2</sub> en gass som kan benyttes til brannsløkking, men er en fare for mennesker ved inhalering. Dersom denne gassen skal benyttes må det settes inn tiltak slik at personene kommer seg vekk fra området før gassen slippes ut. Med hensyn til miljøikkerhet skal slökkemidler ikke gjøre skade på ozonlaget eller bidra til global oppvarming. Eksempelvis er halon forbudt å bruke da det har negativ effekt på ozonlaget. Det kan også være lokale forhold som avgjør om slökkemiddelet utgjør en trussel mot mennesker, dyr og miljø. Slikt må det tas hensyn til i en vurdering ved valg av slökkemiddel. [27] Andre faktorer som kan påvirke valg av slökkemiddel og -system er pris, vekt og hvor stor plass slökkesystemet krever. De ulike faktorene vil ha ulik tyngde i bedømmingen. [32]

Videre vil det bli sett nærmere egenskaper til vann og gass som slökkemiddel.

Vann har flere egenskaper som slökkemiddel og er godt kjent og utprøvd. Vann har kokepunkt ved 100 °C, og når vann går over til damp ved denne temperaturen ekspanderer det i volum. Denne egenskapen gjør at vannet opptar større romvolum og fortrenger dermed oksygen fra forbrenningssonen [27]. Oppvarming og fordamping av vann krever energi. Vannets varmekapasitet ved 15 °C er omtrent 4,18 kJ/kg K. Dette betyr at det kreves 4,18 kJ å varme opp 1 kg vann én varmegrad. Videre kreves det stor energimengde for at vann skal fordampes, ca. 2260 kJ/kg [32]. Varmen blir absorbert fra flammene eller brenselet, som da medfører at de blir nedkjølt. [27] I brannsløkningssammenheng kan vann anvendes på fem ulike måter. Det kan brukes til å kjøle varme branngasser eller kjøle og dermed sløkke flammene. Brenseloverflaten kan bli nedkjølt slik at pyrolysen i brenselet avtar. Andre potensielle brenseloverflater som enda ikke deltar i brannen blir holdt kalde slik at de ikke kan delta i brannen. Tilslutt kan vann fordampes i kontakt med varme overflater slik at vanddampen inertebrannrommet. Dette kan kombineres på tre måter; branngasskjøling, brenselkjøling og sløkking med vanddamp. [32]

Noen begrensninger til vann som slökkemiddel er ved brann i gasser eller væsker med lavt flammepunkt. I slike tilfeller er vann generelt ikke godt egnet. Noen metaller som brenner reagerer med vann som videre reagerer med luft som kan skape farlige forhold. Etter at brann er sløkket ved bruk av vann, vil det være igjen spillvann på brannstedet. Dette er vann som ikke har fordampet i sløkkeinnsatsen. Som regel brukes det mye mer vann i sløkking enn det som fordampes, altså det brukes mer vann enn det som er nødvendig i en sløkkeinnsats. Dette har med hvor effektivt vannet blir påført brannen. I en mindre leilighetsbrann vil det likevel gå raskt å trøke opp overskuddsvann i forhold til brannskadene. [32]

Avhengig av hvilken gass som benyttes kan brann slokkes på ulike måter. [27] Slokkekasser som inneholder nitrogen eller karbondioksid opptre som inert fortykning og øker varmekapasiteten til atmosfæren i rommet (per mol oksygen). Dette medfører at flammemetemperaturen reduseres og brannen slokkes når temperaturen er under visse grenseverdier. Slokkekasser som inneholder halogener vil hemme de kjemiske kjedereaksjonene i brensel-luft blandingen ved å erstatte oksidasjon med inerte atomer eller radikaler. Dette medfører at brennhastigheten reduseres betraktelig, men reduserer ikke tilsvarende i flammemetemperatur. [31] Dersom gassatmosfæren ventileres ut vil brannen kunne blusse opp igjen. Gass som slökkemiddel blir dimensjonert for å skape en ubrennbar atmosfære i det aktuelle rommet. Dette medfører at all gass blir slippet ut når systemet aktiveres, uavhengig av størrelse på brannen. Når gassen er slippet ut må systemet fylles med gass før systemet er funksjonelt igjen. [32]

### 2.5.3. Boligsprinkleranlegg

Et sprinklersystem er et automatisk slokkesystem som benytter vann som slökkemiddel. Systemet er stasjonært og dimensjonert for å slokke en brann på et tidlig tidspunkt eller holde brannen kontrollert til annen slokkeinnsats foretas. Et sprinklersystem består av ett eller flere sprinkleranlegg og en vannforsyningsdel. Hovedsakelig består anlegget av et hovedkontrollventilsett og rørsystem med sprinklere i taket. Sprinklerne utløses ved forhåndsbestemt temperatur og vannstrømmen som går gjennom alarmventilen aktiverer en brannalarm. Det er kun de sprinklerne som er nære brannen og som oppnår den forhåndsbestemte temperaturen som utløses. Et sprinklerhode består av et varmefølsomt element og en spredeplate. Det varmefølsomme elementet kan være en glassbulb eller et smelteledd med fargekoder for hvilken utløsningstemperatur som er valgt. Når smelteleddet smelter eller glassbulben sprekker vil vann strømme gjennom sprinklerhodet, treffe spredeplaten og spres ut over et gitt areal. [33] Det finnes ulike typer sprinkleranlegg. Våtanlegg, tørranlegg, alternerende anlegg, preaction-anlegg og deluge-anlegg. Våtanlegg er fylt med vann under trykk og skal ikke benyttes dersom det er fare for frostskafer på anlegget. Tørranlegg er fylt med vann under trykk oppstrøms til alarmventil. Luft eller inertgass under trykk er fylt i rørsystemet fra alarmventil og ut til sprinklerne. Alternerende anlegg er slik at det kan drives som et tørranlegg i den kalde årstiden og som et våtanlegg i den varme årstiden. Deluge-anlegg har åpne sprinkler og brukes steder hvor det forventes intensiv brann som kan spre seg svært raskt. [33]

Det primære formålet med boligsprinkleranlegg er å redde liv, mens tradisjonelle sprinkleranlegg blir installert for å redde materielle verdier. Et boligsprinkleranlegg har mindre vannbehov da anlegget blir dimensjonert til å kontrollere en mindre brann, til forskjell til et tradisjonelt sprinkleranlegg som skal kontrollere en stor brann. Rørsystemet er enklere og enkelte rom kan unnlates fra boligsprinkling. I

boligsprinkler brukes «fast-respons» sprinklere. Dette gir en raskere respons da sprinklerbulben er mer sensitiv for varme enn de tradisjonelle. Årsaken til at «fast-respons» blir benyttet er for at brannen skal bli kontrollert før rommet blir fylt med giftige røykgasser. [34]

I bygninger hvor det etter TEK17 kreves automatisk sprinkleranlegg som brukes til boligformål, kan boligsprinkler benyttes i henhold til NS-INSTA 900-1. Boligsprinkler deles inn i tre typer anlegg, type 1-, type 2- og type 3-anlegg. I bygninger hvor det er krav om boligsprinkler skal vannforsyningen i type 1 og type 2-anlegg være i minst 30 minutter og i type 3-anlegg minst 60 minutter. Det skal også alltid være en uavhengig akustisk alarmgiver som kombineres med boligsprinkleranlegget. Dersom sprinkleranlegget utløses skal alarmgiver automatisk gi varsling, og skal være hørbar i hele bygningen. [35]

Fra forsøk er det funnet at ved bruk av boligsprinkler forhindres overtenning og brannspredning til andre boenheter. I de forsøkene hvor konsentrasjoner av giftige gasser ble målt, oppsto det ikke kritiske forhold de første 15 minuttene i de fleste tilfellene. Brannen ble ikke sløkket, men dempet og kontrollert. For personer som ikke er i stand eller trenger svært lang tid til å ta seg selv til sikkert sted, kan noen situasjoner være livstruende til tross for installasjon av boligsprinkler. Dersom det oppstår brann i skap eller lignende vil ikke vannsprayen treffe brannkilden og det kan dermed oppstå en livstruende situasjon. Boligsprinkler er ikke godt egnet ved gløde- eller ulmebranner da økning i temperatur skjer svært sakte. Ved brann i sengetøy eller klær kan brannskadene bli store før temperaturen når utløsningstemperaturen til boligsprinklene. Kritiske forhold kan også oppstå før boligsprinklene aktiveres ved eksplosjon eller svært hurtig brannvekst. Andre faktorer som kan skape farlige forhold kan være dersom boligsprinklene er dimensjoner for mindre brannbelastning enn det som faktisk er, samt mangel eller dårlig vedlikehold av boligsprinkleranlegget. [34]

#### 2.5.4. Vanntåke

Når vandrdåpene i et vannbasert slokkesystem leverer dråper som ikke er større enn 1000  $\mu\text{m}$ , kalles det vanntåke. Til forskjell fra tradisjonelle sprinklerdyser har vanntåkedyser sprayer med veldig små dråper, som en tåke. Gjennom forskning har vanntåke vist å ha god effekt ved kjøling og slokking av branner. De små vandrdåpene gir vanntåken et større overflateareal som medfører en mer effektiv absorpsjon av varme. I tillegg har de små dråpene en lavere hastighet som dermed gir mer tid til varmeabsorpsjon og fordampning. Disse momentene medfører at mengden vann som er nødvendig for å kontrollere og eventuelt slokke en brann blir mindre da det effektiviserer påføringen. Slokkeegenskapene til vanntåke beskrives med fem faktorer. Disse gjelder både for væskebranner og brann i fast materiale men med ulik grad av virkning. De fem faktorene er: [36]

- Avkjøling av gasser
- Fortrengning av oksygen og fortynning av brennbare gasser
- Fukte og kjøle overflate til brensel
- Demper varmestrålingen
- Kinetisk effekt

Avkjøling av gasser skjer ved at varme blir fjernet fra forbrenningssonen som følge av fordampning av vann. Desto mer vann som fordampes jo større mengde av varme er utvunnet fra forbrenningssonen, som medfører at temperaturen til flammen og varme gasser blir redusert. Dersom flammetemperaturen blir redusert til under den kritiske verdien som er nødvendig for å opprettholde forbrenningen, vil brannen bli slokket. Nedkjøling av flammen vil også redusere strålingen til brenseloverflaten, som reduserer pyrolyseraten til brenselet. [36]

Oksygenfortrengning og fortynning av brennbare gasser kan oppstå enten lokalt i flammene eller i selve rommet. Når vandrdråpene går over til dampfase ekspanderer volumet til vandrdråpene. Dersom fordampningen oppstår i flammene kan volumøkningen forstyrre innblanding av luft til flammene slik at flammene kveles. I selve rommet kan oksygenkonsentrasjonen reduseres betydelig som følge av fordampning av vann. Fordampningen er et resultat av interaksjoner fra vanntåke med flammer, varme gasser og/eller varme overflater. Tilgjengelig oksygen for forbrenning er en funksjon av størrelsen på brannen, romvolumet og ventilasjonsforhold i rommet. Dette betyr at etter hvert som størrelsen på brannen øker vil gjennomsnittstemperaturen i rommet øke og oksygenkonsentrasjonen avta. Oksygenkonsentrasjonen avtar som følge av brannens forbruk av oksygen samt fortynning på grunn av vandrdamp. Dersom den kombinerte effekten av oksygenfortynning som følge av brannens forbruk og fortynning på grunn av vandrdamp kan redusere oksygenkonsentrasjonen til under den kritiske verdien som er nødvendig for at forbrenning kan opprettholdes, vil brannen slokkes. [36]

Fukting og kjøling av brenseloverflate vil være i mange tilfeller den dominerende sløkkemekanismen for brensel som selv ikke produserer brennbar dampblanding på brenseloverflaten ved romtemperatur (f.eks. faste materialer). Ved fukting og kjøling av brenseloverflaten vil pyrolyseraten til brenselet reduseres. Dersom damp-luft blandingen over brenseloverflaten er redusert til under den nedre brennbarhetsgrensen til brenselet, vil flammen bli slokket. [36]

Vanntåke og vandrdamp demper strålevarmen til objekter nær brannen. Dette er viktig for å forhindre brannspredning til omliggende ubrent brensel. Som følge av nedkjølte gasser og økning i vandrdampkonsentrasjon mellom brensel og flamme, vil varmestrålingen dempes i forbrenningssonen. Ved reduksjon

i flammemetemperaturen medfører det også at tilbakestråling fra flammen til brenseloverflaten blir redusert. [36]

Kinetiske effekter kan bidra enten til flammeintensivering eller -undertrykkelse. Flammeintensivering har blitt målt som en oppblussing av en flamme ved første kontakt med vanntåken. Det er mulig at turbulens og innblanding assosiert med en rask fordamping ved flammeoverflaten akselererer brennraten. Kinetisk effekter kan også bli involvert i flammeundertrykkelse med resultatet av både nedkjøling av gass og oksygen fortrenning og fortykning. Når et fortykningsmiddel, i dette tilfellet vanndamp fra vanntåke, er lagt til forbrenningsreaksjonen, kombinert med nedkjøling av flammen, er hypotesen at reaksjonsraten ved molekylært nivå er betydelig ulik fra støkiometriske forhold. [36]

#### 2.5.5. IG-541

IG-541 er en inert slokkegass som består av 52 % nitrogen, 40 % argon og 8 % karbondioksid og har omtrent samme tetthet som vanlig luft. [37] Komponentene i IG-541 er alle naturlig tilstede i atmosfæren, og har ingen negativ påvirkning på ozonlaget, bidrar ikke til global oppvarming eller medvirker til unike kjemiske arter med forlenget atmosfærisk livstid. Ved eksponering for temperaturer opptil 2000 °C vil gassen ikke avgi noen dekomponeringsprodukter. Gassen har heller ingen negativ påvirkning på utstyr eller materialer som kan finnes i for eksempel et normalt kontorlandskap. [38]

Slokkegassen er fargeløs, har ingen lukt og er ikke-elektrisk ledende. [37] IG-541 blir lagret under trykk i gassbeholdere som permanent gass. [38] Branner slokkes ved at IG-541 senker oksygenkonsentrasjonen i rommets atmosfære til under det kritiske oksygenivået som en brann krever for å kunne opprettholdes. [37] Etter utløsning av et gasslokkesystem oppstår små eller ingen sekundærskader i rommet. [32] Å benytte IG-541 som slokkegass er derfor særlig nyttig for slokking av brann hvor ikke-elektrisk ledende medium er essensielt eller ønskelig, hvor sekundærskader i form av opprydding etter slökkemedium er et problem eller når lokasjon inneholder personer og krever en ikke-toksisk agent. [38] Gass-slokkeanlegg er primært brukt mot farer som finnes i tette rom. [39] Typiske rom som er beskyttet med IG-541 er: [38]

- Datarom
- Telekommunikasjonsanlegg
- Prosessutstysrom
- Maskineri områder
- Historiske bygninger og museum
- Elektroniske områder hvor utstyret er enten veldig sensitivt eller uerstattelig

Ved en brann i klasse A-materiale, som tremateriale, PMMA-, PP- og ABS-plast osv. kreves det 28,2-30,7 prosent volum slokkegass for at brannen skal slokkes. Den minste designkonsentrasjonen skal være 39,9 prosent volum, som da gir en sikkerhetsfaktor tilsvarende 1,3. [37] Sikkerhetsfaktoren relateres til en økning på 30 % fra slokkekonsentrasjonen til design-konsentrasjonen. Omstendigheter som kanskje ikke er tilstrekkelig dekket av denne sikkerhetsfaktoren og som kan ha behov for ytterligere slokkemiddel, er for eksempel hvor [39]:

- Lekkasje oppstår fra et rom som ikke er tett
- Lekkasje oppstår på grunn av dører som blir åpnet i løpet av eller rett etter utløsning
- Det er viktig å minimere mengden av toksisk eller korrosive produkter fra forbrenning fra brannen
- Det oppstår en overdreven lekkasje fra det lukkede rommet på grunn av ekspansjon av slokkemiddelet
- Metalloverflate, oppvarmet av brannen, kan opptre som en antenneskilde hvis den ikke er tilstrekkelig nedkjølt etter utløsning og holdetid

Som en generell regel må alle åpninger, spesielt dører og ventilasjonsvifter, være sikret før slokkegassen frigjøres i sammenfall med deteksjon og alarmsystemer. Installering av gass-slokkesystem i rom med ikke-lukkbare åpninger bør ikke gjennomføres med mindre testdata er tilgjengelig for å sikre tilstrekkelig konsentrasjon. [40] Etter at slokkekonsentrasjonen er oppnådd skal konsentrasjonen bli vedlikeholdt i en tilfredsstillende periode for å gi tid til effektiv nødhandling. Dette er viktig da antenneskilden kan reantenne hvis slokkemiddelet lekker ut. Den tidsperioden slokkemiddelkonsentrasjonen skal bli opprettholdt kalles holdetid, og skal aldri være kortere enn 10 minutter. [39] Etter en utløsning av et gassanlegg blir slokkemiddelet frigitt. Dette medfører at systemet er tomt for slokkemiddel og det vil gå en tid før det er etterfylt og klart til å bekjempe en ny brann. Etterfyllingstiden kan være kritisk dersom brannen skulle blusse opp igjen. [27]

Med hensyn til personsikkerhet er farer forbundet med bruk av IG-541 redusert oksygenkonsentrasjon samt forbrenningsprodukter fra brannen. [37] Det er strenge retningslinjer for konsentrasjoner av slokkegasser. Maksimal konsentrasjon skal ikke overstige LOAEL med mindre en deaktiveringseenhet er montert. LOAEL står for «Lowest observed adverse effect level». Dette betyr at gasskonsentrasjonen ikke skal overstige det laveste observerte bivirkningsnivået og relateres til toksisk eller fysiologisk effekt. Videre er det anbefalt at systemet hvor NOAEL er forventet å overstiges blir plassert i et ikke-automatisk modus når det er personer i rommet. NOAEL står for «no observed adverse effect level» og betyr det er den høyeste konsentrasjonen som ikke har noen observerte bivirkninger med hensyn til toksisk eller fysiologisk



effekt. [39] Ved en konsentrasjon på 43 prosent volum med IG-541 har det ikke vært observert skadelig toksikologisk eller fysiologisk effektnivå (NOAEL). Dette tilsvarer et oksygenivå på minimum 12 prosent. Ved en konsentrasjon på 52 prosent volum slokkegass er den laveste observerte skadelige toksikologisk eller fysiologisk effektnivå (LOAEL), som tilsvarer et oksygenivå på minimum 10 prosent. [37]

IG-541 skiller seg fra de øvrige inertgassene da den inneholder 8 % karbondioksid. [41] Det er sterk indikasjon på at små konsentrasjoner av karbondioksid tilsatt i gassen reduserer hypoksiske effekter og forbedrer menneskets ytelse ved lave oksygenivåer. Det har enda ikke blitt differensiert mellom inertgasser eller blandinger. [40] Når IG-541 blir frigitt i et rom, vil personer fortsatt kunne puste til tross for redusert oksygenkonsentrasjon i luften. Normal atmosfære inneholder 21 % oksygen og mindre enn 1 % karbondioksid. IG-541 vil redusere oksygenkonsentrasjonen til cirka 12,5 % mens karbondioksidnivået vil øke til rundt 3 %. Økningen i karbondioksidnivået vil medføre at en persons pusterate øker og dermed kroppens evne til å absorbere oksygen. [38] Kroppens reaksjon med hensyn til redusert oksygenivå (hypoksi) og effekten av samtidig økning i karbondioksidnivå blir diskutert i diskusjonskapittelet 4.2.

Det er i dag en pågående diskusjon hvorvidt IG-541 kan benyttes i bygninger beregnet for overnatting med hensyn til personsikkerhet. 8. mai 2019 ble det utgitt en rapport finansiert av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) som gjennomgår eksisterende standarder for bruk av IG-541. Det ble blant annet konkludert med at det ikke er grunnlag for å bruke IG-541 i bygninger beregnet for overnatting, henholdsvis risikoklasse 4 og 6, da det ikke finnes tilfredsstillende dokumentasjon. IG-541 må behandles som de øvrige inertgasser i standardene og med hensyn til eksponeringstid. [42] Gjeldende begrensninger for eksponeringstid for inertgasser er presentert i Tabell 5. [40]

*Tabell 5 - Gjeldende begrensninger for eksponeringstid ved inerte gasskonsentrasjoner [40]*

Gasskonsentrasjon [%]	Gjenværende oksygenkonsentrasjon [%]	Eksponeringstid
Opptil 43 %	12 %	5 minutter
43-52 %	10-12 %	3 minutter
Større enn 52 %	Mindre enn 10 %	30 sekunder

### 3. Velferdsteknologi for økt brannsikkerhet

I dette kapitlet blir det gjennomført en mulighetsanalyse med hensikt å avdekke hvor i rømningsforløpet tekniske tiltak kan ha god effekt for hjemmeboende eldre pasienter. Videre blir ulike tiltak vurdert opp mot personegenskaper og adferd, og mulige mobile anlegg blir presentert.

#### 3.1. Mulighetsanalyse

I arbeidet med å heve brannsikkerhetsnivået for hjemmeboende eldre pasienter er det hensiktsmessig å undersøke hva konkret som gjør denne gruppen mennesker mer sårbar enn funksjonsfriske mennesker. Gjennom en analyse av rømningsforløpet kan det avdekkes hvor problemet oppstår, og å finne gode løsninger som kan bidra til økt brannsikkerhet. I mulighetsanalysen vil det bli sett nærmere på nødvendig og tilgjengelig rømningstid.

##### **Nødvendig rømningstid**

Nødvendig rømningstid er summen av varslings-, reaksjons-, og forflytningstid:

$$t_{n\ddot{o}dvendig\ r\ddot{o}mningstid} = t_{varsling} + t_{reaksjon} + t_{forflytning} [s]$$

Varslingstid er tiden fra en brann oppstår til den blir detektert av en automatisk brannvarsler eller blir oppdaget manuelt av en person etterfulgt av varsling. Ved fastsettelse av varslingstid må det vurderes hvilket brannforløp som forventes i bygningen og hvilket brannalarmanlegg som finnes herunder hvilken type deteksjon og dekningsområdet. Brannforløpet vil variere fra scenario til scenario og kan ha svært hurtig eller langsom brannutvikling. Et hurtig brannforløp vil ha en raskere varslingstid enn et langsomt brannforløp. [43]

Reaksjonstid er tiden fra en person er varslet og til personen iverksetter forflytning. [43] Denne parameteren inkluderer vurderings- og beslutningstid. Personen vil vurdere faren brannen representerer. Deretter med utgangspunkt i vurderingen ta en beslutning for hvilke tiltak som skal utføres, herunder å evakuere til sikkert sted. [11] Ofte vil personer fortsette med den aktiviteten de holder på med, avslutter arbeidsprosesser eller ikke anser situasjonen som truende. Reaksjonstiden kan bli svært lang dersom en person ikke vurderer det til å være en truende situasjon. Den er både person- og situasjonsavhengig. [43]

Forflytningstiden er tiden fra en person starter forflytning og er kommet til sikkert sted. [11] Denne kan beregnes ved å summere forflytningstiden i hver branncelle som rømningsveien består av og forflytningstiden gjennom dør. [43]

$$t_{forflytning} = t_{gang} + t_{dør} [s]$$

Dersom bygningen består av flere etasjer, vil også forflytning mellom etasjene bli medregnet. [11] Faktorer som påvirker forflytningstiden er hvordan personer er fordelt i lokalet, om noen personer har behov for assistanse ved rømning, belysning og ledesystemer i rømningsveier, utforming av rømningsveier og antall utganger. [43]

Bygningsmessige forhold, personer og organisatoriske forhold er faktorer som påvirker rømningstiden. Bygningsmessige forhold kan være som branncelleinndeling, planløsning og bredde i rømningsveien, tilpasset rømningsveier for aktuelle personer osv. For eldre personer eller personer med nedsatt funksjonsevne vil selve forflytningen ta vesentlig lenger tid enn for en funksjonsfrisk person. Reaksjonstiden for en person med redusert bevissthetstilstand kan også medføre at denne tidsfasen i en rømnings-situasjon blir svært lang. Redusert bevissthetstilstand kan være at personen sover eller er påvirket av medisiner eller rusmidler og lignende. [11] Eksempler på organisatoriske tiltak kan være bemanning med assistert rømning eller vakter med opplæring for å bistå rømning. Aktive tiltak som reduserer nødvendig rømningstid er presentert i Tabell 6. [43]

*Tabell 6 - Aktive tiltak og hva de omfatter [43]*

Type tiltak	Hva tiltaket omfatter
Brannalarmanlegg	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tilfredsstillende deteksjon og dekningsområde</li> <li>- Akustisk alarm: klokker, sirener, talevarsling</li> <li>- Optisk alarm</li> <li>- Forsinkelse før det gis alarm</li> </ul>
Ledesystem og belysning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- God merking av fluktveier og utganger til rømningsvei</li> <li>- God merking og belysning i rømningsvei</li> <li>- Belysning og kombinasjonen av ulike belysningsystemer</li> </ul>

Muligheter for å redusere konsekvensene av en brann vil være å se på elementer som kan øke den tilgjengelige rømningstiden.

## Tilgjengelig rømningstid

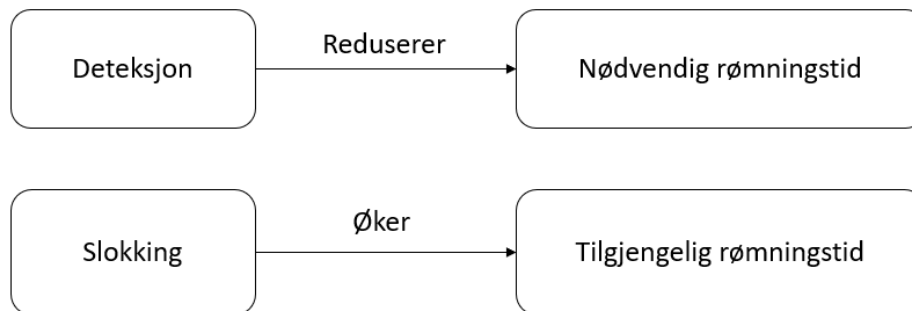
Tilgjengelig rømningstid er tiden fra en brann starter til det oppstår kritiske forhold. Kritiske forhold relateres til menneskers tålegrenser knyttet til røykproduksjon, varme og gasskonsentrasjoner. [10] Det har blitt utarbeidet grenseverdier for de ulike parameterne og omtales som akseptkriterier. Tilgjengelig rømningstid er overskredet når en av grenseverdiene har blitt overgått, og omtales som akseptkriterier (se vedlegg A). Tidsperioden vil variere fra brann til brann. [11] Normalt vil det oppstå kritiske forhold i en startbranncelle etter 3-5 minutter. [10] Eksempler på tiltak som kan øke tilgjengelig rømningstid er presentert i Tabell 7.

*Tabell 7 – Eksempler på tiltak som øker tilgjengelig rømningstid og hva de omfatter [10]*

Tiltak	Hva tiltak omfatter
Automatisk slokkeanlegg	Brannen kontrolleres eller slokkes før det oppstår kritiske forhold
Røyk- og brannskillende konstruksjoner	Forsinker spredning av brann og røyk til andre deler av bygningen
Brannseksjonerende konstruksjoner	Muliggjør horisontal rømning til en annen brannseksjon som er et sikkert sted under brannforløpet.
Røykventilasjon	Forhindrer overtenning og muliggjør rømning
Bygningsmessige tiltak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Økt romhøyde eller romvolum</li> <li>- Ubrennbare materialer</li> </ul>

Romforhold har stor betydning for brannutviklingen. For eksempel vil det i et rom med stor takhøyde ta lenger tid før et røyksjikt blir etablert og når kritisk høyde for tålegrenser for mennesker. Det samme gjelder ved stort romvolum, det vil gi lenger røykfyllingstid. Mindre rom vil ha motsatt effekt. Røykfyllingstiden går raskt, og røyksjiktet vil avgi varmestråling til omliggende inventar slik at det kan føre til overtenning innen kort tid. [10] I boenheter vil ikke det være aktuelt å endre på romgeometrien på bakgrunn av brannsikkerhet, da det er mer rettet mot virksomheter enn privatsfæren. Det som derimot kan være aktuelt for personer i boenheter som har behov for ekstra brannsikringstiltak vil være et aktivt brannsikringstiltak som automatisk slokkeanlegg. Deteksjons- og slokkesystemer er nært knyttet sammen.

Et automatisk slokkesystem må ha et deteksjonssystem for å aktiveres. Deteksjonssystem reduserer den nødvendige rømningstiden, og ved å ha et automatisk slokkeanlegg vil den tilgjengelige rømningstiden øke, se Figur 5.



*Figur 5 - Deteksjon reduserer nødvendig rømningstid og slokkesystem øker tilgjengelig rømningstid*

I tilfelle brann er dette to forhold som er ønskelig å oppnå, særlig de steder hvor den nødvendige rømningstiden trolig kan bli lenger enn den tiden som er tilgjengelig for rømning før det oppstår kritiske rømningsforhold.

### 3.2. Vurdering av velferdsteknologiske tiltak

Velferdsteknologiske tiltak må vurderes opp mot hvem og hva som skal beskyttes. Tiltak bør vurderes opp mot personen, bolig og boforhold eller sosiale omgivelser. Tabell 8 gir en gruppeinndeling etter personens egenskaper og kjennetegn, samt mulig tiltak som kan kompensere for manglende egenskap. Nedsatt eller mangel av en egenskap blir representert med «-», og «+» dersom egenskapen ansees å være normal. Tabellen angir i tillegg kombinasjoner av de forskjellige risikofaktorene. [9]

Tabell 8 - Inndeling av risikogrupper med tilhørende mulige tiltak [9]

Nr.	Adferd	Fysikk	Kognitiv	Kjennetegn	Mulige tiltak
0	+	+	+	Ikke risikogruppe	Generelt god effekt av alle tiltak.
1	-	+	+	Høyere sannsynlighet for brann	Generelt god effekt av alle tiltak. Informasjon/opplæring kan være aktuelt for denne gruppen. Tiltak for å påvirke generell livssituasjon er muligens beste alternativ for å unngå ildspåsettelse, eksempelvis tilsynsaktiviteter og tiltak for å heve livskvalitet.
2	+	+	-	Lang reaksjonstid	Forebyggende tiltak som hindrer at brann oppstår. Vil kunne ha dårlig beredskapssevne ved brann og vil være avhengig av slokkeanlegg og evt. brannalarmanlegg med varsling til brannvesenet.
3	-	+	-	Høyere sannsynlighet for brann og lang reaksjonstid	Samme tiltak som for gruppe 2, men forebyggende tiltak vil ha enda bedre effekt pga. høyere sannsynlighet for brann i utgangspunktet.
4	+	-	+	Lang forflytningstid	Tiltak som bidrar til tidlig varsling av brann, eksempelvis røykvarsler (tilpasset funksjonshemninger), tilrettelegging av rømningsveier, evakueringsplaner, informasjon/opplæring.
5	-	-	+	Høyere sannsynlighet for brann og lang forflytningstid	Samme tiltak som for gruppe 4. Informasjon/opplæring ift. negativ adferd/livsstil vil kunne redusere sannsynlighet for branner.
6	+	-	-	Lang forflytnings- og reaksjonstid	Forebyggende tiltak for å forhindre at brann kan inntreffe, da personene har dårlig beredskapssevne. Dersom brann først inntreffer vil hjelp fra andre eller evt. slokkeanlegg være mest egnet. Kandidater for døgnbasert pleie- og omsorgstjeneste.
7	-	-	-	Høyere sannsynlighet for brann og lang forflytnings- og reaksjonstid	Samme tiltak som for gruppe 6, men forebyggende tiltak vil ha enda bedre effekt pga. høy sannsynlighet for brann i utgangspunktet. Av samme årsak vil effekten av slokkeanlegg være høy. Kandidater for døgnbasert pleie- og omsorgstjeneste.

Tiltakene som er gitt som forslag omfatter både forebyggende tiltak og konsekvensreducerende tiltak, etter hvilke egenskaper en person har. Informasjonsarbeid og opplæring er organisatoriske tiltak og vil være verdifullt for noen, men kan gi liten effekt for andre. Det har blitt vurdert at effekten av slokkeanlegg vil være høy for persongrupper med lang forflytnings- og reaksjonstid, med eller uten høyere sannsynlighet for brann. Mulighetsanalysen viser at for hjemmeboende pasienter vil automatiske slokkesystem (med deteksjonssystem) trolig ha den største effekten på økt brannsikkerhet.

### 3.3. Mulige mobile anlegg

Det vil i denne delen bli sett på mobile slokkeanlegg for å øke brannsikkerheten i bolig. Det må understrekes at dette er tiltak som kommer i tillegg til gjeldende krav til brannsikkerhet, og skal ikke kompensere for andre tekniske brannsikkerhetstiltak gitt i forskrift. Det har ikke blitt funnet standarder som er gjeldende i Norge med hensyn til mobile slokkeanlegg. Formålet med de mobile slokkeanleggene er å heve brannsikkerhetsnivået utover forskriftskravene for personer som har behov for dette [44], [45], [41]. Felles for samtlige mobile slokkeanlegg er at de kan installeres i nye og eksisterende boliger. Alle slokkeanleggene skal gi tidlig deteksjon og rask aktivering av slokkeinnsats. Prosjektering, montering og vedlikehold av slike anlegg skal alltid bli utført av sertifisert personell. En fordel med mobile slokkeanlegg er at de enkelt settes inn i boliger, og også enkelt kan flyttes videre til andre boliger etter behov.

#### 3.3.1. Mobilt vanntåkeanlegg

Det vil her bli presentert to ulike mobile vanntåkeanlegg, henholdsvis Smartscan og Q1. Disse to anleggene benytter vanntåke som det samme slokkeprinsippet, men har ulik løsning av utforming av anleggene.

##### **Smartscan – mobilt vanntåkeanlegg**

Smartscan er en mobil løsning for vanntåkeanlegg, og har blitt testet etter Britisk Standard 8458:2015: Annex C. Slokkesystemet kobles til boligens vannforsyning og distribuerer vanntåke under høyt trykk med slokkeinnsats i sekvenser på 30 minutter. Den mobile løsningen består hovedsakelig av en høytrykkspumpe, detektor, IR-kamera og dyse, se Figur 6. Systemet kan kobles til GSM-sender for overvåking som vil gi alarm og varsel ved utløsning av systemet eller det oppstår strømbrudd. [44] Monteringsarbeidet av slokkeanlegget tar 4-5 timer [46].

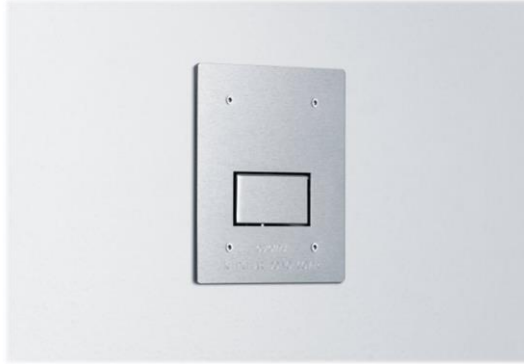


Figur 6 - Utstyr: Høytrykkpumpe, detektor, IR-kamera og dyse [46] (med godkjenning fra R. Kibsgaard [46])

Detektor til slokkesystemet kan være en varme-, røyk-, eller multidetektor [46]. Dysen blir plassert i en høyde på 1,40-1,45 meter over gulvet, som er området mellom det varme røyksjiktet og møbler [47]. Hver dyse har et dekningsareal på inntil 36 m<sup>2</sup>, og har et spraymønster som en halvsirkel [46], [47]. Systemet har blitt testet for takhøyder opptil 3,5 meter med gode resultater. Høytrykkpumpens størrelse er 36,5 cm høy, 24,0 cm dyp og 18,1 cm bred, og veier 7 kg. Den skal plasseres i et rom hvor det ikke er sannsynlig at brann kan oppstå eller er beskyttet i tilfelle brann. Pumpen er elektrisk drevet og kobles til strømtilførsel i bolig. [47] Vannforbruket til Smartscan er 6 liter per minutt. [46]

Systemet aktiveres når detektor oppdager brann. Ved deteksjon starter sprayhoder skanning som måler temperaturer i rommet ved hjelp av en infrarød sensor (IR thermopile). Skanningen leter etter en unormal høy temperatur eller en differensial økning mellom skanningene. Sprayhodet anser å ha funnet en brann når en forhåndsdefinert temperaturgrense blir overskredet. Alle sprayhoder som finner en brann under skanning sammenligner for å se hvilket hode som har den beste sikten til brannen. Det valgte sprayhodet låses med retning mot brannen og aktiverer høytrykkspumpen som tilfører vann gjennom dysen. Dersom brannen er skjermet vil det høye momentum av vanntåken skape så mye turbulens at vanntåken når brannen. [47] Etter første slokkeinnsats vil systemet starte ny skanning dersom varmedetektoren fortsatt registrerer varme, og ny slokkeinnsats iverksettes når IR-kameraet oppdager brann [44]. Smartscan kan bli stoppet manuelt ved å trykke på en knapp på pumpekontrollens frontpanel. [47]





Figur 7 – Sprayhodet er ikke aktivert [46] (med godkjenning fra R. Kibsgaard [46])



Figur 8 - Aktivert sprayhode [46] (med godkjenning fra R. Kibsgaard [46])

Årsaken til at dysen er plassert halvveis opp på veggen er på grunn av slokkeegenskapene til vanntåke. Som beskrevet i kapittel 2.5.4 er slokkeegenskapene til vanntåke å absorbere varme fra brannen og fortrenge oksygen fra brannsonen. Dette blir utnyttet ved dysens plassering for å unngå ineffektiv fordampning i det varme røyksjiktet i taket og i den oppadgående strømmen av varme forbrenningsprodukter. [47]

Leverandøren opplyser at anlegget er til nå brukt med to sprayhoder, for beskyttelse av to rom, men at hver pumpe kan dekke inntil 6 rom. Med utgangspunkt i personens fysiske og kognitive evne blir det tatt en vurdering av hvilke rom som trenger ekstra beskyttelse. Rom som går igjen er kjøkken, stue og soverom. [46] Smartscan kan enten kjøpes eller leases. [44] Pris for kjøp av mobilt slokkeanlegg er: [46]

- Ett rom 65 000 kr (eks. mva.)
- Ytterligere 20 000 kr per ekstra rom (eks. mva.)

Designet til Smartscan fremstår som enkelt og diskret da innretningen opptar svært liten plass som følge av at dyse er montert i vegg samt at høytrykkspumpen opptar liten plass og kan plasseres i for eksempel

en bod. I tillegg har slokkesystemet lav egenvekt. Det som derimot er svært viktig er at det ikke blir plassert møbler eller lignende opp mot veggen foran sprayhodet. En hindring, f.eks. et møbel, som er høyere enn 1,2 meter vil være til hinder for sprayhodet innenfor 3 meters avstand [47]. Videre vil møbler eller lignende med høyde fra 1,5 meter og bredere enn 0,3 meter bli betraktet som en blokkering av siktlinjen for alle avstander fra sprayhodet. [47]

Vanntilførselen i bolig må være minimum 6 liter per minutt og mellom 1-10 bar statisk trykk. Det kan legges til en ventil eller ekstra pumpe for å sikre nødvendig vannstrøm og trykk. [47] Slokkesystemet er koblet til boligens vannforsyning. Ved svikt i vannforsyningen, som følge av f.eks. midlertidig avstenging på grunn av vannlekkasje el., gir ikke systemet brannbeskyttelse. Det er imidlertid positivt at systemet ikke krever etterfylling av vanntank etter slokkeinnsats, og kan iverksette ny slokkeinnsats dersom det blir oppdaget at brannen ikke er slokkes etter første innsatsrunde.

### Q1 – mobilt vanntåkeanlegg

Q1 er en mobil løsning for vanntåkeanlegg og har blitt testet ved brannlaboratoriet SINTEF-NBL. Slokkeanlegget leveres ferdigmontert med innebygget vanntank, og er enkelt å flytte på [45]. Det har integrert feilovervåking, og mulighet for å koble det til forskjellige alarmsystemer ved å programmere styresystemet [45] [48]. Slokkesystemet krever lite vedlikehold og skal ha en årlig kontroll utført av autorisert personell. Den grunnleggende versjonen av Q1 består av detektor, bryterpanel og baseenhet, se Figur 9. Slokkeanlegget har blitt testet for romvolum opptil 60 m<sup>3</sup> med gode resultater, og med en takhøyde på 2,4 meter medfører det et dekningsareal på 25 m<sup>2</sup>. [48]



Figur 9 - Q1 med detektor, bryterpanel og baseenhet med vanntank og høytrykkpumpe [45](med godkjenning fra E. Nilsen [49])

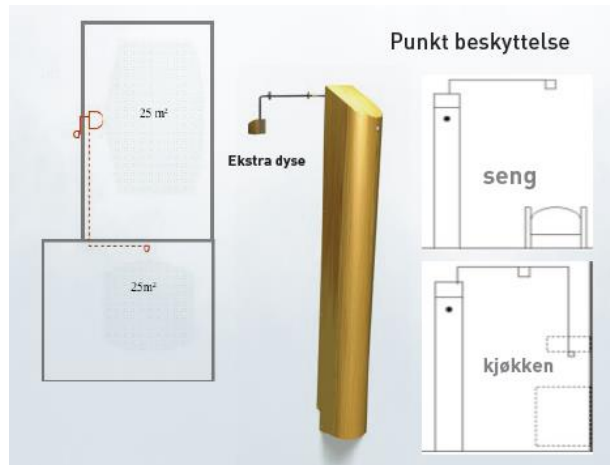
Systemet leveres med en detektor for både varme og røyk, og det er mulig å ha flere uavhengige detektorer [48], [45]. Detektoren kan leveres med en av følgende følsomhet: sensitiv, balansert eller robust. For de fleste tilfeller velges balansert følsomhet. Bryterpanelet består av en alarmknapp, summer og rød/grønn lyssignal. Ved å trykke på alarmknappen kan anlegget aktiveres og deaktiveres manuelt. Baseenheten består av dyse, vanntank og høytrykkspumpe. Dysen er plassert høyt og nær taket i baseenheten. Vanntanken har kapasitet til å romme 130 liter vann. Vannet som fylles skal være rent, f.eks. fra det kommunale vannsystemet, for å sikre at det ikke forekommer smuss i dysen slik at de veldig fine kanalene ikke tilstoppes. Pumpens elektriske motor krever 230V/16A og kobles til et strømuttak. Vannforbruket til Q1 er 8,5 liter per minutt og gir kontinuerlig slokkeinnsats i 15 minutter. [48]

Automatisk aktivering av slokkeanlegget skjer når detektor oppdager brann og slokkeinnsats iverksettes, se Figur 10. Vanntåke blir spredt horisontalt i rommet gjennom dysen i baseenheten. [48]



*Figur 10 - Når Q1 aktiveres spres vanntåke gjennom dysen [49] (med godkjenning fra E. Nilsen [49])*

Slokkeanlegget kan også bli utstyrt med en ekstra dyse. Hver dyse skal ha minst én detektor og kan ha hver sitt bryterpanel. Den ekstra dysen kan brukes som punktvakt over for eksempel komfyr eller seng, eller for å beskytte et nærliggende ekstra rom, se Figur 11. Dysen er koblet til baseenheten ved hjelp av en hydraulisk slange eller rør. [48]



*Figur 11 - Q1 med ekstra dyse. Kan brukes som punktbeskyttelse som vist til høyre i bildet, eller for å beskytte et nærliggende ekstra rom som venstre side i bildet [49] (med godkjenning fra E. Nilsen [49])*

I forkant av installasjon av den mobile løsningen vil en risiko- og installasjonsanalyse bli utført for å kartlegge forhold som kan påvirke ytelsen til systemet. På grunn av dråpestørrelsen til vanntåke kan dråpene lett bli tatt av luftstrømmer. Mekaniske ventilasjonssystemer og takvifter kan dermed påvirke ytelsen til systemet og må derfor vurderes. Den mest optimale spredningen av vanntåken oppnås i et kvadratisk rom, men i de fleste rom er geometrien ikke et problem. [48]

Ifølge leverandøren er Q1 med ekstra dyse den mest populære utgaven. Det selges i dag mange mobile slokkeanlegg til omsorgsboliger i det offentlige. På landsbasis er det blitt installert over 300 anlegg i forskjellige etater i kommunene rundt om i landet. Det mobile slokkeanlegget kan enten kjøpes, leies eller leases. [49] Ved kjøp er følgende priser oppgitt: [49]

- Q1 standard 47 500 kr (eks. mva. og installasjonskostnader)
- Q1 med ekstra dyse 57 500 kr (eks. mva. og installasjonskostnader)

Selve slokkeanlegget blir som et møbel i et rom da den blant annet inneholder en 130 liters vanntank. Designet er derimot diskret da kabinettet fremstår som enkelt. Q1 har en relativt høy egenvekt med vanntankens innhold som tilsvarer ca. 130 kg alene. En fordel med at slokkemiddelet oppbevares i en tank er at vannet er klart til å brukes uavhengig av boligens vannforsyning, men etter slokkeinnsats gir ikke systemet brannbeskyttelse før vanntanken har blitt fylt med vann igjen.

Pumpens kapasitet er begrenset til å levere vann til én dyse om gangen. Dersom det oppstår brann i flere soner (en sone består av en dyse og en detektor) vil bare den sonen som aktiveres først gi slokkeinnsats. [48] Dersom anlegget blir deaktivert og dermed satt i stopp-modus, gir ikke systemet brannbeskyttelse før

systemet stilles tilbake til normal modus. Dette gjøres ved å trykke og holde alarmknappen nede til lyset endrer farge. [48]

### 3.3.2. Mobilt gass-slokkeanlegg

Her vil det bli presentert en mobil løsning for gass-slokkesystem. Det har ikke blitt funnet andre alternativer til mobilt gass-slokkeanlegg som har tilsvarende eller bedre personsikkerhet enn det som blir presentert her. NB! Det var dessverre ikke mulig å få tak i en systembeskrivelse av selve FLEX, men har gjennom personlig kommunikasjon fått en kort beskrivelse av anlegget og komponenter.

#### **FLEX – mobilt gass-slokkeanlegg**

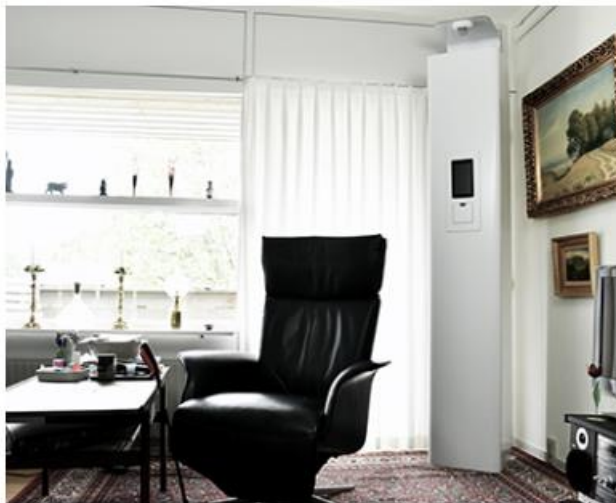
FLEX er et mobilt slokkeanlegg som benytter gassen IG-541 som slokkemiddel. Den mobile løsningen monteres med fire skruer i veggen og krever minimale endringer i rommet. Totalt tar monteringsarbeidet ca. 1 time og det koblet til en stikkontakt. [41] FLEX består av en sylinder fylt med gass, master IV8 ventil, solenoid (magnet ventil), slange, trykkbegrenser, dyse og røykdetektor. [50] En 80-liters sylinder et dekningsvolum på 31,8-43,7 m<sup>3</sup>. Med en takhøyde på 2,4 meter gir FLEX beskyttelse for rom på størrelsen ca. 13-18 m<sup>2</sup>.

Gass-sylindere er av stål og inneholder 80 liter slokkegass som er under trykk på 200-300 bar. Inkludert slokkegass veier sylindere 140 kg [50]. Utløpsventilen leveres med en trykkmåler og trykkvakt. Dysen har hull som er boret med en fast åpning designet for å levere et jevnt utslipp av gass ut i rommet. Trykkbegrenser må installeres ut til det fri eller til et rom som er betydelig større enn det beskyttede rommet slik at utslippet trykkoppbygging og lav oksygenkonsentrasjon unngås. [50] Løsningen leveres med back-up batteri [41].



*Figur 12 - Baseenhet FLEX [41](med godkjenning fra A. Kraaijeveld [50])*

FLEX kan opereres på følgende måter: selvstendig, bli overvåket og aktivert av en smarttelefon eller bli koblet til eksisterende alarmsystemer [41]. Ved deteksjon av brann vil det sendes et alarmsignal til mobiltelefon eller til en alarmsentral [50]. Anlegget aktiveres med et elektrisk signal fra deteksjon eller kontrollpanel. Selve utløsning av slokkegass blir aktivert 30 sekunder etter deteksjon, og slokkegassen blir sluppet ut og distribuert gjennom dysen. Minst 95 % av gassinnholdet i sylindere skal være frigjort i løpet av 120 sekunder etter aktivering. [50]



*Figur 13 - FLEX plassert i en stue [41] (med godkjenning fra A. Kraaijeveld [50])*

Standardløsningen til FLEX har én sylinder. Leverandøren tilbyr også et kabinett med plass til to stykk sylindere som kan være aktuelt dersom et rom overstiger dekningsvolumet som tilsvarer én sylinder [50].

FLEX sin utforming med gass-sylinder i baseenheten blir som et ekstra møbel i bolig, og fremstår som diskret med et kabinett som har et enkelt design. Baseenhetens innhold av blant annet gass-sylinder medfører en relativt høy egenvekt. Gass opererer tre-dimensjonalt som innebærer at gassen vil fordeles i hele romvolumet og er dermed ikke like sensitivt for fri sikt utover rommet for dysen. Rommet som skal beskyttes må derimot være relativt tett for å sikre at holdetiden blir ivaretatt. FLEX drives med elektrisk strøm, men leveres med back-up batteri. Dersom det skulle oppstå strømbrudd, vil rommet likevel være beskyttet i en tid, slik at strømfeil kan rettes opp. En praktisk fordel med å benytte gass som slokkemiddel er at ved utløsning oppstår det ingen skader på bolig og inventar som følge av gassen. Etter utløsning av slokkegassen er det nødvendig med god utlufting slik at normalt oksygenivået i rommet kan gjenopprettes.

### 3.3.3. Sammenligning av mobile anlegg

Dekningsområdet for de ulike mobile slokkeanleggene varierer fra 18-36 m<sup>2</sup>, med henholdsvis Smartscan 36 m<sup>2</sup>, Q1 25 m<sup>2</sup> og FLEX 18 m<sup>2</sup> (med takhøyde på 2,4 meter). Dersom arealet i rommet er større må det settes inn ekstra tank/sylinder/dyse for at hele rommet skal være beskyttet noe som medfører høyere kostnader. Plassering i rommet av begge vanntåkeanleggene er viktig med hensyn til romgeometrien og inventar slik at hele rommet blir beskyttet. Dekningsarealet reduseres dersom de blir plassert for nære hjørner og lignende. Smartscan er i større grad sårbart for at inventar i rommet kan være forstyrrende for «sikten» til dysen, da dysen er plassert halvveis opp på veggen, enn Q1-anlegget som har dysen høyt oppe på baseenheten. FLEX er i mindre grad sårbart for plassering av systemet da gassen distribueres tredimensjonalt i hele romvolumet og skaper en ubrennbar atmosfære. Derimot må rommet være relativt tett slik at slokkegassen ikke lekker ut og holdetiden blir ivaretatt. Åpne dører og vinduer, samt mekanisk ventilasjon kan derfor påvirke slokkeeffekten. Vanntåkeanleggene er ikke sårbart for dette.

Den ekstra dysen til Q1 må plasseres relativt i nærhet til baseenhet. Smartscan har større «frihet» til utplassering av ekstra dyser. FLEX kan levere et kabinett som har plass til to stykk gass-sylinder som da kan beskytte et større rom.

Med hensyn til slökkemiddelets tilgjengelighet har Smartscan permanent tilgang på vann gjennom å være tilkoblet boligens vannforsyning. Både Q1 og FLEX har slökkemiddelet oppbevart i tank/sylinder. Dette medfører at etter en slokkeinnsats må innretningen etterfylles med slökkemiddelet før de igjen kan gi brannbeskyttelse. Fordel med å ha slökkemiddel lagret i tank er at systemene gir brannbeskyttelse uavhengig av boligens vannforsyning, og er dermed ikke sårbart dersom det oppstår brudd i vannforsyningen.

Rent praktisk og estetisk har Smartscan et fortrinn. Smartscan er lett og opptar liten plass i rommet som følge av at dysen blir montert i veggen. Q1 og FLEX og tyngre slokkeanlegg og krever større plass og blir som et ekstra møbel i rommet. Utseende fremstår allikevel som diskret.

Det er altså flere faktorer som må tas i betraktning ved valg av type mobilt slokkeanlegg. Vann og IG-541 som slökkemiddel med hensyn til personsikkerhet, vil bli nærmere diskutert i kap. 4.2.

## 4. Diskusjon

Fra et menneske blir født til det dør er kroppen stadig i endring. Fra fødsel lærer barnet å bruke kroppen etter hvert som det utvikler seg og blir sterkere. Utviklingen pågår frem til den fysiologiske aldringsprosessen starter i 20-årene [8]. Kroppen fortsetter å endre seg i aldringsprosessen, men til å bli mer skrøpelig hvor musklene blir svakere, syn og hørsel reduseres, får større påkjenninger av sykdommer fra infeksjoner osv. [8]. I senere alder starter den kognitive og psykologiske aldringsprosessen. Det kan kjennetegnes ved glemsomhet og langsommere reaksjon og tempo, til tross for økt livsvisdom og modenhet [8]. I hvilken grad aldringsprosessen preger hver enkelt og hvor raskt de fysiologiske- og kognitive endringene skjer på grunn av aldring, er individuelt.

I velferdsstaten Norge er helsehjelp en grunnleggende rettighet for pasienter i helse- og omsorgstjenesten [13]. Per definisjon i pasient- og brukerrettighetsloven blir en person ansett som pasient når vedkommende enten henvender seg til eller når personen mottar eller får tilbud om helsehjelp fra helse- og omsorgstjenesten [13]. Med denne definisjonen betyr det at en veldig stor andel av den norske befolkning er ansett som pasienter, alle av ulike årsaker og alvorlighetsgrad. I noen tilfeller blir en pasient vurdert til å ikke kunne bo hjemme med forsvarlig hjelp. Da har personen rett til å få tilbud om plass i institusjon som sykehjem [13].

Mange eldre pasienter ønsker å bo hjemme lengst mulig før de eventuelt blir flyttet til institusjon som sykehjem [8]. Med den offentlige satsningen på hjemmebasert omsorg og velferdsteknologiske hjelpemidler åpner det opp for å imøtekomme dette ønske og samtidig ivareta helsesikkerheten [8]. Hjemmebasert omsorg er tjenester som hjemmehjelp og hjemmesykepleie. Hjemmetjenesten bistår med helsehjelp og hjelp til daglige gjøremål i hjemmet som f.eks. hjelp til morgenstell, medisiner, matinnkjøp, rengjøring osv. Formålet med velferdsteknologi er å bidra til å bedre den enkeltes evne til å klare seg selv i egen bolig, samtidig sikre verdighet og livskvalitet [23]. Velferdsteknologiske løsninger er systematisert i fire hovedkategorier; trygghets- og sikkerhetsteknologi, teknologi for sosial kontakt, kompensasjons- og velværeteknologi og teknologi for behandling og pleie. Den mest kjente og utprøvde trygghets- og sikkerhetsteknologien er trygghetsalarmen [23]. Dersom pasienten føler seg utrygg, faller eller lignende kan personen tilkalle hjelp ved å trykke på alarmen. Trygghetsalarmen er knyttet til en vaktentral som kan rykke ut dersom det er behov for det, eller formidle kontakt til hjemmesykepleien.

Samfunnet har kommet langt med å tilrettelegge ønsket om å bo i egen bolig lengre på tross av funksjonsnedsettelse og sykdommer. Dagens velferdsteknologi ivaretar helsesikkerheten, men det er uklart i hvilken grad brannsikkerheten er ivaretatt. Det er knyttet en stor bekymring til brann, fordi en



brann kan utvikle seg raskt slik at forholdene blir kritiske for mennesker som oppholder seg i nærheten. Det grunnleggende prinsippet i forbindelse med brannsikkerhet i egen bolig er selvredning. For mange hjemmeboende eldre pasienter vil selvredning være vanskelig på grunn av ulike funksjonsnedsettelse. I situasjoner som dette bør det vurderes å heve brannsikkerhetsnivået utover forskriftskravene.

#### 4.1. Risikoutsatte gruppers bolig

Den grunnleggende målsetningen er at ingen skal omkomme som følge av brann [6]. I arbeidet mot å nå målsetningen har det med bakgrunn i statistikken over omkomne i brann blitt analysert personkarakteristikk for å finne kjennetegn på hvem som omkommer og hvor de omkommer [9]. Det viser seg at åtte av ti brannofre omkommer i egen bolig og en tredjedel av disse er over 70 år [6]. Gruppen «eldre» utgjør rundt 11 % av befolkningen noe som betyr at gruppen er overrepresentert og har fire-fem ganger høyere risiko for å omkomme i brann sammenlignet med den øvrige befolkningen [6], [5]. Hjemmeboende eldre med behov for assistanse er blant de som er høyt representert i dødsstatistikken, og har blitt klassifisert som en risikoutsatt gruppe for å omkomme i brann [6]. Å bli eldre er ikke nødvendigvis en risiko i seg selv, men ved aldring kan førligheten svekkes eller annen fysisk funksjonsnedsettelse kan inntreffe, noe som medfører at rømning kan ta svært lang tid [2]. I tillegg til den kroppslige fysikken kan en person også oppleve å få reduserte kognitive evner som kan ha negativ virkning med hensyn til rømningsevnen. Kombinasjonen av både fysisk funksjonshemning og nedsatt kognitiv evne fører til at personen er svært sårbar i en brannsituasjon [9]. I tillegg kan en person inneha brannfarlig adferd. En brannfarlig adferd vil si at personens adferd øker sannsynligheten for at brann oppstår [6]. Dette kan være for eksempel bruk av levende stearinlys og røyking. Levende stearinlys har en åpen flamme og kan starte en brann om de ikke blir håndtert med varsomhet. Med varsomhet menes det å ikke ha noe antenkelig i nærheten, for eksempel gardiner eller blomster, at stearinlyset står vertikalt og stødig i lysestake og blåses ut når det ikke blir overvåket av noen. Røyking i sengen eller sofaen er ansett som brannfarlig adferd da personen kan miste sigaretten på tekstil i møbelet eller egne klær. Det kan da utvikles til å bli et branntilløp. Andre forhold som kan påvirke en persons rømningsevne og dermed blir mer sårbar i en brannsituasjon, er bruk av forskjellige typer rusmidler eller legemidler. Bivirkninger kan være at sansene blir sløvere og personen ikke oppfatter faresignalene på samme måte som i en upåvirket tilstand.

Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap (DSB) publiserte et videoklipp «*Kjære rådmann – kampanjefilm fra «Livsviktig»*» i anledning FNs eldredag 1. oktober 2018. Videoklippen er 3-4 minutter langt og illustrerer hvor sårbar risikogruppen hjemmeboende eldre kan være i en brannsituasjon. Videoen viser Signe, som er en eldre kvinne på 82 år, som bor alene hjemme. Hun er dårlig til beins og er avhengig

av rullator. I tillegg har hun begynt å surre litt. Videoen viser en nabo som forteller at han har kontaktet kommunen og sendt inn bekymringsmelding angående brannsikkerheten for Signe, men ingenting skjer. Den bekymrede naboen iverksetter en brannøvelse med tidtaking der målet for øvelsen er at Signe skal ringe brannvesenet og varsle om brann i sin bolig. Skjermen i videoklippet er todelt. Venstre side av skjermen viser Signe og hennes handlinger og høyre side viser et brannforløp i stuen til Signe. Tidtakingen starter på signal. Signe reiser seg fra stolen og skal bort til telefonen. Høyre skjerm side viser en lysestake med et brennende stearinlys som velter og antenner duken på bordet. Etter 40 sekunder har Signe kommet seg bort til telefonen. Brannen er i ferd med å spre seg til en stol ved siden av bordet og gardinene. Signe er usikker på hva hun skal si til brannvesenet, og begynner å rote med sin nåværende bostedsadresse. Hun har den nedskrevet et sted. Når almanakken er funnet innser Signe at hun må ha brillene for å kunne lese. På dette tidspunktet har det gått 1 minutt og 30 sekunder, og brannen har spredt seg til flere nærliggende møbler. Etter drøyt 2 minutter og 20 sekunder kan Signe lese opp bostedsadressen hun har nedskrevet i almanakken. Røykvarsleren uler og brannen har spredt seg ytterligere med flammer både fra gulv og tak. 3 minutter inn i brannøvelsen har Signe telefonen og er klar til å ringe brannvesenet. I rommet har det oppstått overtenning hvor alt står i brann. Videre surrer Signe med hvilket telefonnummer hun skal ringe for å komme til brannvesenet. Totalt brukte Signe 3 minutter og 30 sekunder på brannøvelsen hvor hun skulle ringe brannvesenet og oppgi rett bostedsadresse. [51]

Budskapet i videoklippet er tydelig. Signe ville ikke overlevd med sine handlinger dersom dette var en reell situasjon. Det kan tenkes at dersom det faktisk var en brann hun kunne se ville Signe valgt å rømme istedenfor å lete etter bostedsadressen i almanakken etter hvert som brannen utviklet seg. Videoen viser imidlertid hvor sårbar en person med nedsatt funksjons- og kognitiv evne er i en brannsituasjon.

I de kommende ti-årene vil antallet eldre i Norge øke som følge av økt levealder, øk innvandring og de store fødselstallene i årene etter 2. verdenskrig [2]. Fra første innrapportering fra kommuner som ble gjennomført i mai 2018, var det da 1420 personer som stod på venteliste til langtidsopphold i sykehjem. [7] I påvente av sykehjems plass blir pasienter boende hjemme. Det er et ønske fra de eldre selv om å bo hjemme i egen bolig lengst mulig. Mange eldre blir vurdert til å bo hjemme med forsvarlig hjelp, dette omfatter også de som står på venteliste [16]. Forsvarlig hjelp blir tilbudt i form av hjemmetjenester og velferdsteknologiske hjelpemidler, som nevnt tidligere i diskusjonen. Dette er hverdagslige hjelpemidler og -tjenester som skal ivareta sikkerheten for pasienten og gjøre hverdagen tryggere og enklere for både pasienten, helsepersonell og pårørende. Det knyttes allikevel en bekymring angående ivaretagelse av brannsikkerheten i bolig for hjemmeboende eldre pasienter.

Teknisk forskrift (TEK) med hjemmel i plan- og bygningsloven stiller krav til et minimumsnivå til brannsikkerhet i bygninger. Kravene til brannsikkerhet varierer med bygningens bruksområde, og deles inn i risikoklasser fra 1-6. Bak risikoklasseinndelingen ligger en vurdering til grunn om hvilken trussel brann kan ha for skade på liv og helse [21]. Trusselen vil variere for ulike typer virksomheter f.eks. lager, kontor, skole, bolig, kjøpesenter, sykehus osv. Byggverk plasseres også i brannklasser, fra 1 til 3, og har til formål å sikre blant annet bygningens bæreevne ved brann [21]. Brannklasse bestemmes ut fra risikoklasse i kombinasjon med antall etasjer bygningen har. Brannklasser blir ikke nærmere diskutert i denne oppgaven. Risikoklassen med de strengeste brannsikkerhetskravene er risikoklasse 6, eksempelvis virksomheter som sykehus, sykehjem og bolig beregnet for personer med heldøgns pleie og omsorg osv. Ordinære boenheter er plassert i risikoklasse 4 [21]. Ved å sammenligne forskjellen mellom risikoklasse 4 og 6 fra Tabell 3 – Risikoklasser hentet fra teknisk forskrift, er det én rubrikk som skiller de respektive risikoklassene «*Personer i byggverket kjenner rømningsforhold, herunder rømningsveier og kan bringe seg selv i sikkerhet*». Dersom det er et «ja» i denne rubrikken, er bygningen i risikoklasse 4 og ved et «nei» tilhører bygningen risikoklasse 6. Ut fra tabellen å forstå er det antatt at dersom en person kjenner rømningsforholdene kan vedkommende også bringe seg selv til sikkert sted. For funksjonsfriske personer er dette være en god antagelse. Det er derimot ikke en selvfølge at personer med redusert rømningsevne som følge av funksjonsnedsettelse eller kognitiv svikt, kan ta seg til sikkert sted selv om personen kjenner rømningsforholdene i eget hjem. For eksempel kan en hjemmeboende eldre pasient ha behov for hjelp til å komme seg opp av sengen, morgenstell osv. Det kan derfor stilles spørsmålsteget om disse kan bringe seg selv i sikkerhet, og dermed om det burde aksepteres at det å kjenne rømningsforhold og kunne ta seg selv til sikkert sted sees i sammenheng.

Slik regelverket er per dags dato ser det ut til at brannsikkerhetskravene er diskriminerende mot de som er hjemmeboende eldre pasienter, og er et forbeholdt gode til funksjonsfriske mennesker og dem som bor i institusjon med assistert rømning. Selvredningsprinsippet er gjeldende i hjemmet, også for hjemmeboende pasienter i påvente av langtidsopphold i sykehjem og som har behov for assistanse. Dersom pasienten hadde bodd i institusjon, som sykehjem, ville pasienten fått assistert evakuering umiddelbart, slik som pasienten har behov for. For eksempel var det nylig en brann på et sykehjem i Randaberg [52]. Det var 22 pasienter som bodde på sykehjemmet og ble beskrevet som eldre og skrøpelige. Brannen oppsto på nattetid på et tekjøkken, og sykehjemmet var bemannet med fire personer. Noen av de eldre pasientene ble fraktet ut i senger og madrasser, og noen ble evakuert til fots og rullestol. Evakueringsaksjonen tok omtrent en halv time og ingen av pasientene kom til skade. [52]

Som følge av redusert rømningsevne utgjør brann en større trussel for skade på liv og helse for hjemmeboende eldre pasienter. I tillegg blir gjerne boligen utstyrt med diverse velferdsteknologiske hjelpemidler slik at den eldre pasienten kan fortsette å bo hjemme. Tilretteleggelsen er en form for offentlig erkjennelse om at personen ikke lenger har de samme forutsetningene til å klare seg selv på egenhånd. Boligen kan dermed betraktes som et forenklet sykehjem, uten fast bemanning. Det må da vurderes om boligen har fått en bruksendring og at risikoklassen endrer seg fra 4 til 6.

Dersom boligen skal betraktes å ha fått en bruksendring fra risikoklasse 4 til 6, er det en del tekniske tiltak som må iverksettes. Det kan også i noen tilfeller bli strengere krav med hensyn til bæreevne og stabilitet. Dette kan bli svært kostbart, som for eksempel å etter-installere boligsprinkleranlegg. Et alternativ kan være å gjøre som Scottsdale. I 1985-1986 ble det innført sprinklerpåbud i Scottsdale, Arizona, i alle nye boliger og evt. eksisterende boliger ved større rehabilitering [53]. Sprinklerpåbudet i boliger kom som følge av gode resultater i næringsbygg. I 2004 var allerede 57 % av boligene sprinklet, 80 % av næringsbyggene og samtlige institusjoner [53]. Etter en periode på 15 år (1986-2001) ble det utarbeidet en oppdateringsrapport og på den tiden var 53 % av byens boenheter sprinklet [53]. I løpet av de første 15 årene ble det registrert 97 branner i sprinklede boliger og 102 branner i næringsbygg. Ingen personer har omkommet i sprinklet bygning og 13 personer er antatt «reddet» som følge av sprinkleranlegg i løpet av 15 årsperioden [53]. Dersom det skulle blitt et krav i Norge at samtlige nye boligbygninger skal ha boligsprinkleranlegg, vil det likevel være en overgangsperiode før alle boligbygninger har det installert. Det vil heller ikke gi effekt for dagens hjemmeboende eldre pasienter at fremtidige boliger sprinkles.

Et annet alternativ kan være å dele risikoklasse 4 i to underkategorier, en kategori for funksjonsfriske personer og en for risikoutsatte personer, se Tabell 9.

*Tabell 9 - Eksempel på oppdeling av risikoklasse 4 til to underkategorier 4a og 4b.*

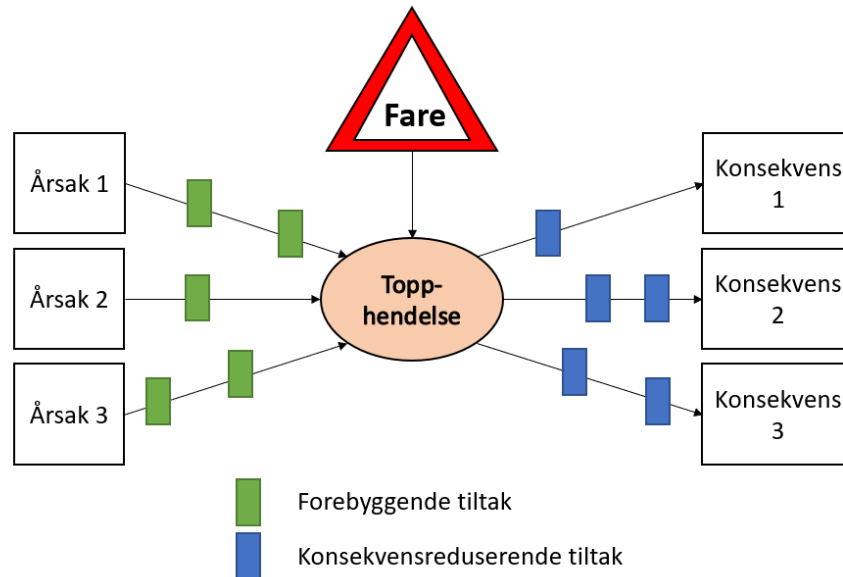
Risikoklasse	Kjenner personen rømningsforholdene	Kan personen bringe seg selv i sikkerhet
4a (normal risiko)	Ja	Ja
4b (særlig risikoutsatt)	Ja/nei	Nei

Risikoklasse 4b kan da være en slags mellom-løsning mellom risikoklasse 4 og risikoklasse 6. Kriterier for å plassere en bolig (person) risikoklasse 4b kan f.eks. være når en eldre person mottar hjemmesykepleie og evt. får velferdsteknologiske hjelpemidler (det vil ikke bli diskutert for øvrige persongrupper som er ansett

å tilhøre en risikoutsatt gruppe). Et tidlig tiltak som kan iverksettes er f.eks. for boliger over flere etasjer å legge til rette slik at alle bruksrom som soverom, bad, kjøkken og stue legges på bakkeplan dersom personen har dårlig rømningsevne. Årsaken er at det er mer krevende å rømme i trapper, særlig dersom sikten blir redusert som følge av røyk fra brann. Et alternativ til å samle alle bruksrom på bakkeplan er å tilrettelegge tryggere rømning via rømningsvindu eller utvendig rømningstrapp. I veiledning til teknisk forskrift (VTEK) er det preakseptert å bruke rømningsvindu som del av rømningsvei for inntil 5 meter over bakkeplan [22]. For en eldre pasient er det ikke en god måte å rømme på da det kan være utfordrende å komme seg ut vinduet med redusert førlighet i tillegg til konsekvensene av en hard landing for en skrøpelig kropp. Et forebyggende tiltak mot brann og aktuelt for en underkategori 4b, er tilsyn angående det elektriske anlegget i boligen. I risikoklasse 6 bygg skal det som nevnt være automatisk sprinkleranlegg. I underkategorien 4b vil det også være hensiktsmessig å ha tiltak som kan gi lenger tilgjengelig rømningstid. Det kan da være aktuelt å se på muligheter som kan gi dette, forslagsvis mobilt slokkeanlegg.

#### 4.2. Mulige risikoreducerende systemer

I det daglige livet utsetter alle seg for en viss risiko. Risikofaktorer med hensyn til brann er for eksempel generell bruk av elektriske apparater som komfyr, vaskemaskin, tv og lignende, samt bruk av levende lys, røyking osv. [9] I boliger vil det dermed alltid være en risiko for at brann kan oppstå. Risiko for brann kan ikke elimineres helt men det finnes forskjellige tiltak som kan redusere denne risikoen. For å nå den grunnleggende målsetningen om at ingen skal omkomme i brann er det derfor aktuelt å se på tiltak for å redusere brannrisikoen [6]. Som tidligere diskutert vil hjemmeboende eldre pasienter, særlig de som bor alene, være svært sårbar i en brannsituasjon på grunn av redusert rømningsevne [9]. Tiltak innen brannsikring vil ha ulik nytteverdi hos forskjellige risikoutsatte grupper og det er viktig å sette inn ressurser der hvor det gir god avkastning. Det er to grunnleggende tilnærminger for å redusere antall omkomne i brann: forebyggende brannsikringstiltak og konsekvensreducerende brannsikringstiltak. Dette kan fremstilles som en bow-tie, se Figur 14.



Figur 14 - Forebyggende og konsekvensreducerende brannsikringstiltak fremstilt som en bow-tie modell, med forebyggende tiltak på venstre side og konsekvensreducerende tiltak på høyre side [9]

Eksempler på forebyggende tiltak kan være å bruke ubrennbare materialer, komfyrvakt, opplæring i brannvern osv. Komfyrvakt fungerer slik at den detekterer høy varme over komfyren og gir deretter alarm. Tilstutt kuttes strømtilførselen til komfyren når en angitt temperatur blir registrert dersom det ikke blir gitt respons på alarmen [9]. På denne måten kan en potensiell brann bli avverget. I alle nye boliger fra og med 2010 er det krav om installasjon av komfyrvakt. Vinteren 2019 ble det diskutert om hjelpemiddelsentralen skulle avvike tilbudet om komfyrvakt, da det blant annet blir ansett å være en vanlig sikkerhetsinnretning å ha [54]. Selv om mange nye boliger i dag har komfyrvakt, er det fortsatt mange husstander som ikke har denne tekniske sikkerhetsløsningen. Nesten halvparten av brannvesenets brannutrykninger i 2018 skyldes brann eller branntilløp i komfyr [5]. Forslaget fikk sterke reaksjoner, særlig fra brann- og redningsvesenet, og skal fortsatt være et tilbud hos hjelpemiddelsentralen.

Konsekvensreducerende tiltak kan være deteksjonssystem, manuelt slukkeapparat, automatisk slukkeanlegg osv. I boliger er det krav om manuelt håndsløkkerapparat eller husbrannslange [22]. Disse manuelle slukkeutstyrene er ment til å brukes før brannen har utviklet seg til en større brann. Slukkeutstyret må til enhver tid være lett tilgjengelig, og forutsetter at personen som skal bruke det har kunnskaper om hvordan det skal brukes [22]. I og med at en rombrann utvikler seg raskt krever det dermed rask handling hvis brannen skal slukkes ved bruk av manuelt slukkeutstyr. Et standard pulverapparat veier 6 kg [22]. For en hjemmeboende eldre pasient kan apparatet være tungt å løfte og flytte på. Håndsløkkerapparatet mister sin funksjon dersom personen ikke har de fysiske forutsetningene for å håndtere selve

apparatet. Det understrekes at det er ikke ment at kravet om manuelt håndsløkkerapparat eller husbrannslange skal falle bort. Poenget er at en slik sløkkeinnretning ikke er håndterlig for alle personer og det kan være behov for ytterligere tiltak for å oppnå samme ønsket effekt.

Fokuset i dagens samfunn er hovedsakelig rettet mot forebyggende tiltak [9]. I teorien ville det ikke vært nødvendig med konsekvensreducerende tiltak dersom de forebyggende tiltakene fungerer perfekt. Hvis det skulle velges mellom å sette inn et forebyggende tiltak som gir tilsvarende effekt som et konsekvensreducerende tiltak, vil det beste være å implementere det forebyggende tiltaket da det i en slik situasjon vil hindre brann fra å oppstå. Dersom det forebyggende tiltaket ikke virker, vil det være nødvendig med konsekvensreducerende tiltak for å minimere skadene fra den oppståtte brannen. Det beste ville vært å sette inn alt av tiltak for å redusere risikoen for brann mest mulig. Det er ikke rom for dette økonomisk. Teknisk forskrift (TEK) angir et minimum sikkerhetsnivå for boliger, men særlig for risiko-utsatte grupper er det nødvendig å se på mulige tiltak som kan heve brannsikkerheten ytterligere. Hvilke tiltak som vil være økonomisk forsvarlig og hvem som skal få tilbud om slike tiltak, må vurderes.

Nødvendig rømningstid for en eldre pasient påvirkes i negativ retning som følge av kroppens aldringsprosess, på grunn av nedsatt førlighet og eventuelt kognitiv svikt. Den tiden som er nødvendig for rømning kan bli lenger enn den som er tilgjengelig før kritiske forhold oppstår. Som beskrevet i kapittel 3.1 består nødvendig rømningstid av deteksjons- og varslingstid, reaksjonstid og forflytningstid [43]. En hjemmeboende eldre pasient kan bruke vesentlig lenger tid på enten reaksjonstid eller forflytningstid, og i verste tilfellet begge, enn funksjonsfriske personer.

Deteksjon og varsling er første fase i rømningsforløpet [43]. Tidlig oppdagelse av brann gir bedre forutsetninger for å ta seg til sikkert sted med hensyn til konsekvenser for liv og helse som følge av brannpåkjenning. Forståelsen av hvilken betydning tidlig varsling har, underbygges i byggtknisk forskrift (TEK) gjennom krav til at boliger skal ha deteksjons- og varslingssystem [21]. For byggverk av mindre størrelse og som er beregnet for få personer, for eksempel boliger, er det tilstrekkelig med røykvarsler. Fra veiledning til byggtknisk forskrift (VTEK) er det preakseptert at detektorer dekker stue, kjøkken og sone utenfor soverom, og det skal være minst én røykvarsler per etasje [22]. Som oftest er det akustiske røykvarslere som benyttes i ordinære boliger, men det er viktig at varsling om brann tilpasses funksjonsevnen til den enkelte person [22]. For eksempel kan det for personer med nedsatt hørsel være aktuelt å vurdere detektorer med optisk varsling. Dersom personen bruker høreapparat og tar av dette ved leggetid, vil det være en kritisk tidsperiode hvor personen potensielt sett ikke hører den akustiske varslingen og ikke ser den optiske varslingen. I slike tilfeller kan vibrator i sengen være en løsning slik at

personen våkner dersom det skulle oppstå brann i løpet av natten. Ved varsling om brann til brann- og redningsvesenet, er det krav til maksimal innsatstid. Tidskravet til innsatstiden er avhengig av brannrisiko med hensyn til blant annet brannspredning. Som beskrevet i kapittel 2.3.3 skal innsatstid til sykehjem ikke være lenger enn 10 minutter. Kravet til 10 minutters innsatstid gjelder også for områder med tettbebyggelse hvor det er særlig risiko for rask og omfattende brannspredning. Ved generell tettbebyggelse skal innsatstiden ikke være lenger enn 20 minutter, og øvrig bebyggelse er innsatstid angitt til å ikke burde være lenger enn 30 minutter. [19] Med den spredte bebyggelsen i Norge kan det medføre lang innsatstid før brannvesenet er på plass til å starte rednings- og slokkearbeid. Fra en brann oppstår til den detekteres og varsles til brannvesenet, vil det gå en viss tid som kommer i tillegg til innsatstiden. Deteksjonstiden vil blant annet være avhengig av hvor brannen oppstår i forhold til detektorens plassering, og brannens røykproduksjon (dersom detektoren reagerer på røyk). Varsling til brannvesenet kan skje ved direktekoblet alarm, men som oftest i boliger ved manuell varsling via telefon. Et brannforløp kan medføre kritiske rømningsforhold i startbrannrommet innen 3-5 minutter [10]. Summen av deteksjonstid, varslingstid og innsatstid medfører at selvredning er essensielt for å unngå alvorlig skade for liv og helse.

Informasjonsarbeid og opplæring er et organisatorisk tiltak som er nevnt i kapittel 3.2. Informasjon og opplæring av hvordan opptre i tilfellet brann kan medføre at personen er bedre rustet mentalt til å ta en raskere beslutning om hvilken aksjon personen bør foreta seg [9]. Det vil dermed redusere den nødvendige rømningstiden. I noen tilfeller kan dette være svært nyttig og verdifullt, avhengig av hva pasienten lider av. Tiltaket har liten hensikt for de personer som for eksempel ikke evner å forstå slik informasjon eller har svekket hukommelse.

Faktorer som påvirker forflytningstiden i hjemmet er personens evne til å fysisk forflytte seg og eventuelle hindringer som inventar i fluktvei eller rømningsvei [11]. Ganghastigheten blir påvirket av om rømning skjer vertikalt (opp eller ned trapp), horisontalt i samme plan, hindringer i fluktvei eller rømningsvei og persontetthet [43]. Brannen i seg selv kan også medvirke til lenger rømningsvei avhengig av lokasjon, og påkjenninger fra brannen kan hemme forflytningsevnen ytterligere. Påkjenninger fra brannen kan være varmestråling mot kroppen, røykgassprodukter som gir dårlig sikt eller svir i øyner og luftveier osv. De kroppslige forholdene som en hjemmeboende eldre pasient har er det vanskelig å gjøre noe med isolert sett med hensyn til å bedre rømningsevnen. Særlig i slike tilfeller er det viktig at den tilgjengelige rømningstiden er tilstrekkelig slik at personen har mulighet til å ta seg til sikkert sted, eller at det ikke utvikles til kritiske forhold i rommet før hjelp ankommer.



Tiltak som øker tilgjengelig rømningstid er for eksempel automatisk slokkesystem og røykkontroll [10]. I mindre boligbygninger er det ikke krav om røykkontroll. Røykkontroll har til hensikt å forsinke eller hindre brann- og røykspredning [55]. Ved å ventilere ut røykgasser og erstatte med ny røykfri luft vil den tilgjengelige rømningstiden øke ved at røykfri sone opprettholdes slik at det er mulig å rømme. I tillegg bidrar røykkontroll til at varme røykgasser ikke akkumuleres oppunder taket og forhindrer med det overtenning [55]. Dette er mest aktuelt i trapperom i større bygninger og andre typer virksomheter enn mindre boligbygninger.

Boligbygninger i risikoklasse 4 som har heis og alle bygninger i risikoklasse 6 er det krav om automatisk sprinkleranlegg [21]. I de tilfeller hvor bygningen er avsatt for boligformål er det preakseptert i veiledning til byggteknisk forskrift (VTEK) å installere boligsprinkleranlegg [22]. Som beskrevet i kapittel 2.5.3 har boligsprinkleranlegg til formål å redde liv og benytter vann som slökkemiddel [34]. Installasjon av boligsprinkleranlegg i en bolig hvor dette ikke er påkrevd vil heve brannsikkerhetsnivået ut over kravene i forskriften. Å installere et boligsprinkleranlegg i en eksisterende bolig er relativt omfattende og gir urimelig høye kostnader. Som alternativ til stasjonært slokkesystem for å øke tilgjengelig rømningstid, og dermed heve brannsikkerhetsnivået for hjemmeboende eldre pasienter, har det blitt sett på bruk av mobile slokkesystem. De mobile slokkesystemene er utformet for å detektere og starte slokking av brann på et tidlig stadium i brannforløpet [44], [45], [41]. I likhet med boligsprinkleranlegg er de mobile slokkesystemene automatiske, men de kan også aktiveres manuelt. Mobile slokkesystemer settes normalt inn i rom som har størst behov for ekstra beskyttelse basert på en risikovurdering, mens boligsprinkleranlegg blir utformet slik at alle rom i boligen får beskyttelse. En annen fordel med boligsprinkleranlegg er at det ikke er avhengig av strøm for å utøve slokkeinnsats, slik som de mobile slokkeanleggene som er presentert i denne oppgaven. Dette gjør de mobile anleggene mer sårbar med hensyn til strømbrudd, med mindre de leveres med back-up batteri. Aktivering av slokkeinnsats er ulik for boligsprinkleranlegg og de mobile løsningene. Et boligsprinkleranlegg aktiveres når en viss temperatur blir oppnådd under et sprinklerhode [33]. Normalt er utløsningstemperaturen i boliger 68 °C, som representeres av en rød glassbulb. Dersom en brann har en langsom utvikling, som ved gløde- eller ulmebrann, vil temperaturøkningen også skje sakte [30]. Problemet med langsom temperaturøkning er at det går svært lang tid før utløsningstemperaturen oppnås eller at den ikke oppnås i det hele tatt. Kritiske forhold kan likevel inntreffe som følge av røykproduksjon med toksiske gasser. Aktivering av de mobile slokkesystemene skjer ved at detektor oppdager brann, enten ved deteksjon av varme eller røyk, og sender signal til slokkesystemet som iverksetter slokkeinnsats. Dette utløser normalt en tidligere slokkeinnsats enn boligsprinkleranlegg og kan under gitte forhold gi beboer lenger tid til rømning.

Samtlige mobile slokkesystemer som har blitt presentert i oppgaven er enkle å montere og installere. I tillegg er de mobile løsningene enkle å demontere og flytte til ny bolig som har behov for økt brannsikkerhet, som er ansett som en stor fordel. Kostnadsnivået skiller ikke nevneverdig mellom slokkeanleggene som distribuerer vanntåke, se Tabell 10. (Det har dessverre ikke vært mulig å få tak i pris for FLEX).

*Tabell 10 - Prisoversikt for Smartscan og Q1 oppgitt: per anlegg og per m<sup>2</sup> [46] [49]*

Anlegg	Per anlegg (eks. mva)	Per m <sup>2</sup>
Smartscan 1 rom	65 000 kr	1 805 kr (36 m <sup>2</sup> )
Smartscan 2 rom	85 000 kr	1 180 kr (72 m <sup>2</sup> )
Q1 1 rom	47 500 kr	1 900 kr (25 m <sup>2</sup> )
Q1 2 rom	57 500 kr	1 150 kr (50 m <sup>2</sup> )

Det er flere momenter som må vurderes i valg av hvilket mobilt slokkeanlegg som skal benyttes i den aktuelle bolig. Det kan være av hensyn til størrelse og utforming av rommet, kostnad og personsikkerhet i relasjon til eksponering for slokkemiddelet. Smartscan og Q1 baserer seg på slokking med bruk av vanntåke og FLEX med bruk av slokkegass, henholdsvis IG-541.

Vann er det slokkemiddelet som er mest brukt, og er dermed godt utprøvd og dokumentert. Slokkemiddelet er dessuten lett tilgjengelig i Norge og det er billig. Vann benyttet som slokkemiddel er ikke skadelig for mennesker eller miljø, men det kan frakte farlige forbrenningsprodukter fra brannen slik at mennesker og dyr kan ta skade av dette. [27] Som beskrevet i kapittel 2.5.2 har vann høy varmekapasitet og fordampningsvarme som gjør at vannet absorberer mye varme (energi) ved oppvarming og fordampning. [27] Ved brann kan vann påføres på ulike måter. Vann som blir distribuert som en tåke i med dråpestørrelsen som ikke er mer enn 1000 µm, kalles vanntåke [36]. Egenskaper som vanntåke har ved slokking er som beskrevet i kapittel 2.5.4: avkjøling av gasser, fortregning av oksygen og fortykning av brennbare gasser, fukte og kjøle overflate til brensel, dempe varmestråling og kinetisk effekt. [36]

En praktisk fordel med vanntåke er at det blir mindre spillvann enn ved utløsning av for eksempel et boligsprinkleranlegg. Dette fordi det kreves mindre vannmengde for å få slokket brannen på grunn av en mer effektiv utnyttelse av vannets egenskaper. [36] På grunn av dråpestørrelsen til vanntåken er det

knyttet bekymring til personsikkerhet som følge av innånding av vandrdråpene og videre transport ned i lungene. I en svensk SP rapport «*Släcksystem med vattendimma – en kunskapsammanställning*» har det blitt gjort undersøkelser angående personsikkerheten med bruk av vanntåke.

Dersom luften som inhaleres har store mengder små partikler vil de ikke feste seg i luftveiene, men blir med ned i lungene. Dette har blitt bevist for partikler med diameter mindre enn 10-20  $\mu\text{m}$ . I luftfuktere, som gjerne brukes i varme klima med lav luftfuktighet, er dråpestørrelsen mindre enn 20  $\mu\text{m}$ . Det har ikke blitt rapportert noen negative helseeffekter som følge av innånding av rent vann brukt i luftfuktere. Det ble vist i SP rapporten et beregningseksempel hvor mye vann som kan innåndes på grunn av slokkesystem med bruk av vanntåke. Resultatet av beregningen var at det maksimalt medfører 3 g vann som inhaleres i løpet av en eksponeringstid på 5 minutter. For mennesker som lider av astma ol., kan eksponering for vanntåke medføre problemer. Oksygenfortrengning i luften som følge av påføring av vanntåke er ansett å ikke påvirke mennesker. I mettet luft av vanntåke og temperatur på 50 °C, vil oksygennivået være 19 %.

[56]

I en forbrenning produseres det toksiske gasser som karbonmonoksid (CO), karbondioksid (CO<sub>2</sub>) og hydrogencyanid (HCN). Disse løses ikke i vann i større grad. Derimot kan saltsyre (HCL), som produseres når PVC brenner, løse seg i vann og være irriterende for slimhinner og luftveier. Sotpartikler i røyk er i størrelsesorden noen mikrometer. Dette betyr at de kan følge med ned i innåndingen og videre ned i lungene. Mange av de skadelige produktene produsert ved en brann fester seg til sotpartiklene. [56]

Den svenske SP rapporten oppsummere med at vanntåke ikke bidrar til økt risiko for å få i seg skadelige stoffer fra brannen. På den annen side vil vannsprayen trykke røyk, som akkumuleres oppunder taket i et rom, ned mot gulvet og spres i hele rommet. Dette medfører at sikten reduseres og det blir vanskeligere for en person å evakuere rommet. [56]

Som beskrevet vil tilførsel av vanntåke i et brannrom forstyrre røyksjiktet noe som medfører at røyken blir spredt i hele romvolumet. Atmosfæren i rommet vil da bestå av vandrdåper som fordampes og blandet med røykgasser. Innblandingen av vanndamp medfører at røyken blir fortynnet [36]. Dersom en person oppholder seg i brannrommet kan det bety at mengden røyk per inhalering er mindre enn i en atmosfære uten innblanding av vanndamp. Som SP rapporten oppsummerte bidrar ikke vanntåke til økt risiko for å få i seg skadelige stoffer fra brannen.

Innånding av farlige røykgasser er bare ett aspekt av påkjenninger fra en brann. Ved bruk av vanntåke blir varmestråling fra brannen og temperaturen i rommet redusert [36]. Oksygenfortrengning vil ikke utgjøre en

fare med hensyn til personsikkerheten da den kan forventes å være i området 19 % ved temperatur i rommet på 50 °C [56]. Røykgassproduksjonen vil også reduseres, men med hensyn til sikt i rommet gir påføring av vanntåke vanskelige rømningsforhold, og røyken kan gi irritasjon i både øyner og luftveier. I eget hjem har en person større kjennskap til hvor boligens utganger er, og er derfor ikke like sårbar for dårlig sikt som i en ukjent bygning. Dårlig sikt gir likevel lenger nødvendig rømningstid da man må føle seg frem i større grad og kan miste orienteringsevnen ved sterkt redusert sikt.

Innånding av vanndamp kan utgjøre en fare for enkelte sykdommer, hvor astma er en av dem. Å ha beskyttelse fra et slokkeanlegg med bruk av vanntåke vil likevel bli ansett å øke sikkerheten i tilfelle brann. Konsekvenser for liv og helse fra en brann er i større grad alvorlig hvor slokkeanlegg ikke benyttes. Det må likevel forventes at vanndråper og røykpartikler innåndes i noen grad.

Gass som slokkemiddel har to måter å slokke brann på: fortrenge oksygen og å ta del i forbrenningsprosessen slik at antall frie radikaler reduseres og dermed brytes kjedereaksjonene. Slokkeegenskapene er avhengig av type gass. Inert gass, som IG-541, fortrenger oksygen og tar ikke aktivt del i forbrenningen. [27] Selve utløsningen av slokkekassen fra gass-sylindere tar 60 eller 120 sekunder. Deretter skal designkonsentrasjonen til gassen opprettholdes i minst 10 minutter. [39] Slokkemiddelet påvirker kun i gassfasen og kjøler ikke brannen direkte. [32] Dette medfører at en brann kan blusse opp igjen når slokkemiddelet ventileres bort, ved store lekkasjer eller dersom frisk luft strømmer inn som følge av at brannen får tilført tilstrekkelig oksygen til å opprettholde forbrenningen [32]. Mindre lekkasjer under utløsning og i holdetiden blir tatt høyde for ved å legge til en sikkerhetsfaktor til slokkekonsentrasjonen [32]. Sikkerhetsfaktoren skal være 30 % av slokkekonsentrasjonen for den respektive gassen [39].

Ved slokking ved bruk av gass er det ikke like avgjørende hvor brannen befinner seg i rommet i forhold til slokkeanlegget. Dette fordi gassen sprer seg tredimensjonalt i romvolumet og skaper en ubrennbar atmosfære. Slokkekassen lagres i gass-sylinder noe som medfører at etter utløsning må gass-sylindren etterfylles. I tidsperioden gass-sylindren ikke er etterfylt vil slokkesystemet ikke være i stand til å gi brannbeskyttelse. En fordel med gass som slokkemiddel er at det blir ingen eller veldig små skader på bygning og inventar. [32]

Inertgasser er i seg selv ikke giftig for mennesker eller miljø da komponentene eksisterer naturlig i luften [41], [57]. Faren mennesker utsettes for ved bruk av inertgasser generelt i slokkeanlegg er redusert oksygenivå i rommet som følge av fortrenghingen. I luft ved havsnivå er det ca. 21 % oksygen. Med en designkonsentrasjon opptil 43 % er den gjenværende oksygenkonsentrasjonen 12 % og maksimal

eksponeringstid er da 5 minutter [40]. IG-541 skiller seg ut fra de øvrige inertgassene ved at den er tilsatt CO<sub>2</sub>. Standarder gjør ikke forskjell på de ulike inertgassene med hensyn til personsikkerhet [42].

Nylig ble rapporten «IG-541 og personsikkerhet – behov for dokumentasjon for byggverk i risikoklasse 4 og 6» publisert av RISE Fire Research. I rapporten blir det vurdert at NS-EN 15004-1 gir en tydelig indikasjon på at begrepet «personell» ikke er ment for bygninger hvor mennesker bor eller overnatter. Dette til tross for at det ikke er gitt spesifikk begrensning av bruken til slokkegassen i bebodde rom. Det ble konkludert med at det ikke er tilstrekkelig dokumentasjon for bruksområdet i risikoklasse 4 og 6. [42]

Det er flere som har gjort undersøkelser med hensyn til eksponering for IG-541 basert på medisinske forhold. Blant annet har Erlend Johan Skraastad, som er overlege ved anesthesiavdelingen ved St. Olavs Hospital HF, utarbeidet en rapport med tittel «Personsikkerhet ved opphold i atmosfære med redusert oksygennivå kompensert med økt karbondioksidnivå», og ANSUL en white paper «The Physiology of INERGEN Fire Extinguishing Agent».

Som nevnt er faren knyttet til bruk av inertgasser til slokking for mennesker redusert oksygennivå [39]. Ved reduksjon i oksygennivå vil mennesker oppleve en tilstand kalt hypoksi. Hypoksi er når oksygentilførselen til vevet i kroppen er for lav. Normalt er ikke mild hypoksi ansett for å være en helserisiko. Ved brå nedgang i oksygennivå tilsvarende en høyde på 3000 moh., 14,5 %, er vanlige reaksjoner for kroppen økende pustefrekvens og hvilepuls. Disse reaksjonene oppstår for å kompensere det reduserte oksygennivået. Som regel holder blodtrykket seg uendret. [58]

Kroppens ventilasjon reguleres av karbondioksidnivået i normaltstand ved flere virkemåter. Ved reduksjon i karbondioksidnivået, kalt hyperkapni, vil blodårene trekke seg sammen og blodstrømmene reduseres. [58] Tilsetningen av karbondioksid i slokkegassen forbedrer toleransen av hypoksi. Dette på grunn av at karbondioksid blant annet stimulerer pusten (økt pustefrekvens) som resulterer i at oksygeninnholdet og trykket i blodet øker, og utvider blodårer i hjernen som medfører at blod- og oksygentilførsel til hjernen øker. [57] Den pustbare atmosfæren som følge av IG-541 relateres altså til graden av hypoksi og hyperkapni. [57]

Oppsummering i rapporten til E.J. Skaarstad lyder som følgende:

*«Akutt, kortvarig eksponering for en hypoksisk atmosfære tolereres godt av de fleste personer når det ikke samtidig er store fysiske påkjenninger. Individuelle forskjeller i respons på akutt hypoksi må forventes, særlig hos pasienter med samtidig sykdommer av alvorlig art. Ved samtidig opprettholdelse av et gitt nivå av karbondioksid vil hjernens tilførsel av oksygen bedres grunnet opprettholdt blodgjennomstrømning, og*

*sette personen i bedre stand til å håndtere koordinerende oppgaver. Det vitenskapelige grunnlaget for dette er godt og etterprøvd. Ut fra dette vurderes personsikkerheten til å være godt ivaretatt i CO<sub>2</sub>-kompensert hypoksisk atmosfære, gitt de oksyngrensene som er gjeldende for brannslukningsanlegg (12,7-10 % O<sub>2</sub>), ved eksponering opp til 30 minutter.» [58, s. 5]*

White paper til ANSUL oppsummerer med at vanlige mennesker ikke vil få negativ effekt av eksponering for IG-541, selv ved lengre eksponering. Mennesker med hjerte- og lungesvikt vil ikke påvirkes negativt av IG-541 i løpet av tiden som er nødvendig for å rømme, og IG-541 vil ikke redusere evnen til å rømme. Dette baserer seg på kunnskapen om at tidsforløpet for endringer i oksygen- og karbondioksidnivå i kroppen skjer i løpet av flere minutter. Fullstendig grad og effekt av langvarig eksponering for hypoksi vil dermed ikke forekomme i løpet av de første minuttene etter den første inhaleringen. Det er derfor antatt at fysiologiske endringer ikke vil forstyrre rømningsprosedyrer selv for personer med sirkulasjon eller lungesvikt. [57]

Basert på de medisinske studiene tyder det på at personer ikke vil ta skade av eller få redusert rømningsevne ved eksponering for IG-541, på grunn av tilsetning med CO<sub>2</sub> som kompenserer for lavt oksygennivå. E.J. Skraastad skriver at pasienter som har sykdommer av alvorlig art kan få negativ effekt eller skade som følge av akutt hypoksi. ANSUL sin white paper mener at personer med hjerte- og lungesvikt ikke vil påvirkes negativt med eksponering for IG-541 i løpet av nødvendig rømningstid. Det ser her ut til at det er antatt at rømning vil skje i løpet av kort tid. Det er ikke nødvendigvis tilfellet for en hjemmeboende eldre pasient.

Disse funnene er viktig å ta med i vurdering av valg av slokkemiddel hos hjemmeboende eldre pasienter. For friske mennesker ser det ut til, basert på de medisinske studiene, å være helt uproblematisk å bli eksponert for gassen IG-541, selv utover tidsgrensen for eksponering angitt i regelverk. For personer som har sykdommer av alvorlig art kan akutt hypoksi (som følge av oksygenfortrengning ved bruk av IG-541) medføre negative effekter. Rømningsevnen til en hjemmeboende eldre pasient er antatt å være redusert på grunn av fysiologiske og/eller kognitiv nedsettelse. I tillegg kan pasienten være rammet av en eller flere alvorlige sykdommer. Dersom det er grunn til å tro at som følge av akutt hypoksi for en hjemmeboende eldre pasient kan redusere rømningsevnen ytterligere, bør det ikke benyttes slokkeanlegg med IG-541.

### 4.3. Ansvar for brannsikkerhet

Alle er lovpålagt å vise aktsomhet og opptre slik at brann forebygges. Med hensyn til bygninger er brannvernloven tydelig på at bruker og eier av bygget er ansvarlig for brannsikkerheten og å påse at byggverket til enhver tid tilfredsstillende de lovpålagte kravene. [17] Forskrift om brannforebygging speiler brannvernloven og spesifiserer videre at eier er pliktet til å påse at manuelt slukkeutstyr og brannvarsling finnes i bygget, vedlikehold og kontroll av sikkerhetsinnretninger blir utført slik at de fungerer som forutsatt, og ha informasjon og kunnskap angående brannsikkerheten i bygget. Sikkerheten skal også oppgraderes til å være minimum ekvivalent med byggeforskrift 15. november 1984 nr. 1982 (byggeforskrift 1985). Bruker av et bygg skal med hensyn til brann unngå unødvendig risiko. Dersom det oppstår endringer, forfall eller skader på sikkerhetsinnretningene eller i byggverket som kan påvirke brannsikkerheten, skal brukeren informere eier om dette. Ekstraordinære tiltak skal videre iverksettes av bruker dersom brannsikkerheten reduseres vesentlig. [18].

Kravene i brann- og eksplosjonsvernloven forutsetter at enkeltindivider som eier eller bruker et byggverk har en grunnleggende kompetanse om brannfarer og hvordan forebygge dem. I de fleste tilfeller er sunn fornuft tilstrekkelig. Det ligger også en forutsetning om at hver enkelt har evne til å vurdere egen brannsikkerhet i sin bolig. Kollegiet for brannfaglig terminologi definerer brannsikkerhet som:

*«Summen av organisatoriske tiltak og tekniske tiltak i den hensikt å redusere sannsynligheten for og konsekvensen av en brann» [1]*

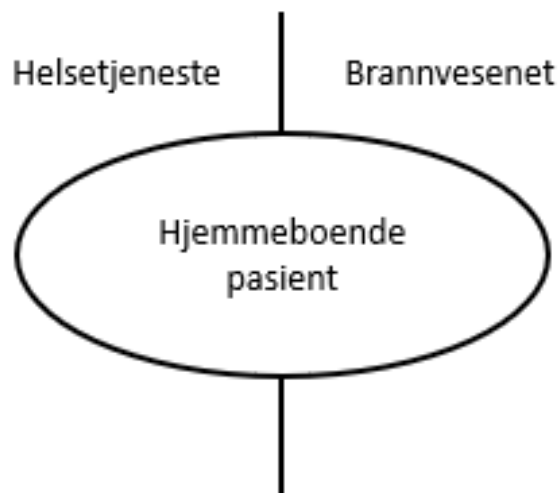
For personer med redusert rømningsevne kan konsekvensen av en brann gi alvorlige helseskader eller være fatale. Hjemmeboende eldre pasienter er, som nevnt tidligere i diskusjonen, pasienter med ulike nedsettelse, og evt. sykdommer, og rammet i ulik grad. I hvor stor grad er det rimelig å anta at disse personene er i stand til å vurdere egen brannsikkerhet må vurderes. Dette gjelder særlig de med svekket kognitiv evne. Dersom en eldre pasient bor i en kommunal bolig, er det kommunen som står som eier. I et slikt tilfelle bør kommunen tilpasse boligen pasientens funksjonsnivå og adferd, også med hensyn til brannsikkerhet.

Forskrift om brannforebygging angir hvilke plikter som påligger kommunen i forbindelse med det brannforebyggende arbeidet. Ikrafttredelse av forskriften var i 2016 og det forebyggende arbeidet bygger skal i henhold til forskriften være i større grad en risikobasert tilnærming enn tidligere forskrift [18]. Under kommunes plikter står det spesifikt at persongrupper som har særlig risiko for å bli skadet eller omkomme i brann skal kartlegges [18]. Dette betyr at kommunen har et ansvar for risikoutsatte grupper. Fordelen

med risikobasert tilnærming er at brannrisikoen er ulik rundt om i kommunene. Risikovurderinger baserer seg på sannsynligheten for og konsekvensen av brann, men det er ofte knyttet usikkerheter til vurderinger for de to parameterne. [9] En ulempe med en slik tilnærming kan være at brannsikkerhetsarbeidet med fokus på risikoutsatte grupper i større grad er subjektiv og dermed også kommuneavhengig.

Utfordringer med arbeidet rundt risikoutsatte grupper er at det er flere aktører som er i kontakt med gruppen. Med hensyn til brannsikkerhetsarbeidet vil det være naturlig å tillegge ansvaret til brannvesenet da brannsikkerhet er deres «fagfelt». Samtidig er det representanter fra ulike helsetjenester som er i direkte kontakt med pasienten gjennom legebesøk, hjemmetjenester osv. som kjenner pasientens helsetilstand med begrensninger. Helsepersonell er underlagt taushetsplikt fra kapittel 5 i lov om helsepersonell m.v. Dette innebærer at helsepersonell ikke har lov til å dele helseopplysninger uten at pasienten gir sitt samtykke. I tilfeller hvor liv og helse kan få alvorlig skade, har helsepersonell opplysningsplikt ovenfor både brannvesen og politi dersom det er nødvendig for å avverge skaden. [59] I normale situasjoner vil helsepersonell være underlagt taushetsplikten.

I denne oppgaven har det blitt diskutert at vurdering av brannsikkerhetsnivået må vurderes opp mot pasientens fysiske og kognitive evner. Dette medfører at vurdering av brannsikkerhet hos en eldre hjemmeboende pasient vil være et grensesnitt mellom to fagfelt, se Figur 15.



*Figur 15 - Grensesnitt mellom helsetjeneste og brannvesen relatert til hjemmeboende pasient*

Det finnes flere dokumenter med forslag til hvordan man kan gå frem i arbeidet for å ivareta brannsikkerheten hos risikoutsatte grupper med hensyn til brann, blant annet:



- *Trygg hjemme – brannsikkerhet for utsatte grupper (NOU)*
- *Brannsikkerhet for risikoutsatte grupper (DSB)*
- *Veileder: Samarbeid mellom kommunale tjenesteytere om brannsikkerhet for risikoutsatte grupper (DSB og Helsedirektoratet)*

En mulig måte å gå frem på er å få et tettere samarbeid mellom helse og brann. Et samarbeid vil kunne gi gode resultater og samtidig mer effektiv bruk av ressurser på sikt. I rapporten «*Brannsikkerhet for risikoutsatte grupper*» presenteres Trondheim kommune sin løsning i arbeidet inn mot risikoutsatte grupper. I 2002 ble det opprettet to stillinger som brannvernkoordinator i avdelingen for helse og velferd. Arbeidsoppgaver er opplæring og brannøvelser for helsepersonell, økt brannsikkerhet ved bruk av velferdsteknologi, informasjon til eldre med behov for assistanse osv. [60] Os kommune har en spennende organisering av avdelingene hvor brannvesenet ikke er underlagt tekniske tjenester men under avdelingen pleie, omsorg og beredskap. I ledermøter sitter brannsjefen sammen med ledere for sykehjem og hjemmebaserte tjenester, som skaper gode ordninger på tvers av tjenestene. [60]

## 5. Konklusjon

Eldre hjemmeboende pasienter er en risikoutsatt gruppe med hensyn til brann. Kroppens aldringsprosess fører til at kroppen får en bruksendring, som følge av fysiologisk og kognitiv endring. Dette utfordrer forholdet mellom nødvendig og tilgjengelig rømningstid. Tekniske og organisatoriske brannsikringstiltak må derfor sees i sammenheng med en pasients fysiologiske evne, kognitiv evne og adferd.

Med innsettelse av diverse velferdsteknologiske tiltak og hjemmebaserte helsetjenester for å ivareta pasientens sikkerhet, blir boligen som et forenklet sykehjem. Det må da vurderes om boligen har fått en bruksendring fra risikoklasse 4 til 6. Et alternativ til å endre risikoklassen fra 4 til 6 er å lage to underkategorier til risikoklasse 4: 4a (normal risiko) og 4b (særlig risikoutsatt), der 4b er en mellom-løsning mellom risikoklasse 4 og 6 med hensikt å ivareta brannsikkerheten for risikoutsatte grupper. Med krav om sprinkleranlegg i risikoklasse 6 vil en mellom-løsning for boliger (uten krav om sprinkleranlegg) være et mobilt slokkeanlegg.

Mobile slokkeanlegg er et teknisk brannsikkerhetstiltak som har tidlig deteksjon og aktivt bekjemper brann. Et slikt tiltak vil resultere i et bedre forhold mellom nødvendig og tilgjengelig rømningstid. Slokkeanleggene bekjemper brann med bruk av vanntåke eller IG-541. Det har blitt funnet at ved eksponering i en IG-541-atmosfære kan medføre akutt hypoksi, til tross for tilsatt CO<sub>2</sub>, og videre utgjøre en fare for pasienter med sykdommer av alvorlig art, i tillegg til fravær av godkjent dokumentasjon for bruk av IG-541 i bygninger beregnet for overnatting. Ved bruk av vanntåke som slökkemiddel må det forventes at vandrdåper og røykpartikler innåndes i noen grad. Ved vurdering av slökkemidlene med hensyn til personsikkerhet fremstår vanntåke som det tryggeste alternativet for eldre hjemmeboende pasienter.

Hver og en har ansvar for egen brannsikkerhet i bolig. Kommunen har likevel gjennom forskrift om brannforebygging et ansvar for risikoutsatte grupper. Det brannforebyggende arbeidet i kommunen er i stor grad risikobasert. Med usikkerheter knyttet til vurdering av sannsynlighet for og konsekvenser av brann, er en slik tilnærming i større grad subjektiv. Det betyr at omfanget av brannsikkerhetsarbeidet inn mot eldre hjemmeboende pasienter vil variere fra kommune til kommune.

Det konkluderes med at brannsikkerhetsnivået til eldre hjemmeboende pasienter vil bli hevet ved bruk av mobilt deteksjon- og slokkesystem.

## 6. Fremtidig arbeid

- Det kan være interessant og nyttig å se nærmere på det økonomiske aspektet med å gjøre private hjem til egne små, forenklede sykehjem som følge av stor utbredelse av velferdsteknologiske tiltak, herunder mobile slokkeanlegg, og drift av hjemmetjenesten.
- Lage en helhetlig oversikt med data for mobile slokkesystemer som har iverksatt slokkeinnsats. Data som kan være interessante er type slokkeanlegg, data ang. beskyttede rom, hvor brannforløpet fant sted, hvorfor brann evt. ikke ble slokkes. Dette for å undersøke nytteverdien av tiltaket.
- Med økning i antall helseoppdrag for brann- og redningsvesenet kan det være interessant å se grundigere på organiseringen med hensyn til hvilken tjeneste de er underlagt (teknisk tjeneste vs. helse- og omsorgstjeneste) og medfølgende effekter.
- Det kunne vært interessant å gjennomføre forsøk med Smartsan og Q1 for å undersøke om plasseringen av dysen gir ulik slokkeeffekt.

## 7. Referanser

- [1] Kollegiet for brannfaglig terminologi, «Faguttrykk,» [Internett]. Available: <http://kbt.no/faguttrykk.asp>. [Funnet 20 Mai 2019].
- [2] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, «Kommunikasjon og risikoutsatte grupper for brann,» Oktober 2013. [Internett]. Available: <https://www.dsb.no/veiledere-handboker-og-informasjonsmaterieill/kommunikasjon-og-risikogrupper-for-brann/>. [Funnet 8 Oktober 2018].
- [3] Store norske leksikon, [Internett]. Available: <https://snl.no/>. [Funnet 28 Mai 2019].
- [4] Norsk Helseinformatikk, [Internett]. Available: <https://nhi.no/ordliste/#>. [Funnet 28 Mai 2019].
- [5] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), «Brannstatikk,» 2018. [Internett]. Available: <https://www.dsb.no/menyartikler/statistikk/brannstatistikk/>. [Funnet 27 mars 2019].
- [6] Justis- og politidepartementet, «Brannsikkerhet - Forebygging og brannvesenets redningsoppgaver (St.meld. nr. 35 (2008-2009)),» 8 Mai 2009. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/stmeld-nr-35-2008-2009/id559586/>. [Funnet 10 September 2018].
- [7] «Første oversikt over personer på venteliste til sykehjem,» 16 Mai 2018. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/forste-oversikt-over-personer-pa-venteliste-til-sykehjem/id2601511/>. [Funnet 20 November 2018].
- [8] Helse- og Omsorgsdepartement, «Leve hele livet - En kvalitetsreform for eldre (Meld. St. 15 (2017–2018)),» 4 Mai 2018. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-15-20172018/id2599850/>. [Funnet 15 Januar 2019].
- [9] NOU 2012:4, «Trygg hjemme - Brannsikkerhet for utsatte grupper,» 2012. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2012-4/id670699/>. [Funnet 10 September 2018].

- [10] SINTEF Byggforsk, «Tilgjengelig rømningstid ved brann 520.387,» Mai 2016. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/2955/tilgjengelig\\_roemningstid\\_ved\\_brann](https://www.byggforsk.no/dokument/2955/tilgjengelig_roemningstid_ved_brann). [Funnet 20 Mars 2019].
- [11] B. C. Hagen, Brannteknisk rømningsanalyse, Fagbokforlaget, 2008.
- [12] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap; Helsedirektoratet, «Samarbeid mellom kommunale tjenesteytere om brannsikkerhet for risikoutsatte grupper,» Juni 2017. [Internett]. Available: <https://www.dsb.no/veiledere-handboker-og-informasjonsmaterieill/samarbeid-mellom-kommunale-tjenesteytere-om-brannsikkerhet-for-risikoutsatte-grupper/>. [Funnet 8 Oktober 2018].
- [13] Lov om pasient- og brukerrettigheter, «Lov om pasient- og brukerrettigheter (pasient- og brukerrettighetsloven),» 1999. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/lov/1999-07-02-63>. [Funnet 20 November 2018].
- [14] «Lov om kommunale helse- og omsorgstjenester m.m. (helse- og omsorgstjenesteloven),» 2011. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/lov/2011-06-24-30>. [Funnet 20 November 2018].
- [15] Statistisk sentralbyrå, «Fakta om helse,» [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/helse/faktaside/helse#blokk-5>. [Funnet 5 Mars 2019].
- [16] «Rett til opphold i sykehjem – nye regler fra 1. juli 2017,» 28 August 2017. [Internett]. Available: [https://lovdata.no/artikkel/rett\\_til\\_opphold\\_i\\_sykehjem\\_\\_nye\\_regler\\_fra\\_1\\_juli\\_2017/1961](https://lovdata.no/artikkel/rett_til_opphold_i_sykehjem__nye_regler_fra_1_juli_2017/1961). [Funnet 20 November 2018].
- [17] «Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven),» 2002. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/lov/2002-06-14-20>. [Funnet 20 November 2018].
- [18] «Forskrift om brannforebygging,» 2015. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/forskrift/2015-12-17-1710>. [Funnet 15 Januar 2019].
- [19] «Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen,» 2002. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/forskrift/2002-06-26-729>. [Funnet 15 Januar 2019].

- [20] Plan- og bygningsloven, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven),» 2008. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/lov/2008-06-27-71>. [Funnet 20 November 2018].
- [21] Forskrift om tekniske krav til byggverk, «Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift),» 2017. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/forskrift/2017-06-19-840>. [Funnet 15 Januar 2019].
- [22] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17) - Veiledning om tekniske krav til byggverk,» 2017. [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/>. [Funnet 29 Januar 2019].
- [23] T. J. Knutshaug og S. Nakrem, «Velferdsteknologi - hva, hvorfor og hvordan?,» i *Velferdsteknologi i praksis*, Cappelen Damm Akademisk, 2017, pp. 13-33.
- [24] NOU 2011:11, «Innovasjon i omsorg,» 2011. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2011-11/id646812/>. [Funnet 28 November 2018].
- [25] Direktoratet for e-helse, «Velferdsteknologi,» [Internett]. Available: <https://ehelse.no/velferdsteknologi>. [Funnet 20 Oktober 2018].
- [26] Senter for fagutvikling og forskning, Sykehjemsetaten Oslo kommune, «Brannsikkerhet,» [Internett]. Available: <http://hvakanhjelp.no/hjelpemidler/brannsikkerhet/>. [Funnet 6 Desember 2018].
- [27] B. C. Hagen, Grunnleggende brannteknikk, Haugesund, 2014.
- [28] R. P. Schifiliti, R. L. Custer og B. J. Meacham, «Design of Detection Systems,» i *SFPE Handbook of Fire Protection*, Springer, 2016, pp. 1314-1377.
- [29] R. L. Alpert, «Ceiling Jet Flows,» i *SFPE Handbook of Fire Protection*, Springer, 2016, pp. 429-454.
- [30] G. Rein, «Smoldering Combustion,» i *SFPE Handbook of Fire Protection*, Springer, 2016, pp. 581-603.
- [31] D. Drysdale, An Introduction to Fire Dynamics, Edinburgh: Wiley, 2011.

- [32] S. Särdaqvist, Vatten och andra släckmedel, Kalmar: Räddningsverket, 2006.
- [33] Norsk Standard, «Faste brannsløkkesystemer - Automatiske sprinklersystemer - Dimensjonering, installering og vedlikehold,» NS-EN 12845:2015, 2016.
- [34] B. A. Mostue og J. P. Stensaas, «Effekt av boligsprinkler i omsorgsboliger (Rapportnr. NBL A02117),» 8 November 2002. [Internett]. Available: <https://risefr.com/publications>. [Funnet 10 Desember 2018].
- [35] SINTEF Byggforsk, «Boligsprinkleranlegg 550.365,» September 2014. [Internett]. Available: <https://www.byggforsk.no/dokument/4118/boligsprinkleranlegg>. [Funnet 20 Mars 2019].
- [36] J. R. Mawhinney og G. G. Back, «Water Mist Fire Suppression Systems,» i *SFPE Handbook of Fire Protection*, Springer, 2016, pp. 1587-1645.
- [37] Norsk Standard, «Faste brannsløkkesystemer Gass-sløkkesystemer Del 10: Fysiske egenskaper og systemutforming av gass-sløkkesystem for IG-541-sløkkemiddel (ISO 14520-15:2005, modifisert),» NS-EN 15004-10:2008, 2008.
- [38] Fire Eater AS, «Fire Eater Control Inert Ci UL Listed, FM approved Extinguishing System,» (Tilsendt per epost A. Kraaijeveld), Hillerød, DK, 2015.
- [39] Norsk Standard, «Faste brannsløkkesystemer Gass-sløkkesystemer Del 1: Planlegging, installasjon og vedlikehold (ISO 14250-1:2006, modifisert),» NS-EN 15004-1:2008, 2008.
- [40] P. J. DiNunno og E. W. Forssell, «Clean Agent Total Flooding Fire Extinguishing Systems,» i *SFPE Handbook of Fire Protection*, Springer, 2016, pp. 1483-1530.
- [41] FIRE EATER, «Fire eater FLEX,» [Internett]. Available: <http://www.fire-eater.dk/da/produkter/flex>. [Funnet 29 april 2019].
- [42] RISE Research Institutes of Sweden AB, «IG-541 og personsikkerhet - behov for dokumentasjon for byggverk i risikoklasse 4 og 6,» 8 Mai 2019. [Internett]. Available: <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/slokkegassen-ig-541-og-personsikkerhet--behov-for-dokumentasjon/>. [Funnet 15 Mai 2019].

- [43] SINTEF Byggforsk, «Nødvendig rømningstid ved brann 520.385,» Mai 2016. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/322/noedvendig\\_roemningstid\\_ved\\_brann](https://www.byggforsk.no/dokument/322/noedvendig_roemningstid_ved_brann). [Funnet 20 Mars 2019].
- [44] Fire Safe AS, «Smartscan,» [Internett]. Available: <https://www.firesafe.no/service/smartsan>. [Funnet 12 Desember 2018].
- [45] Vekos, «Q1 – mobilt vanntåkeanlegg,» [Internett]. Available: <https://vekos.no/mobilt-vanntake/>. [Funnet 25 Mai 2019].
- [46] R. Kibsgaard, Personlig kommunikasjon, Avdelingsleder sprinklerkontroll, Fire Safe AS, 5. Mars 2019.
- [47] Plumis, «Automist Smartscan Hydra Design, Instrallation, Operation and Maintenance (DIOM) Manual,» 2018. [Internett]. Available: [https://plumis.co.uk/Smartscan\\_Hydra\\_Handbook\\_v1.0.0.pdf](https://plumis.co.uk/Smartscan_Hydra_Handbook_v1.0.0.pdf). [Funnet 15 Mars 2019].
- [48] VEKOS AS, *Installasjons og Service manual For Q1*, Larvik: (Lånt papirutgave fra VEKOS AS).
- [49] E. H. Nilsen, Personlig kommunikasjon, Salgssjef, Vekos AS, 10. April 2019.
- [50] A. Kraaijeveld, Personlig kommunikasjon, Fire Eater Norge AS, 19. Februar 2019.
- [51] *Kjære rådmann - kampanjefilm fra "Livsviktig"*. [Film]. Norge: DSB <https://www.dsb.no/livsviktig/>, 2018.
- [52] M. Stokka og A. Eskeland, «Brann på sjukeheim i Randaberg – fire personar til sjukehus,» *NRK*, 5 Mai 2019.
- [53] D. Johansen og T. Lennavik, «Effekt av sprinkleranlegg i Scottsdale,» 9 Februar 2006. [Internett]. Available: [http://nblf.no/nyhet\\_vis.asp?NyhetID=387](http://nblf.no/nyhet_vis.asp?NyhetID=387). [Funnet 10 Januar 2019].
- [54] E. Husøy, «NAV vil fjerne støtte til «komfyrvakt». Brannvesenet er sikre på at den har reddet mange liv.,» *Aftenposten*, 20 Februar 2019.
- [55] SINTEF Byggforsk, «Røykkontroll i bygninger 520.380,» Vår 2006. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/321/roeykkontroll\\_i\\_bygninger](https://www.byggforsk.no/dokument/321/roeykkontroll_i_bygninger). [Funnet 20 Mars 2019].



- [56] M. Arvidson og T. Hertzberg, «Slåcksystem med vattendimma - en kunskapssammanställning,» 2001. [Internett]. Available: [https://www.brandskyddsforeningen.se/globalassets/brandforsk/rapporter-2000-2015/slacksystem-med-vattendimma/bf\\_509\\_991\\_rapport.pdf](https://www.brandskyddsforeningen.se/globalassets/brandforsk/rapporter-2000-2015/slacksystem-med-vattendimma/bf_509_991_rapport.pdf). [Funnet 8 Mai 2019].
- [57] ANSUL, «The Physiology of INERGEN Fire Extinguishing Agent,» 2016. [Internett]. Available: <https://www.ansul.com/en/us/DocMedia/F-93153.pdf>. [Funnet 3 Mai 2019].
- [58] E. J. Skraastad, «Personersikkerhet ved opphold i atmosfære med redusert oksygenivå kompensert med økt karbondioksidnivå,» 13 September 2017. [Internett]. Available: <http://www.fire-eater.com/da/produkter/downloads/downloads-1/1856-signert-rapport-norge>. [Funnet 3 Mai 2019].
- [59] «Lov om helsepersonell m.v. (helsepersonelloven),» 1 Januar 2001. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/lov/1999-07-02-64>. [Funnet 29 April 2019].
- [60] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, «Brannsikkerhet for risikoutsatte grupper - Samarbeidsmuligheter mellom kommunale tjenesteytere,» 2014. [Internett]. Available: [https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/brannsikkerhet\\_for\\_risikoutsatte\\_grupper.pdf](https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/brannsikkerhet_for_risikoutsatte_grupper.pdf). [Funnet 24 Oktober 2018].

## 8. Vedlegg

### Vedlegg A – Akseptkriterier

I vurdering av om forholdene er akseptable for mennesker å oppholde seg i eller evakuere gjennom, har det blitt satt kriterier. Akseptkriteriene baserer seg på menneskers tåleevne med hensyn til påkjenninger fra en brann.

Tabell 11 – Akseptkriterier [11]

<b>Røyk</b>	
Sikt	Det ansees som et kritisk forhold dersom sikten i et rom er <: <ul style="list-style-type: none"> <li>· 3-5 meter for rom som er mindre enn 100 m<sup>2</sup></li> <li>· 10 meter for rom som er større enn 100 m<sup>2</sup></li> </ul>
Høyde fra gulv til røyksjikt	Det ansees som kritisk dersom høyden mellom gulv og røyksjiktet er < 1,6 m + 10 % av høyden i rommet
<b>Temperatur (i røykfri sone)</b>	
	Det ansees som kritisk dersom temperaturen er > 60 – 80 °C
<b>Varmestråling (fra røyksjiktet)</b>	
	Det ansees som kritisk dersom varmemstrålingen er > 2,5 kW/m <sup>2</sup>
<b>Gasskonsentrasjoner</b>	
Oksygenkonsentrasjon i det laveste sjiktet (O <sub>2</sub> )	Det ansees som kritisk dersom O <sub>2</sub> -konsentrasjonen er < 15 %
Karbondioksidkonsentrasjon i luft (CO <sub>2</sub> )	Det ansees som kritisk dersom CO <sub>2</sub> -konsentrasjonen er > 5 %
Karbonmonoksidkonsentrasjon i luft (CO)	Det ansees som kritisk dersom CO-konsentrasjonen er > 2000 ppm.