

RAPPORT

Utredning av mulige endringer i veil. til TEK10 vedr. rømningsveier

OPPDRAGSGIVER

Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK)

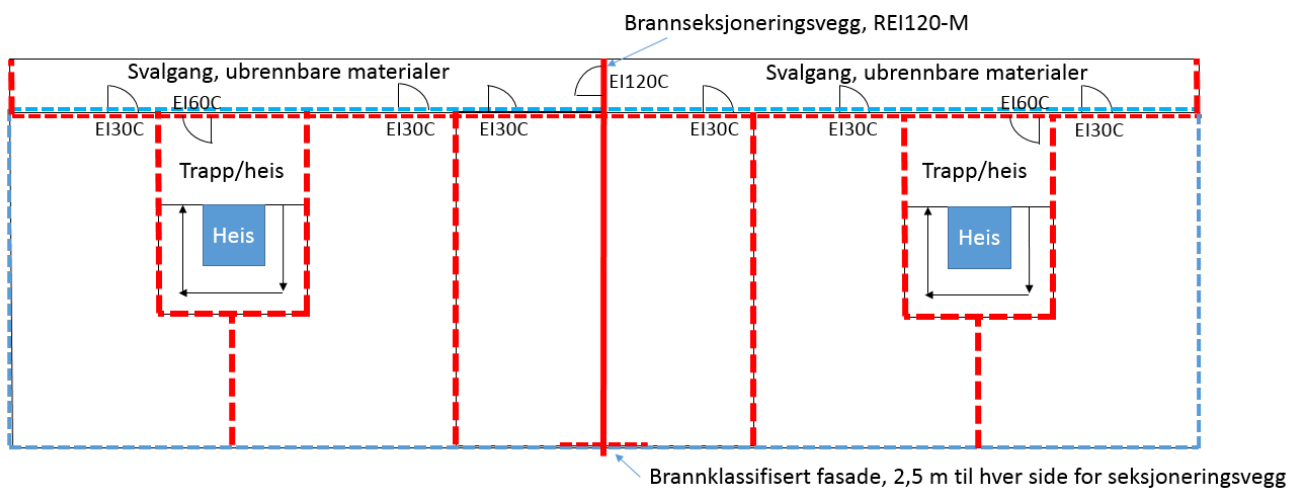
EMNE

Utredning 2 – Rømningsveier i boligblokker

DATO / REVISJON: 11. februar 2016 / 01

DOKUMENTKODE: 128262-RIBr-RAP-002

- Brannseksjoneringsvegg (REI120-M)
- - - Branncellebegrensende konstruksjon (EI60)
- - - Begrenset brennbar kledning (A2-s1,d0)



Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult og Analyse&Strategi i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Utredning av mulige endringer i veil. til TEK10 vedr. rømningsveier	DOKUMENTKODE	128262-RIBr-RAP-002
EMNE	Utredning 2 – Rømningsveier i boligblokker	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK)	OPPDRAAGSLEDER	John Erling Strand
KONTAKTPERSON	Vidar Stenstad	UTARBEIDET AV	Henrik Bjelland Johannes Raustøl
		ANSVARLIG ENHET	1061 Oslo Brann og risiko

SAMMENDRAG

Denne utredningen er en konsekvensutredning for temaet brannsikkerhet i boligblokker på inntil 8 etasjer, og omfatter både samfunnsøkonomisk analyse og brannfaglig risikoanalyse. Den samfunnsøkonomiske analysen er utarbeidet av Multiconsults heleide datterselskap Analyse & Strategi.

Utredningen har som formål å beskrive et analysebyggverk som ikke har automatisk slokkeanlegg, men som likevel ivaretar sikkerheten for personer, samfunn og verdier ved brann. Analysen endte opp med en beskrivelse av et analysebyggverk som vi mener vil ivareta sikkerheten for personer, samfunn og verdier, uten automatisk slokkeanlegg. For å utfordre dette har vi gjennomført en scenarioanalyse basert på hovedprinsippene i NS 3901, hvor vi har gjort komparative betraktninger opp mot referansebyggverk som beskrives i VTEK10 og VTEK97.

I den samfunnsøkonomiske analysen har vi først og fremst sett på byggekostnader. Selv om vårt tallmateriale er begrenset og tallene vi har brukt er svært usikre, har vi valgt å konkludere med at kostnadene forbundet med et byggverk med automatisk slokkeanlegg vil være relativt mye lavere enn for vårt analysebyggverk.

Hvis vi ikke sparer noe særlig på å bygge uten automatisk slokkeanlegg, er det da samfunnsøkonomisk å gjøre det? Her mener vi svaret er nei. En bygning med automatisk slokkeanlegg vil generelt ha en betraktelig lavere brannrisiko i branneiligheten enn en bygning uten automatisk slokkeanlegg. Dersom vi tar hensyn til nytteverdien av slokkeanlegget gjennom reduserte kostnader knyttet til forventet sparte liv, vil regnestykket favorisere en løsning med automatisk slokkeanlegg når investerings- og driftskostnadene ellers er relativt like. Utredningen viser likevel at det i et brannsikkerhetsperspektiv bør kunne tillates å bygge boligblokker med inntil 8 etasjer med to trapperom, uten automatisk slokkeanlegg.

1	11.02.16	Endelig utgave	Henrik Bjelland Johannes Raustøl	Lars Erik Sorthe Kaj Halvorsen	Nils Erik Forsén
0	23.12.15	Utkast til DiBK	Henrik Bjelland Johannes Raustøl	Lars Erik Sorthe Kaj Halvorsen	Nils Erik Forsén
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Definisjoner/begreper benyttet i rapporten.....	5
1.3	Problembeskrivelse.....	5
1.4	Samfunnsøkonomisk dimensjon av problemstillingen	6
2	Metode.....	7
3	Forskriftskrav.....	8
4	Relevante funn fra tidligere studier	10
5	Analyse.....	12
5.1	Rammebetingelser.....	12
5.2	Planlegging.....	12
5.2.1	Mandat	12
5.2.2	Organisering.....	12
5.2.3	Problem- og målformulering.....	12
5.3	Valg av analysemetoder og beslutningskriterier.....	13
5.4	Datagrunnlag	13
5.5	Analyse og nedbrytning av funksjonskrav.....	14
5.6	Beskrivelse av analysebyggverket.....	25
5.7	Brannscenarier og konsekvensanalyse	26
5.7.1	Brann i leilighet	26
5.7.2	Brann på svalgang	27
5.7.3	Brann utvendig på balkongsiden.....	28
5.7.4	Brann i trapperom.....	28
5.8	Usikkerhetsanalyse	28
5.9	Sensitivitetsanalyse.....	30
5.10	Beskrivelse av risiko	30
5.10.1	Personikkerheten	30
5.10.2	Verdisikkerhet.....	30
5.10.3	Sikkerheten for brannvesenets personell	30
5.10.4	Samlet vurdering av risiko.....	30
6	Samfunnsøkonomisk analyse.....	31
7	Konklusjon.....	34
8	Referanser	35
9	Vedlegg A: Faktorer som påvirker kostnader for boligsprinkler	36

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Denne delutredningen er utarbeidet som følge av avrop på rammeavtale mellom Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK) og Multiconsult om oppfølging og vurderinger i forbindelse med videreutvikling av Byggteknisk forskrift av 2010 (TEK10) og tilhørende veiledning (VTEK10), med sikte mot TEK17. Utredningen har sin bakgrunn i høringsinnspill og innspillsmøter som DiBK arrangerte med byggenæringen våren 2015.

Avropsbestillingen angir at utredningen skal omfatte en faglig vurdering av hvilke lempinger som kan være aktuelle for å redusere byggekostnadene, og at det skal påvises at sikkerhetsnivået for personer, samfunn og materielle verdier blir opprettholdt på et akseptabelt nivå.

Denne delutredningen behandler funksjonskrav og preaksepterte ytelser til rømningsveier i boligblokker på inntil 8 etasjer. Avropsbestillingen fra DiBK for denne delutredningen DiBK lyder:

«Alternativ utforming av boligblokker inntil 8 etasjer, jf. TEK10 § 11-12 (krav om automatisk slokkeanlegg) og § 11-13 med veiledning. Et alternativ med 2 rømningsveier uten automatisk slokkeanlegg skal utredes. Leverandøren (Multiconsult) kan også inkludere egne forslag.»

Regelverksendringer skal i henhold til Utredningsinstruksen konsekvensutredes, og det skal inngår samfunnsøkonomiske vurderinger i samsvar med Finansdepartementets rundskriv R-109/14.

1.2 Definisjoner/begreper benyttet i rapporten

Tabell 1: Definisjoner og forkortelser

Begrep/forkortelse	Forklaring/definisjon
TEK97	Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven av 1997
TEK10	Forskrift om tekniske krav til byggverk av 2010
VTEK97	Veiledning til TEK97
VTEK10	Veiledning til TEK10
DiBK	Direktoratet for Byggkvalitet
RKL	Risikoklasse
BKL	Brannklasse

Rapporten er skrevet for en mottaker som forventes å kjenne til brannfaglig terminologi og regelverket for branntekniske ytelser.

1.3 Problembeskrivelse

Denne utredningen har som formål å vurdere om en boligblokk med to rømningsveier uten automatisk slokkeanlegg kan gi tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer, samfunn og materielle verdier. I denne sammenheng

Utgangspunktet for utredningen er at myndighetene, gjennom TEK10, innførte krav om automatisk slokkeanlegg for bygninger i risikoklasse 4 (boliger) der det også er krav om heis (TEK10 § 11-12). Det

ble også innført krav om automatisk brannalarmanlegg, med varierende ytelser i VTEK ut fra etasjetall. Øvrige preaksepterte ytelser til bygninger i risikoklasse 4 ble holdt på samme nivå, så automatisk slokkeanlegg kom «på toppen» av de tidligere preaksepterte ytelsene. Ifølge DiBK har det ikke vært et mål å heve brannsikkerhetsnivået i Norge de senere årene, og det var heller ikke målet med TEK10.

Brannsikkerhet må vurderes som en systemegenskap, hvor sikkerheten oppnås i samspillet mellom systemets elementer. Når vi ser på boliger, er *bygningene* (inkludert de tekniske tiltakene) og *brukerne* to svært sentrale elementer i dette samspillet. Kravet om automatisk slokkeanlegg ble innført for å kompensere for en økende risiko forbundet med *brukerne* av norske boliger, ved at vanlige boliger i større grad bygges med økt tilgjengelighet for personer med funksjonsnedsettelse, bl.a. som følge av en aldrende befolkning. Kravet er i så måte motivert som en følge av krav om universell utforming. Tanken er at brannsikkerheten for personer i en bygning med automatisk slokkeanlegg er mindre avhengig av rask evakuering enn en bygning uten automatisk slokkeanlegg, da den tilgjengelige tiden til rømning økes.

Automatisk slokkeanlegg er et effektivt brannsikkerhetstiltak. Mange vil nok derfor hevde at det generelle tekniske brannsikkerhetsnivået for norske boliger, der det er krav om automatisk slokkeanlegg, ble hevet betraktelig ved innføringen av TEK10. Dette også til tross for at risikoen knyttet til brukerne vil stige noe. Problemstillingen her er derfor å ta et «steg tilbake» til tiden før TEK10, og vurdere om det kunne vært andre løsninger som gav tilfredsstillende sikkerhet for personer med nedsatt funksjonsevne.

Som følge av begrensede rammebetingelser har vi begrenset oss til å forsøke å utvikle ett alternativ som kan ivareta nødvendige brann- og rømningssikkerhetsmessige funksjonskrav en boligblokk tilrettelagt for personer med nedsatt funksjonsevne vil måtte tilfredsstille.

1.4 Samfunnsøkonomisk dimensjon av problemstillingen

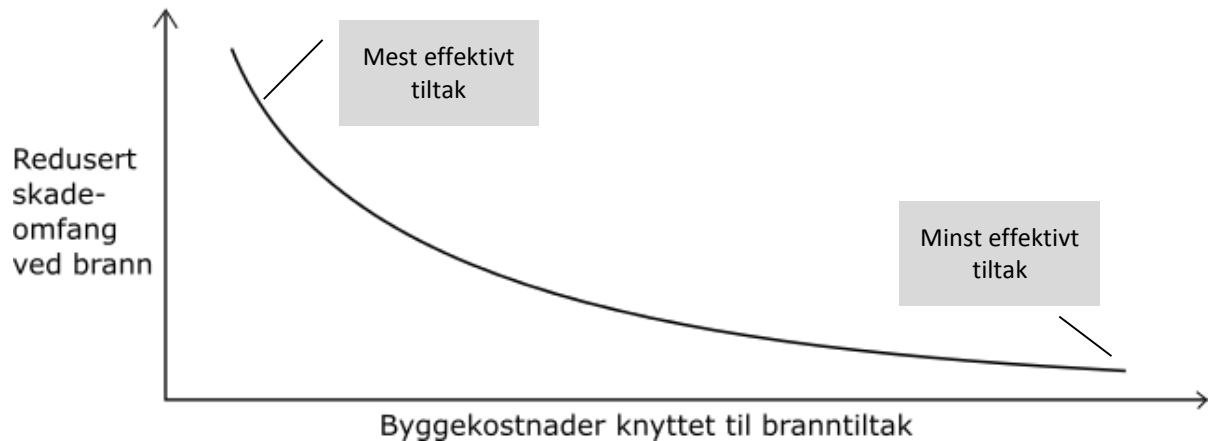
I prosjektet skal det som gjøres samfunnsøkonomiske vurderinger av endringene knyttet til slokkeanlegg i boligblokk på 8 etasjer med to trapperom i TEK. I denne sammenheng kartlegges viktighet og betydning ved den eventuelle regelverksendringen.

I en samfunnsøkonomisk vurdering er et suksesskriterium å optimere nytten for samfunnet til lavest mulig kostnad. Et element ved samfunnsnyttens er brannsikkerheten. Økt brannsikkerhet er i seg selv alltid ønskelig, men samtidig må dette kriteriet veies opp mot kostnadene det påfører samfunnet i form av høyere byggekostnader og mindre fleksibilitet.

Denne sammenhengen vil kunne illustreres med en forenklet figur, som figuren nedenfor. Figuren illustrerer sammenhengen mellom brannrisiko og byggekostnad. Horisontalaksen viser byggekostnader som er relatert til brannrisiko. Både de som *forhindrer* brann, og de som vil redusere risikoen *ved* brann. Vertikalaksen symboliserer redusert skadeomfang ved brann som følge av tiltakene.

Det er vanskelig å vite eksakt hvor den optimale nivået vil være mellom brannsikkerhet og byggekostnader. En hypotese for arbeidet med denne utredningen er at ytelsesnivået i dagens TEK10 gir en overoppylling av brannsikkerheten. Dette vil ikke være kostnadseffektivt, og tjener ikke samfunnet. I så måte bør det være en målsetning å lage et regelverk som gir best brannsikkerhet per byggekostnad, som et av flere kriterier.

Denne utredning vil søke å gi en vurdering av hvilke krav til rømning som gir høyest nytte (som blant annet brannsikkerhet) til lavest byggekostnad.



Figur 1: Effekten av brannsikkerhetstiltak ift byggekostnad, rangert fra mest til minst effektive tiltak

Oppsummert kan man si at fra et samfunnsøkonomisk perspektiv er det ønskelig at det benyttes et sett med effektive tiltak som bidrar til at det samlede forventede brannskadeomfanget blir akseptabelt. Dyre tiltak som i liten grad bidrar til å forbedre (minsk) det forventede brannskadeomfanget bør unngås, dersom forventet brannskadeomfang allerede er innenfor hva som anses som akseptabelt.

2 Metode

Metoden for utarbeidelsen av denne rapporten kan beskrives som følger:

- Oppstartsmøte med DiBK for etablering av oppgaveforståelse.
- Internt oppstartsmøte for å etablere plan for gjennomføringen.
- Gjennomgang av interne prosjekterfaringer i Multiconsult.
- Litteratursøk.
- Konsekvensutredning i henhold til utredningsinstruksen med veileder i utredningsarbeid og i samsvar med Finansdepartementets rundskriv R-109/14 bestående av;
 - o Samfunnsøkonomisk analyse.
 - o Risikoanalyse basert på analyse av funksjonskrav og en scenarioanalysene basert på hovedprinsippene for komparativ analyse etter NS 3901.
- Utarbeide forslag til endringer Byggteknisk forskrift med veiledning med sikte mot TEK17.
- Rapportskrivning og avslutning/evaluering.

3 Forskriftskrav

I dette kapittelet gjengir vi de mest relevante forskriftskravene knyttet til rømning fra boligblokker.

TEK § 11-11:

- 1) Byggverk skal prosjekteres og utføres for rask og sikker rømning og redning. Det skal tas hensyn til personer med funksjonsnedsettelse.
- 2) Den tiden som er tilgjengelig for rømning, skal være større enn den tiden som er nødvendig for rømning fra byggverket. Det skal legges inn en tilfredsstillende sikkerhetsmargin.
- 3) Brannceller skal ha slik form og innredning at varsling, rømning og redning kan skje på en rask og effektiv måte.
- 4) Fluktvei fra oppholdssted til utgang fra branncelle skal være oversiktlig og tilrettelagt for rask og effektiv rømning.
- 5) I den tid branncelle eller rømningsvei skal benyttes til rømning av personer, skal det ikke kunne forekomme temperaturer, røykgasskonsentrasjoner eller andre forhold som hindrer rømning.
- 6) Skilt, symbol og tekst som viser rømningsveier og sikkerhetsutstyr skal kunne leses og oppfattes under rømning når det er brann- eller røykutvikling.

TEK § 11-12:

I byggverk beregnet for virksomhet hvor rømning og redning kan ta lang tid, skal det brukes aktive tiltak som øker den tilgjengelige rømningstiden. Følgende skal minst være oppfylt:

- a. Byggverk, eller del av byggverk, i risikoklasse 4 hvor det kreves heis, skal ha automatisk brannsløkkeanlegg. Deler av et byggverk med og uten automatisk sløkkeanlegg skal være ulike brannseksjoner.
- b. (...)
- c. (...)
- d. Der det er krav om automatisk brannsløkkeanlegg kan det likevel benyttes andre tiltak som vil hindre, begrense eller kontrollere en brann lokalt der den oppstår.

TEK § 11-13:

- 1) Fra branncelle skal det minst være én utgang til sikkert sted, eller utganger til to uavhengige rømningsveier eller én utgang til rømningsvei som har to alternative rømningsretninger som fører videre til uavhengige rømningsveier eller sikre steder.
- 2) Brannceller i byggverk i risikoklasse 4 med inntil 8 etasjer kan ha utgang til ett trapperom utført som rømningsvei. For boenheter forutsettes at minst ett vindu eller balkong er tilgjengelig for rednings- og sløkkeinnsats, jf. § 11-17.

TEK § 11-14:

- 1) Rømningsvei skal på oversiktlig og lettfattelig måte føre til sikkert sted. Den skal ha tilstrekkelig bredde og høyde og være utført som egen branncelle tilrettelagt for rask og effektiv rømning.
- 2) Der rømningsvei går over flere etasjer, skal trapp skilles fra den øvrige rømningsvei og andre brannceller, slik at trappens funksjon som sikker rømningsvei ivaretas i den fastlagte tilgjengelige rømningstid.

- 3) Rømningsvei som inneholder to rømningsretninger, skal deles opp i hensiktsmessige enheter slik at røyk og branngasser ikke blokkerer begge rømningsretningene.
- 4) (...)
- 5) Dør i rømningsvei skal prosjekteres og utføres slik at den sikrer rask rømning og slik at det ikke oppstår fare for oppstuvning. Følgende skal minst være oppfylt:
 - a. Dør skal ha tilstrekkelig bredde og høyde, og den skal være lett å åpne uten bruk av nøkkel.
 - b. Dør skal slå ut i rømningsretning.
- 6) Heis og rulletrapp kan ikke være del av fluktvei eller rømningsvei. Slike innretninger skal stoppe på en sikker måte ved brannalarm. Rullende fortau som er særlig tilrettelagt for sikker bruk kan være del av fluktvei eller rømningsvei.

TEK § 11-17:

- 1) Byggverk skal plasseres og utformes slik at rednings- og slokkemannskap, med nødvendig utstyr, har brukbar tilgjengelighet til og i byggverket for rednings- og slokkeinnsats.
- 2) Byggverk skal tilrettelegges slik at en brann lett kan lokaliseres og bekjempes.

4 Relevante funn fra tidligere studier

Figuren nedenfor er hentet fra Bjelland (2009). Figuren er en rangering av 40 branntekniske løsningsmodeller for boligblokker, rangert etter størrelsen forventet antall omkomne, fra lavest til høyest. Analysen ble utført med utgangspunkt i TEK97 og VTEK97 med særlig fokus på hvilken betydning av antall og utforming av rømningstrapper har å si for brannsikringsnivået sammenlignet med andre branntekniske tiltak. De preaksepterte løsningsmodellene i VTEK97 (ID-nummer 1D2, 1C1 og 2B1) er markert med grønn bakgrunn. Løsningsmodeller som ikke tilfredstilte teknisk forskrifts funksjonskrav i § 7-27 pkt. 3, men som likevel hadde lavere beregnet forventet antall omkomne enn beste preaksepterte løsningsmodell, er markert med rød bakgrunn (ID-nummer 4A4, 3B4, 1D4, 1B4, 4A2 og 3B2). Løsningsmodeller som ikke tilfredstilte teknisk forskrifts funksjonskrav i § 7-27 pkt. 3, men som har lavere beregnet forventet antall omkomne enn dårligste preaksepterte løsningsmodell, er markert med blå bakgrunn (ID-nummer 1B2, 4A3, 4A1, 3B3, 1D3, 1B3, 3B1, 1B1).

ID	Beskrivelse	Aktive tiltak	E[omkomne, leilighet]	E[omkomne, korridor]	E[omkomne, trapper]	E[omkomne, konsept]
1C4	To Tr1, med selvlukker	ABA+Sprinkler	3,46		0,10	3,56
1A4	To Tr1, uten selvlukker	ABA+Sprinkler	3,46		0,24	3,71
4A4	Ett branntrygt og røykfritt trapperom	ABA+Sprinkler	3,46	0,10	0,15	3,71
4B4	To branntrygge og røykfrie trapperom	ABA+Sprinkler	3,46	0,41	0,10	3,97
3A4	To Tr3	ABA+Sprinkler	3,46	0,41	0,26	4,14
3B4	Ett Tr3	ABA+Sprinkler	3,46	0,10	0,66	4,22
1D4	Ett Tr1, med selvlukker	ABA+Sprinkler	3,46		1,07	4,53
2B4	To Tr2 med røykskille i korridor	ABA+Sprinkler	3,46	0,26	1,28	5,00
1B4	Ett Tr1, uten selvlukker	ABA+Sprinkler	3,46		1,65	5,11
2A4	To Tr2 uten røykskille i korridor	ABA+Sprinkler	3,46	0,41	1,24	5,11
1C2	To Tr1, med selvlukker	RV+Sprinkler	5,60		0,25	5,86
1A2	To Tr1, uten selvlukker	RV+Sprinkler	5,60		0,60	6,20
4A2	Ett branntrygt og røykfritt trapperom	RV+Sprinkler	5,60	0,25	0,36	6,22
4B2	To branntrygge og røykfrie trapperom	RV+Sprinkler	5,60	1,01	0,24	6,85
3A2	To Tr3	RV+Sprinkler	5,60	1,01	0,65	7,26
3B2	Ett Tr3	RV+Sprinkler	5,60	0,25	1,62	7,47
1D2	Ett Tr1, med selvlukker	RV+Sprinkler	5,60		2,63	8,23
2B2	To Tr2 med røykskille i korridor	RV+Sprinkler	5,60	0,61	3,01	9,22
1B2	Ett Tr1, uten selvlukker	RV+Sprinkler	5,60		4,04	9,65
2A2	To Tr2 uten røykskille i korridor	RV+Sprinkler	5,60	1,01	3,04	9,65
1C3	To Tr1, med selvlukker	ABA	11,85		0,82	12,67
1A3	To Tr1, uten selvlukker	ABA	11,85		1,93	13,78
4A3	Ett branntrygt og røykfritt trapperom	ABA	11,85	0,82	1,16	13,83
1C1	To Tr1, med selvlukker	RV	12,77		1,74	14,51
4B3	To branntrygge og røykfrie trapperom	ABA	11,85	3,26	0,77	15,88
1A1	To Tr1, uten selvlukker	RV	12,77		4,13	16,89
4A1	Ett branntrygt og røykfritt trapperom	RV	12,77	1,74	2,48	16,98
3A3	To Tr3	ABA	11,85	3,26	2,09	17,20
3B3	Ett Tr3	ABA	11,85	0,82	5,22	17,88
1D3	Ett Tr1, med selvlukker	ABA	11,85		8,48	20,33
4B1	To branntrygge og røykfrie trapperom	RV	12,77	6,96	1,65	21,38
2B3	To Tr2 med røykskille i korridor	ABA	11,85	1,98	9,76	23,59
3A1	To Tr3	RV	12,77	6,96	4,46	24,18
1B3	Ett Tr1, uten selvlukker	ABA	11,85		13,04	24,89
2A3	To Tr2 uten røykskille i korridor	ABA	11,85	3,26	9,80	24,91
3B1	Ett Tr3	RV	12,77	1,74	11,14	25,65
1D1	Ett Tr1, med selvlukker	RV	12,77		18,10	30,87
2B1	To Tr2 med røykskille i korridor	RV	12,77	4,23	20,88	37,88
1B1	Ett Tr1, uten selvlukker	RV	12,77		27,85	40,61
2A1	To Tr2 uten røykskille i korridor	RV	12,77	6,96	20,92	40,65

Figur 2: Rangering av boligblokkkonsepter etter risikonivå (Bjelland, 2009).

Det er utført en rekke studier (se f.eks.: Bjelland, 2009; D. Butry, 2009; D. T. Butry, 2012; Drangsholt & Rossebø, 2006; Hall jr., 2010; Løken, 2009; Melinek, 1993; B.A. Mostue, 2000; B.A. Mostue & Opstad, 2002; Bodil Aamnes Mostue & Stensaas, 2002; B.A. Mostue, Stensaas, & Wighus, 2003; Nystedt, 2001, 2003; Nystedt, 2011) som omhandler effekt og/eller pålitelighet av slokkeanlegg. Studiene konkluderer i stor grad med at automatisk slokkeanlegg gir en vesentlig reduksjon i brannrisiko i bygninger, herunder boliger. De fleste personer som omkommer i boliger, omkommer i startbrannleiligheten. Automatiske slokkeanlegg har en særlig gunstig effekt i startbrannrommet, ved at det begrenser varmeutvikling og dermed også produksjonen av giftige gasser og høye temperaturer. Dette har igjen

en positiv effekt knyttet til storulykkerisiko, ved at brannen sjelden spres ut av startbranncellen. Ifølge Hall (2010:39) var dødsraten for boligbranner 83 % lavere i bygninger med sprinkleranlegg, sammenlignet med bygninger uten sprinkleranlegg. Videre rapporteres det om at det ikke finnes erfaringer med at mer enn tre personer er omkommet i samme brann i en fullsprinklet bygning der sprinkleranlegget fungerte slik det skulle. I de tilfellene der sprinkleranlegget ikke fungerte slik det skulle, og flere enn tre omkom, skyldtes oftest dette at sprinkleranlegget var skadet etter en eksplosjon eller flash-brann. Statistikken fra NFPA viser at sprinkleranlegg er et effektivt virkemiddel for å redusere brannrisiko, men samtidig at anlegget har sine svakheter, eksempelvis:

- Små branner, som ikke utløser sprinkleranlegget, kan være dødelige.
- Systemet kan være avslått når det trengs.
- Anlegget er feilprosjektert/feil type, og ikke tilpasset bygningen/virksomheten.
- Manglende vedlikehold.
- For lite vann.

5 Analyse

5.1 Rammebetingelser

Regelverket som legges til grunn for denne analysen er:

- Forskrift om tekniske krav til byggverk av 2010, TEK10 (KRD & MD, 2010)
- Veiledning til TEK10, av 2015, VTEK (DiBK, 2015)
- NS 3901:2012 Risikovurderinger av brann i byggverk (SN, 2012)

Risikovurderingen er gjennomført i november/desember 2015.

5.2 Planlegging

5.2.1 Mandat

Mandatet for risikovurderingen er angitt i avropsbestilling fra DiBK, jf. kap. 1.1.

5.2.2 Organisering

Leder og utførende for den brannfaglige analysen er Henrik Bjelland. Lars Erik Sorthe står for brannfaglig kvalitetssikring og Nils Erik Forsén er faglig leder i oppdraget.

5.2.3 Problem- og målformulering

Problemstillingen er beskrevet i kap. 1.1, hvor *konsekvensutredningen* som helhet skal vurdere om en boligblokk med to trapperom og 8 etasjer uten automatisk slokkeanlegg har et akseptabelt sikkerhetsnivå for personer, samfunn og materielle verdier.

Oppgaven begrenses av oss til å omhandle sikkerhet for personer, og mer presist personer med funksjonsnedsettelse. Begrunnelsen for dette er at krav om automatisk slokkeanlegg ble innført i TEK10 som følge av mangel på andre måter å ivareta krav om Universell Utforming av boliger. Automatisk slokkeanlegg ble dermed introdusert som et tiltak for å kompensere for en høyere risiko spesifikt knyttet til brukere med funksjonsnedsettelse. Brannsikkerheten for personer uten funksjonsnedsettelse, samfunn og materielle verdier var i utgangspunktet vurdert som akseptabel uten automatisk slokkeanlegg. Dette legger vi også til grunn her. Dersom vi kan identifisere tiltak som gir akseptabel brannsikkerhet for personer med funksjonsnedsettelse i en boligblokk på 8 etasjer med to trapper og uten automatisk slokkeanlegg, anser vi også brannsikkerheten som akseptabel for samfunn og materielle verdier.

Funn fra tidligere analyser som har sett på effekten av automatiske slokkeanlegg knyttet til personrisiko ved brann i boligbygninger, bidrar til at vi ikke mener det er hensiktsmessig å gjøre en komparativ analyse (jf. NS 3901 kap. 7) med en fullsprinklet bygning i denne utredningen. Denne sammenligningen vil analysebyggverket komme dårlig ut av, da det mangler automatiske tiltak for å håndtere den største risikofaktoren: branneksplosjon i egen leilighet. På den annen side, oppfatter vi at det er vår oppgave å vise at et byggverk uten automatisk slokkeanlegg kan være like sikkert som et byggverk med automatisk slokkeanlegg. Spørsmålet er om et byggverk uten automatisk slokkeanlegg kan være sikkert nok.

I utgangspunktet vil en generell bolig uten automatisk slokkeanlegg kunne være sikkert nok. Denne konklusjonen kan vi dra, f.eks. basert på at boligblokk med inntil to etasjer ikke trenger automatisk slokkeanlegg. I disse byggverkene aksepterer vi/samfunnet at personrisikoen er høyere enn i

boligblokker med mer enn 2 etasjer. Regelverket før TEK10 tillot også at boligblokker høyere enn 2 etasjer ble bygget uten automatisk slokkeanlegg.

I denne analysen frigjør vi oss fra forskriftskravet om at boligblokker skal ha automatisk slokkeanlegg, og ser nærmere på hva som skal til av tiltak for å få en boligblokk *uten automatisk slokkeanlegg* tilstrekkelig sikker, også i et «universell utforming-perspektiv». Den mest egnede måten gjøre dette på er, etter vår vurdering, å utvikle et sett med tiltak basert på analyse og nedbrytning av funksjonskrav, som tar utgangspunkt i følgende målsetning: *Brannsikkerheten for personer med funksjonsnedsettelse er ivarettatt i bygningen.*

Målet med *risikoanalysen* er å utarbeide et beslutningsunderlag for DiBK som gjør det mulig å ta stilling til overnevnte problemstilling og grunnlag for å vurdere behovet for endringer i TEK/VTEK frem mot revisjon i 2017. Da problemstillingen i denne utredningen i stor grad handler om å utvikle et sett med tiltak, gjennom en kreativ og systematisk analyseprosess, har vi tillatt oss å fravike fra en tradisjonell NS 3901-analyseprosess. Vi mener at en analyse basert på funksjonskrav vil kunne gi tilfredsstillende svar på utredningens spørsmål, mens en komparativ analyse etter NS 3901 ville ført til store diskusjoner om hvilket referansebyggverk som skulle velges. Vi kunne, etter at vårt sett med tiltak var definert, gjennomført en risikoanalyse etter NS 3901 kap. 6, men dette vurderer vi som for omfattende basert på rammebetingelsene for denne utredningen. Vi vil likevel forsøke å illustrere brannsikkerhet og sårbarhet i analysebyggverket gjennom bruk av brannscenarioene som beskrives i NS 3901.

5.3 Valg av analysemetoder og beslutningskriterier

Vi har i denne utredningen valgt å fokusere mest på identifikasjon av, analyse og nedbrytning av funksjonskrav til boligblokker. Basert på dette har vi identifisert farer og tilhørende tiltak som vil kunne eliminere farene. Dersom alle tiltakene gjennomføres mener vi at byggverket vil oppfylle funksjonskravene. Begrunnelsen for en slik analyse er behovet for en systematisk, men samtidig kreativ, prosess for å komme frem til et analysebyggverk som vi mener vil kunne ha et tilfredsstillende sikkerhetsnivå for personer, samfunn og verdier.

I tillegg har vi gjennomført en forenklet komparativ analyse basert på prinsippene og brannscenarioene i NS 3901. Denne analysen er utført kvalitativt. Beslutningskriteriet er generelt at sikkerhetsnivået for personer, samfunn og materielle verdier skal være lik eller bedre for analysebyggverket enn for referansebyggverket. I dette tilfellet vil referansebyggverket kunne variere fra scenario til scenario. Hensikten er å få diskutert brannscenarioene og koble dette mot kjente sikkerhetsnivå, typisk preaksepterte løsningsmodeller i VTEK10 eller VTEK97.

5.4 Datagrunnlag

Datagrunnlaget for denne analysen er i stor grad Multiconsults erfaring med brannteknisk prosjektering, analyse og forskning. Vi vil forsøke å gjøre de faglige vurderingene så eksplisitte som mulig gjennom analyse og nedbrytning av funksjonskrav. Dermed vil det være mulig å spore hvordan våre forslag til tiltak knytter seg til et funksjonskrav for byggverket.

Det er ikke utført beregninger i forbindelse med denne utredningen, og det er derfor ikke benyttet et kvantitativt datagrunnlag.

5.5 Analyse og nedbrytning av funksjonskrav

Overordnet målsetning: **Brannsikkerheten for personer med funksjonsnedsettelse er ivaretatt.**

Funksjonskrav som må tilfredsstilles for å ivareta overordnet målsetning:

- Beboerne kjenner rømningsforhold i bygningen.
- Varsel om brann er tilpasset og gis til alle beboere.
- Informasjon om hendelsen forenkler beslutningsprosessen knyttet til valg av riktig reaksjon.
- Bygningen står i den tid som er nødvendig for å redde alle beboerne.
- Leiligheter er utført med branntekniske ytelser tilpasset beboernes behov.
- Rømningsveier er utført med branntekniske ytelser tilpasset beboernes behov.
- Bygningen er tilrettelagt for rednings- og slokkeinnsats.

Tabell 2: Analyse og nedbrytning av funksjonskrav og identifikasjon av farer og tiltak

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
Beboerne kjenner rømningsforhold i bygningen.	Beboerne er informert om rømningskonseptet i bygningen.	Manglende evakueringsplanlegging i design-/byggefase.	Krav om utarbeidelse av evakueringsplaner for denne typen byggverk.	
		Manglende dokumentasjon av evakueringsplaner.	Dokumentasjonskrav	
		Manglende overlevering av evakueringsplan til byggherre/utbygger.	Dokumentasjonskrav	
		Manglende overlevering av evakueringsplan fra byggherre/utbygger til leilighetseier/andelseier.	Krav om at boligeier skal ha evakueringsplan i denne typen byggverk (som krav om røykvarsler og slokkeutstyr i dag).	

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
		Manglende overlevering av evakueringsplan til nye eiere ved salg av leiligheten.	Krav om at boligeier skal ha evakueringsplan i denne typen byggverk (som krav om røykvarsler og slokkeutstyr i dag).	
	Beboerne forstår rømningskonseptet i bygningen.	Evakueringsplanene er ikke skrevet for «lekfolk».	Evakueringsplan tilpasses «uprofesjonell bruker»	Studier/forskning må gjennomføres for å avdekke hvilke kriterier en slik plan skal bygges opp rundt.
		Evakueringsplanene er skrevet på feil språk.	Evakueringsplan utarbeides på minimum norsk og engelsk. Bruker (som har krav om å eie evakueringsplan) må få ansvar for å oversette til annet språk om nødvendig.	
		Ingen har/tar ansvar for å verifisere at alle beboerne forstår evakueringsplanene.	Bygninger av denne typen registreres som særskilte brannobjekt. Tydeligere krav til driftsorganisasjon (ev. styret i sameiet) bl.a. med krav om egen brannvernleder med et visst kompetansenivå. Brannvernleder får ansvar for å informere/lære opp nye beboere.	Man kan se for seg at sameiet inngår en drift- og vedlikeholdsavtale med profesjonelt firma, hvor brannvernlederrollen er inkludert.
Varsel om brann er tilpasset og gis til alle beboere.	Varsling er tilpasset personer uten funksjons-nedsettelse	Beboer får ikke med seg at det gis varsel (sover, beruset, lukkede dører m.m.).	Alarmsignal designes for å oppfattes av flest mulig personer. Tilstrekkelig lydstyrke.	
		Svikt i varslingssystemet.	Krav til prosjektering og kontroll. Kontroll av utførelse og testing av som-bygget-anlegg. Sikker strømforsyning til anlegget. Bruk av kvalitetskomponenter.	

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
	Varsling er tilpasset personer med nedsatt hørsel.	Beboer med nedsatt hørsel får ikke med seg at det gis varsel (signal ikke tilpasset, sover, beruset, lukkede dører m.m.).	Visuell varsling: lyssignal, informasjonsdisplay i leilighet. Vibrasjonsvarsling: Varsling til utsatte personers mobiltelefon/smartklokke: vibrasjon og informasjon i display.	Det finnes system for å overføre brannalarm til mobiltelefonen til registrerte abonnenter.
		Svikt i varslingssystemet for personer med nedsatt hørsel.	Se tilsvarende ovenfor. Særskilt oppmerksomhet på lite utprøvd teknologi.	Det antas at ny teknologi for overføring av alarm til f.eks. mobiltelefon eller vibrerende enheter i leiligheten kan har utfordringer knyttet til pålitelighet.
	Varsling er tilpasset personer med nedsatt hørsel og syn.	Beboer med nedsatt hørsel og syn får ikke med seg at det gis varsel (signal ikke tilpasset, sover, beruset, lukkede dører m.m.).	Vibrasjonsvarsling: Varsling til utsatte personers mobiltelefon/smartklokke: vibrasjon og informasjon i display.	
		Svikt i varslingssystemet for personer med nedsatt hørsel og syn.	Se tilsvarende ovenfor. Særskilt oppmerksomhet på lite utprøvd teknologi.	Det antas at ny teknologi for overføring av alarm til f.eks. mobiltelefon eller vibrerende enheter i leiligheten kan har utfordringer knyttet til pålitelighet.
Informasjon om hendelsen forenkler beslutningsprosessen knyttet til valg av riktig reaksjon.	Varsel gir informasjon om brannens lokalisering.	Varsel angir feil lokasjon for brannen.	Riktig prosjektering og kontroll. Kontroll av utførelse. Tilstrekkelig testing av som-bygget-anlegg.	Evakueringsprosessen blir viktig i denne typen bygninger. Personer må rømme dit det er tenkt, f.eks. til en annen brannseksjon. Det er derfor viktig at brannen lokaliseres, og at varsel gis til de som skal evakuere og slik at de forstår hvor de skal evakuere til.

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
		Varsel inneholder ikke informasjon om brannens lokalisering.	Etablere definerte soner for deteksjon og varsling. Installere system som gir mulighet for å gi mer informasjon enn vanlig klokkealarm, f.eks. informasjonsdisplay i hver leilighet.	Det kan være aktuelt å varsle alle beboerne i den brannseksjonen som brenner, mens beboerne i den andre seksjonen ikke får varsel. Dette vil være en form for informasjon om brannens lokalisering, gitt at beboerne er informert om dette.
	Informasjon om brannens lokalisering trigger forutbestemt handlingsmønster hos beboerne.	Beboerne er ikke informert om hvilket handlingsmønster som forventes gitt alarm.	Se punkt ovenfor vedr evakueringsplaner.	Brannvernleder må få et ansvar her. Rollen bør settes ut til profesjonelt drift- og vedlikeholdsselskap.
		Beboerne er informert, men har ikke forstått hvilket handlingsmønster som forventes gitt alarm.	Se punkt ovenfor vedr evakueringsplaner.	Brannvernleder må få et ansvar her. Rollen bør settes ut til profesjonelt drift- og vedlikeholdsselskap.
Bygningen står i den tid som er nødvendig for å redde alle beboerne.	Bygningens bærende konstruksjoner har tilstrekkelig bæreevne og stabilitet gjennom et fullstendig brannforløp.	Feil utført i prosjektering/dimensjonering av bærende konstruksjoner.	Bæresystem i samsvar med ytelser i BKL3. Brannseksjoneringsvegg utføres med separate bæresystem på begge sider av veggen. Byggverket på den ene siden av veggen skal kunne kollapse uten at dette river med seg seksjoneringsveggen.	All erfaring tilsier at brannmotstand i samsvar med preaksepterte ytelser i BKL3 er tilstrekkelig for at bygningen blir stående gjennom et fullstendig brannforløp.
		Manglende brannisolering av konstruksjoner med lav innebygget brannmotstand.	Bygningen oppføres i betongkonstruksjoner. Eller: Særskilt kontroll av utførelse ved bruk av stålkonstruksjoner.	

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
		Brannlasten i en reell brann er betraktelig større enn forventet i designprosessen (i praksis må dette være tilført brannbelastning fra beboerne eller en brannstifter).	Brannvernleder må få et ansvar her. Rollen bør settes ut til profesjonelt drift- og vedlikeholdsselskap.	I praksis vil det være vanskelig å begrense hva hver enkelt beboer lagrer i sin egen leilighet. Dersom slik lagring går utover dimensjoneringskriteriene for bygningen, bør beboer få informasjon om dette og mulighet til å endre på forholdet.
Leiligheter er utført med branntekniske ytelser tilpasset beboernes behov.	Innvendige overflater/kledninger tungt antenkelige og bidrar lite til brannspredning.	Feil prosjektering og utførelse: overflater og kledninger utføres med materialer med dårligere branntekniske egenskaper enn tiltenkt.	Ytelser som for RKL6, BKL3 til overflater og kledninger på vegger og himling i leiligheter.	I praksis brukes det mye gips og eksponert betong innvendig på vegger og i himlinger. Gulv er ofte parkett, så her bør det ikke stilles strengere krav enn Dfl-s1.
		Beboere tar ikke hensyn til opprinnelige krav ved oppussing/rehabilitering.	Brannvernleder må få et ansvar her. Rollen bør settes ut til profesjonelt drift- og vedlikeholdsselskap. Større rehabilitering må være «søknadspliktig» til sameiet/driftsselskapet slik at løsninger kan kvalitetssikres. FDV-dokumentasjon tilpasset «lekmann» skal finnes tilgjengelig hos leilighetseier.	
	Innervegger og etasjeskillere er utført med tilstrekkelig brannmotstand.	Røyk/branngasser trenger gjennom vegger/etasjeskillere før leiligheten er evakuert (utettheter i konstruksjon/tilslutninger, manglende brannetting av gjennomføringer m.m.).	Ei 60 [A60] brannskiller mellom leiligheter og mot rømningsvei. Kontroll av utførelse: vekt på tilslutningsdetaljer, gjennomføringer og grensesnitt mellom moduler.	

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
		Innervegger/etasjeskiller kolliderer som følge av brann.	Innvendige brannskiller dimensjoneres for å ikke kollapse gjennom et fullstendig brannforløp.	Vanlige EI60 [A60]-skillevegger begrenser normalt brannspredning. Etasjeskillere med brannmotstand REI90 [A90] vil normalt motstå et fullstendig brannforløp.
	Yttervegg er utført slik at den begrenser brannspredning.	Brannspredning vertikalt og horisontalt fra vindu til vindu i yttervegg.	Kjølesoner mellom vinduer. Flammeskjermer/ balkonger mellom vinduer. Brannmotstand på yttervegg.	Brannmotstand på yttervegg er særlig relevant i forbindelse med seksjoneringsvegg, f.eks. 2,5 m til hver side for veggen.
		Brannspredning fra leilighet til leilighet via brennbare fasadematerialer.	Ubrennbar fasade.	
		Brannspredning fra leilighet til leilighet via hulrom i ytterveggkonstruksjonen.	Ubrennbare materialer i hulrom i yttervegg.	
		Brannspredning fra balkong til balkong eller balkong til vindu, vertikalt og horisontalt.	Balkonger utføres åpne. Brannmotstand på yttervegg. Balkonger er ikke tillatt plassert nærmere brannseksjoneringsvegg enn 2,5 m.	Brannmotstand på yttervegg er særlig relevant i forbindelse med seksjoneringsvegg, f.eks. 2,5 m til hver side for veggen.
Rømningsveier som leder til det fri ivaretar beboernes sikkerhet.	Rømningsveiene har en luftkvalitet som ikke fører til røykskader på beboerne.	Utette branncellebegrensende konstruksjoner mellom leiligheter og rømningsvei (tilslutninger, gjennomføringer, dører).	Dører til og i rømningsvei utføres med selvlukker/dørpumpe. Riktig prosjektering av branntetting av gjennomføringer. Kontroll av brannteknisk utførelse.	

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
		Rømningsvei har ikke system for å luften ut røyk som trenger inn.	<p>Mekanisk avtrekk i korridor.</p> <p>Rømningsvei/korridor utføres åpen mot det fri (svalgang).</p> <p>Trykksetting av trapperom.</p>	<p>Lite sannsynlig at mekanisk avtrekk i korridor vil gjøre en stor forskjell dersom røyk først trenger ut i korridoren gjennom en åpen dør.</p> <p>Svalgangsløsning (med brannmotstand i fasade) fremstår som en god løsning. Sammenlignbart med «røykfritt og branntrygt trapperom» i tidligere byggeforskrifter.</p>
	Rømningsveiene er tilgjengelige for alle beboerne.	Dører til og i rømningsvei lar seg ikke åpne i en brannsituasjon.	<p>Dører skal kunne åpnes med begrenset åpningskraft i både normal- og brannsituasjon.</p> <p>Dørautomatikk med sikker strømforsyning dersom åpningskraft blir for stor.</p>	

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
		Heis kan normalt ikke benyttes til evakuering.	<p>Bygningen deles i to brannseksjoner med en heis i hver brannseksjon. Heisen i brannseksjonen som ikke er berørt av brann kan brukes som normalt.</p> <p>Heis plasseres i lukket trapperom eller egen branncelle m/heislobby i hver etasje.</p> <p>Ved deteksjon av røyk i trapperom eller heislobby kjøres heisen til utgangsplanet og dørene åpnes.</p> <p>Beboere informeres som muligheten for å evakuere via heis.</p> <p>Varslingssystem- og ledesystem som guider beboere til riktig rømningsvei avhengig av hvor det brenner.</p> <p>Beboere med spesielt behov for å bruke heis under evakuering får utlevert nøkkel for å kunne tilkalle heis i en brannsituasjon (for å sikre tilstrekkelig kapasitet for de som faktisk trenger det).</p>	
	Rømningsveiene har tilstrekkelig kapasitet.	Rømningsveiene er for smale.	Bredde på rømningsvei dimensjoneres etter krav om Universell Utforming.	Det er normalt ikke et problem at rømningsveier har manglende kapasitet i boligblokker.
Evakueringsrom i bygningen ivaretar beboernes sikkerhet under brannforløpet.	Evakueringsrom har en luftkvalitet som ikke fører til røykskader på beboerne.	Manglende barriere mellom brannrom og evakueringsrom.	Det skal være minst to fysiske barrierer (brannskiller) mellom brannrom (leiligheter) og evakueringsrom.	

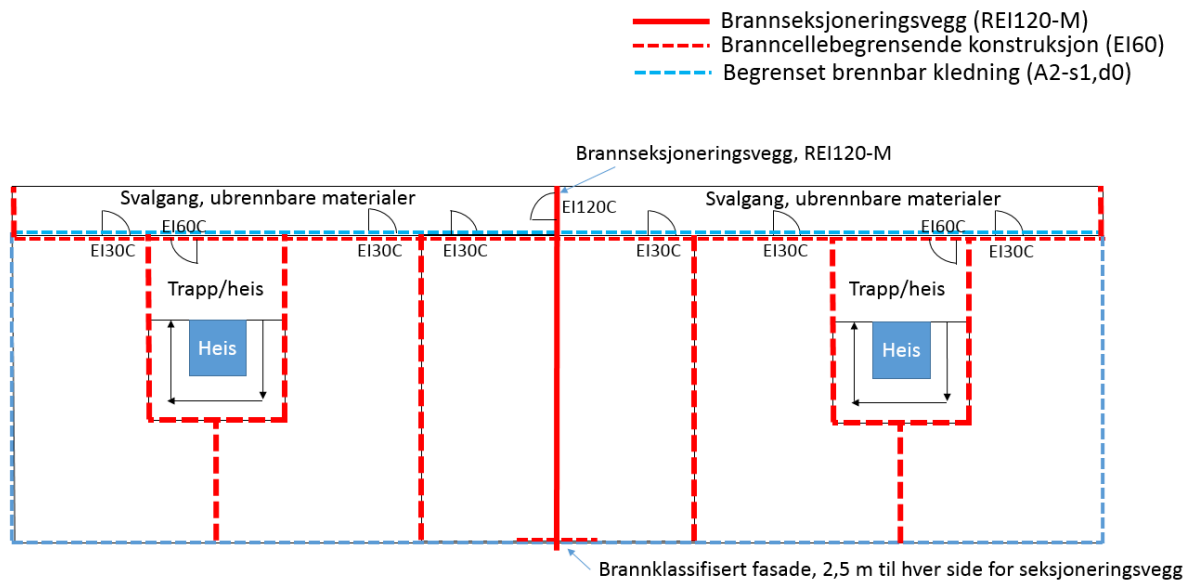
Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
		Utette branncellebegrensende konstruksjoner mellom mellomliggende rom og evakueringsrom (tilslutninger, gjennomføringer, dører).	Dører til og i rømningsvei utføres med selvlukker/dørpumpe. Riktig prosjektering av branntetting av gjennomføringer. Kontroll av brannteknisk utførelse.	
		Evakueringsrom har ikke system for å luften ut røyk som trenger inn.	Trykksetting av evakueringsrom (reduere sannsynligheten for røykintrengning). Åpningsbare vinduer til det fri i evakueringsrom (mulighet for å luften).	
	Evakueringsrom er tilgjengelige for alle beboerne.	Dører til evakueringsrom lar seg ikke åpne i en brannsituasjon.	Dører skal kunne åpnes med begrenset åpningskraft i både normal- og brannsituasjon. Dørautomatikk med sikker strømforsyning dersom åpningskraft blir for stor.	
		Evakueringsrom har terskel eller nivåforskjell som reduserer tilgjengeligheten for rullestolbrukere.	Evakueringsrom skal være på samme nivå som resten av etasjen. Dører til evakueringsrom utføres uten terskel, eller med lav terskel.	

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
	Evakueringsrom har tilstrekkelig kapasitet.	Evakueringsrommet er fullt i en brannsituasjon.	Evakueringsrom plasseres i forbindelse med trapperom i hver etasje. Størrelse på evakueringsrom dimensjoneres med utgangspunkt i robuste forutsetninger om antall potensielle brukere. Beboerne informeres som evakueringsplanen for bygningen. Beboere som kan bruke trappen, bruker trappen, og tar ikke opp plass i evakueringsrom eller heis.	Evakueringsrom i kombinasjon med heis (lobby) kan være mindre arealkrevende. I praksis betyr dette at heisen er den viktigste rømningsveien for personer med nedsatt funksjonsevne, men heislobbyen må kunne være midlertidig ventested for personer som venter på heisen.
	Personer i evakueringsrom identifiseres og redde.	Manglende kommunikasjon mellom personer i evakueringsrom og brannvesenet.	Utstyr for toveiskommunikasjon i evakueringsrom og ved hovedinngang/angrepsvei. Innsatsplaner ved angrepsvei som viser plassering av evakueringsrom i hver etasje.	Det forutsettes at brannvesenet raskt vil kunne gjennomføre evakueringsrommene i hver etasje i en 8 etasjer høy bygning dersom de vet at disse finnes og hvilken funksjon de har.
Bygningen er tilrettelagt for rednings- og slokkeinnsats	Det er god tilgang på vann rundt bygningen	Mangelfull kommunal vannforsyning frem til tomtegrense.	Må håndteres i reguleringsplanarbeidet. Kompenserende tiltak ved mangelfull vannforsyning, f.eks. vanntank.	Boligblokker med høyde på 8 etasjer vil kanskje først og fremst bygges i bynære strøk, hvor vannforsyningen ofte er godt utbygget.
		Utilstrekkelig antall, fordeling og kapasitet på slokkevannsuttak rundt bygningen.	Preaksepterte ytelser følges. Avklaringer med lokalt brannvesen om plassering.	
	Det er god tilgang på vann til og i bygningen	Brannvesenet bruker lang tid på å få vann opp i etasjene.	Tørt stigerør med uttak i hver etasje.	Storbritannia, gjennom BS 9991, bruker slokkevannsuttak som tiltak i svalgangsbygninger (krav til maksimal avstand fra slokkevannsuttak).

Funksjonskrav (nivå 1)	Funksjonskrav (nivå 2)	Farer som hindrer oppnåelse av funksjonskrav	Tiltak	Kommentarer
	Bygningen er oversiktlig for redningsinnsats	Trange, mørke og kronglete rom som må gjennomføres	Innsatsveien for brannvesenet gjøres mest mulig åpen mot det fri frem til leilighet.	Dette taler også for en svalgangsløsning med brannmotstand på fasade mot svalgangen. Her vil brannvesenet kunne operere trygt på svalgangen.

5.6 Beskrivelse av analysebyggverket

I motsetning til en vanlig analyseprosess etter NS 3901, definerer vi først nå analysebyggverket. Analysebyggverket er det byggverket som ivaretar alle de identifiserte funksjonskravene i foregående kapittel. En skisse av et slikt byggverk er vist i Figur 3.



Figur 3: Analysebyggverk som kan ivareta nødvendige funksjonskrav til rømning, også for personer med nedsatt funksjonsevne (universelt utformet mhp brannsikkerhet)

Det henvises til kapittel 5.5 for en fullstendig oversikt over tiltak, men her kommenteres de overordnede prinsippene:

- Byggverket defineres som RKL 4, dvs at følgende forutsetning legges til grunn: «Personer i byggverk kjenner rømningsforhold, herunder rømningsveier, og kan bringe seg selv i sikkerhet.» (TEK § 11-2). Bygningen skal likevel være universelt utformet, og dermed også tilgjengelig for personer med nedsatt funksjonsevne. Hva er så personer med funksjonsnedsettelse i denne sammenheng? Eksempler:
 - Personer i rullestol, som har problemer med å bruke vanlige trappeløp.
 - Personer med nedsatt førlighet, som kan bruke trapp, men bruker lengre tid.
 - Personer med nedsatt syn. Vil normalt ikke ha problemer med å bruke trapp, men evakuering kan ta noe lengre tid.
 - Personer med nedsatt hørsel. Vil normalt ikke ha problemer med å bruke trapp, men evakuering kan ta noe lengre tid hvis ikke varsel er tilrettelagt.
 - Barn
- Bygningen (i dette tilfellet åtte etasjer) plasseres i BKL 3.
- Byggverket dimensjoneres med bærende hovedsystem som kan motstå et fullstendig brannforløp. Normalt vil det være tilstrekkelig å legge til grunn preaksepterte ytelser for BKL3.
- Byggverket utføres med svalgangsløsning. Svalgangen er skilt fra leiligheter med branncellebegrensende konstruksjoner. Røyk som spres til svalgang fra leiligheter, f.eks.

gjennom en åpen dør, vil luftes ut i fri luft. Dette gir liten sannsynlighet for videre spredning til andre brannceller. Materialer på svalgang er ubrennbare. Oppholdsrom mot svalgang kan utføres med et høytsittende innadslående mindre luftevindu. Vinduet skal for øvrig være utført i samme brannmotstand som veggen.

- Dører fra leilighet til svalgang utføres selvlukkende. Brannmotstand på dørene kan være EI 30-CS_a, eventuelt EI 60-CS_a. Det må sannsynligvis etableres dørautomatikk på dørene for å ivareta krav om maksimal åpningskraft.
- Det etableres en brannseksjoneringsvegg som deler byggverket i to brannteknisk atskilte brannseksjoner. Dør i seksjoneringsveggen utføres selvlukkende, med brannmotstand EI 120-CS_a. Fasade på «balkongside» utføres i branncellebegrensende konstruksjoner minst 2,5 m til hver side for brannseksjoneringsveggen. Det er ikke tillatt å plassere balkong i dette området.
- Trappene utføres som lukkede brannceller i robuste konstruksjoner, typisk betongsjakter. Det plasseres en heis i hver trappesjakt. Trapperommet utføres med tilstrekkelig areal til at nødvendig antall personer som må bruke heis i forbindelse med evakuering har plass til å vente på heisen. Heisen i brannseksjonen hvor brann ikke er detektert kan kjøres som normalt. Dersom det detekteres røyk i heis-/trappesjakten kjøres heisen til utgangsplanet og dørene åpnes.
- Tekniske systemer på hver side av seksjoneringsveggen utføres med tilstrekkelig funksjonell uavhengighet. For eksempel må ikke en fellesfeil kunne slå ut begge heisene samtidig. Tilsvarende gjelder for eksempel for brannalarmanlegg.
- Byggverket har fulldekkende automatisk brannalarmanlegg (kategori 2) med direkte varsling til brannvesenet. Alarmanlegget utføres kompatibelt med løsninger for varsling av personer med nedsatt hørsel og/eller syn.
- Brannalarmorganisering: brann varsles i første omgang bare i den brannseksjonen hvor brannen er detektert. Evakueringsplaner inneholder predefinert instruks om handlemønstre i en slik situasjon.
- Organisatorisk brannsikkerhet: økt fokus på bruk av evakueringsplaner og formidling av disse til beboerne. Det må gjøres tiltak for å sikre at alle beboerne kjenner til evakueringsplanene. I praksis kan det stilles krav om at sameiet må inngå drift- og vedlikeholdskontrakt med profesjonelt selskap, som bl.a. ivaretar brannvernlederrollen.

5.7 Brannscenarier og konsekvensanalyse

5.7.1 Brann i leilighet

Personsikkerhet

Brann i leilighet er det scenarioet som bidrar til mest risiko med hensyn til omkomne personer. I dette byggverket vil en brann kunne utvikle seg fritt da det ikke er forutsatt automatisk slokkeanlegg. Dette er også vanlig i f.eks. eneboliger, eneboliger i rekke, rekkehus/tomannsboliger og blokker i inntil to etasjer. I disse boligene vil det normalt ikke installeres automatisk slokkeanlegg, men sikkerhetsnivået for personer i boligene vurderes likevel som akseptabelt. Dette bør kunne vurderes på tilsvarende måte for vårt analysebyggverk.

Analysebyggverket er forutsatt bygget med mer robusthet med hensyn til brannspredning mellom brannceller enn sammenlignbare preaksepterte løsningsmodeller. Det er f.eks. planlagt med branncellebegrensende fasade mot svalgang og seksjoneringsvegg av personsikkerhetshensyn. I tillegg er det forutsatt fulldekkende brannalarmanlegg, som også vil finnes i sammenlignbar preakseptert løsningsmodell. Personsikkerhet for naboer til startbrannrommet/-cellen skulle på denne måten være godt ivaretatt.

Verdisikkerhet

Verdisikkerhet i startbrannrommet er sammenlignbar med preakseptert løsningsmodell uten automatisk slokkeanlegg, f.eks. leilighet i blokk med mindre enn 3 etasjer. Det er mindre sannsynlighet for brannspredning til naboeligheter i dette byggverket enn en preakseptert boligbygning uten automatisk slokkeanlegg. Hensikten med innføring av krav om automatisk slokkeanlegg i TEK10 var ikke for å heve verdisikkerheten. Verdisikkerheten vil i analysebyggverket være noe høyere enn preakseptert løsningsmodell bygget etter VTEK97 uten automatisk slokkeanlegg.

Sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper

Her kan vi føre samme argumentasjon som ovenfor. Automatisk slokkeanlegg ble ikke innført i TEK10 for å heve sikkerheten for rednings- og slokkemannskaper. Likevel vil analysebyggverket gi enklere og tryggere rednings- og slokkeinnsatser for brannvesenet, da atkomsten vil være via utvendig svalgang som er skilt fra leilighetene med branncellebegrensende vegg.

5.7.2 Brann på svalgang

Personsikkerhet

En brann på svalgang i dette byggverket vurderes å være relativt lite sannsynlig. Svalgangen er forutsatt utført i ubrennbare materialer. Branntilløp i lamper eller andre elektriske installasjoner kan forekomme. Den største risikoen knyttet til dette scenarioet er kanskje en påsatt brann. Analysebyggverket vil gi betraktelig bedre sikkerhet for personer enn f.eks. en svalgangsbygning med to etasjer uten brannskille mellom svalgang og leiligheter. Analysebyggverket vil ha fulldekkende automatisk brannalarmanlegg, som gir rask varsel til brannvesenet.

Alarmstrategien for dette scenarioet må vurderes nøye. Det kan tenkes at det vil kunne være fornuftig å ikke varsle beboerne i dette scenarioet, men at varselet bare går direkte til brannvesenet. Beboerne vil være trygge i sine egne leiligheter, og det kan være større risiko forbundet med å evakuere bygningen enn å la være. Det kan være aktuelt å gi et spesielt utformet varsel for dette scenarioet, f.eks. i kombinasjon med en tekstmelding på display i leiligheten eller mobiltelefonene til beboerne om hva aktuelt scenario. Det forutsettes at beboerne er kjent med evakueringsplanene for bygningen, og kjenner alternative handlingsmåter ved ulike scenarioer.

Verdisikkerhet

Analysebyggverket bør være godt utformet for å ivareta verdisikkerhet. Det vil ikke være brennbare materialer på svalgangen, og direkte varsel til brannvesenet vil gi rask slokkeinnsats.

Sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper

Analysebyggverket bør være godt utformet for å ivareta sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper. Det vil ikke være brennbare materialer på svalgangen, og direkte varsel til brannvesenet vil gi rask slokkeinnsats.

5.7.3 Brann utvendig på balkongsiden

Personikkerhet

En utvendig brann på balkongsiden vil kunne spre seg inn i leiligheten innenfor og til etasjene ovenfor. Det er forutsatt at fasade utføres i ubrennbare materialer, så spredningsfaren vil være betraktelig redusert sammenlignet med et byggverk med trekledning. Byggverk med fulldekkende sprinkleranlegg trenger ofte ikke sprinklerdekning på balkonger. En brann på balkongsiden i et byggverk med automatisk slokkeanlegg og trekledning vil raskt kunne spre seg oppover langs fasaden, sammenlignet med analysebyggverket. I et slikt scenario er det ikke sikkert at det innvendige sprinkleranlegget klare å kontrollere brannen etter hensikten når brannen sprer seg inn i leiligheten. Personikkerheten ved brann på balkong vurderes derfor å være minst like god i analysebyggverket som preaksepterte løsningsmodeller, også de med automatiske slokkeanlegg.

Verdisikkerhet

Begrenset spredningsfare med ubrennbar fasade. Verdisikkerheten vurderes å være godt ivaretatt.

Sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper

Begrenset spredningsfare med ubrennbar fasade. Sikkerheten for rednings- og slokkemannskaper vurderes å være godt ivaretatt.

5.7.4 Brann i trapperom

Personikkerhet

Brann i trapperom vurderes generelt å være lite sannsynlig og en begrenset umiddelbar trussel for beboerne i blokken. Svalgangsløsningen med flere barrierer mellom trapp og leilighet, inkludert utlufting til det fri, gir svært liten sannsynlighet for brannspredning til leilighetene. Den største risikoen vil være forbundet med at bygningen evakueres gjennom det trapperommet som står i brann. Varslingsstrategi må utarbeides med bakgrunn i dette, der det må vurderes om beboerne skal få varsel ved dette scenarioet, og eventuelt hvilket varsel de skal få. Direktevarsel til brannvesenet vil være hovedtiltaket, som vil bidra til rask normalisering. Sikkerheten for personer vurderes å være minst like god i analysebyggverket som for en bygning med innvendig trapp og/eller korridor, og særlig byggverk med bare én innvendig trapp.

Verdisikkerhet

Scenarioet vil ikke være kritisk med hensyn til verdisikkerhet.

Sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper

Scenarioet vil ikke være kritisk med hensyn til sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper. Trapperommet vil bestå av ubrennbare materialer og et ubrennbart trappeløp. I praksis vil det være tilført/mobil brannenergi som kan brenne. Dette vil normalt gi et kortvarig brannforløp uten større skader på bærende konstruksjoner, f.eks. trappeløpet.

5.8 Usikkerhetsanalyse

Følgende faktorer bidrar, etter vår vurdering, mest til usikkerhet ved eventuell bygging av analysebyggverket:

- Fremtidige brukere: Vi har lenge visst at befolkningen vil bli eldre, og at kommunene i større grad satser på hjemmepleie foran institusjonspleie. I denne utredningen har vi forutsatt at brukerne av boligene passer beskrivelsen for RKL 4, dvs at de kjenner til rømningsveiene og er i stand til å bringe seg selv i sikkerhet. Dette forutsetter f.eks. ikke beboere med demens

eller annen sykdom som bidrar til kognitiv svikt og hvor det kan forventes urasjonelle handlinger i en brannsituasjon. Vi forutsetter også at personer som, praktisk talt, er permanent sengeliggende skal kunne bo i boligblokker i RKL 4. Samtidig finnes det hjelpemidler som kan settes inn i akkurat de leilighetene dette gjelder, og sett i lys av dette virker veldig lite fornuftig i et samfunnsøkonomisk perspektiv å dimensjonere alle boligblokker for personer med svært begrensede fysiske og kognitive egenskaper. Slike tiltak kan f.eks. være mobile vanntåkeanlegg som monteres i leiligheten til den som er pleietrengende. Det vil alltid være usikkerhet forbundet med å oppdage behovet for slike tiltak. Demens er f.eks. en sykdom som kan være svært vanskelig å oppdage på et tidlig stadium (NOU, 2012).

- Betydningen av evakueringsplaner og beboernes kjennskap til disse: For at brannsikkerheten skal ivaretas på best mulig måte i analysebyggverket, er det en forutsetning at beboerne kjenner evakueringsplanene, og vet hvordan de skal handle i ulike situasjoner. Dette forutsetter også muligheten for å varsle beboerne på ulike måter ved ulike scenarier. Det vil være usikkerhet forbundet med hvem som skal ha ansvaret for å følge opp at beboerne kjenner evakueringsplanene. Vi mener det vil kunne stilles krav om drift- og vedlikeholdsavtale med et profesjonelt firma, som ivaretar en brannvernlederrolle. Dette vil ikke være vesentlig forskjellig fra krav om vedlikeholdsavtale på et automatisk slokkeanlegg. Et alternativ til profesjonell driftsavtale kan være å pålegge et klarere ansvar i overlevering av FDV (TEK Kapittel 4), og tydeliggjøre ansvaret til eier (styret).
- Påliteligheten og effekten av passive barrierer (særlig dører) over tid: Analysebyggverket har mange passive barrierer/dører, som beboerne daglig må passere. Dette kan oppleves tungvint, særlig hvis dørene må åpnes hver gang og om dørene er tunge. Over tid kan vi kanskje forvente at selvlukkere kobles av og barrieren settes ut av spill. Vi mener denne usikkerheten kan reduseres ved å etablere funksjonelle løsninger med f.eks. dører på magnetholdere (særlig dører i brannseksjoneringsskillet) og dørautomatikk/åpning. Drift- og vedlikeholdsavtale med profesjonelt firma vil også redusere sannsynligheten for at feil på barrierene ikke oppdages og utbedres.
- Åpningsbare vinduer mot svalgang: Det vil normalt være ønskelig med åpningsbare vinduer i oppholdsrom mot svalgang, og dette er også et krav i TEK10. Vi mener det kan være akseptabelt å tillate et mindre åpningsbart vindusfelt i et brannklassifisert vindu, så lenge åpningen plasseres på høyde minst 1,8 m over svalgangen og glasset i vinduet er brannklassifisert. Dersom vinduet er lukket ved brann i leilighet, vil det ikke være fare for brannspredning, men dersom vinduet står åpent vil det være en mindre åpning mellom leiligheten og svalgangen. Usikkerheten ved dette scenarioet er redusert ved at det forutsettes bare ubrennbare materialer på svalgangen.
- Bruk av heis til evakuering: Heis er normalt ikke en del av rømningsveien og vi er oppdratt til å ikke bruke heis til evakuering. På den annen side er vi ikke spesielt bekymret for å anbefale å bruke heis til evakuering slik dette er foreslått i analysebyggverket. Heisen vil være beskyttet bak flere passive barrierer. I praksis kan vi sammenligne dette med at heisen i nabobygningen din ikke stanser når brannalarmen går i din bygningen. Så her finnes det en usikkerhet knyttet til å oppdra beboerne til et gitt handlingsmønster, mens vi mener det er liten usikkerhet forbundet med den tekniske løsningen. Dette forutsetter for øvrig et robust heiskonsept, f.eks. knyttet til brannsikker og uavhengig strømforsyning, tette brannskiller og deteksjon av røyk i heissjakt. Bruk av heis til rømning krever for øvrig forskriftsendring.

5.9 Sensitivitetsanalyse

Sensitivitetsanalyser er ikke spesielt relevant i dette tilfellet da det ikke er gjort kvantitative beregninger.

5.10 Beskrivelse av risiko

5.10.1 Personssikkerheten

Personssikkerheten i analysebyggverket vurderes å være ivaretatt basert på de funksjonskravene vi mener må ivaretas i et byggverk tilrettelagt for personer med nedsatt funksjonsevne. Dette har vi vist gjennom analysen av funksjonskravene i kapittel 5.5. Scenarioanalyser og komparative vurderinger tilsier også at sikkerhet for personer er på samme nivå som for normale boliger uten automatisk slokkeanlegg, f.eks. småhus og blokker på to etasjer.

5.10.2 Verdisikkerhet

Innføring av krav om automatisk slokkeanlegg i TEK10 hadde ikke til hensikt å heve nivået på verdisikring i norske boligblokker. Dersom vi sammenligner med preaksepterte løsningsmodeller bygget etter VTEK97, uten automatisk slokkeanlegg, vil verdisikkerheten i analysebyggverket være på et høyere nivå.

5.10.3 Sikkerheten for brannvesenets personell

Innføring av krav om automatisk slokkeanlegg i TEK10 hadde ikke til hensikt å heve nivået på sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper. Dersom vi sammenligner med preaksepterte løsningsmodeller bygget etter VTEK97, uten automatisk slokkeanlegg, vil sikkerheten for rednings- og slokkemannskaper i analysebyggverket være på et høyere nivå.

5.10.4 Samlet vurdering av risiko

Vår vurdering er at risikonivået for analysebyggverket er akseptabelt for personer, samfunn og verdier. Dette begrunner vi først og fremst med at byggverket ivaretar alle de funksjonskravene vi har klart å identifisere som relevante for boligbyggverk for personer med nedsatt funksjonsevne. Sikkerheten i analysebyggverket vil generelt være på et høyere nivå enn preaksepterte løsningsmodeller bygget etter VTEK97, og sikkerheten i brannleiligheten vil være minst på nivå med sikkerheten i normale boliger som småhus og blokker på to etasjer.

6 Samfunnsøkonomisk analyse

Den samfunnsøkonomiske vurderingen gir innspill til nytter og kostnader av endringene knyttet til sløkkeanlegg i boligblokk på 8 etasjer med to trapperom i TEK10.

Større deler av innholdet er allerede beskrevet i rapporten. Problembeskrivelsen er formulert i kapittel 1. Kapittel 2.1-2.7 identifiserer og beskriver tiltaket. Kapittel 2.8 beskriver konsekvenser av tiltaket, sammenlignet med referansebygget. Dette analyseres for ulike brannscenarier der personsikkerhet, verdisikkerhet, og sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper vurderes per scenario.

Vi mener disse analysene er tilstrekkelige for å dekke de viktigste samfunnsøkonomiske effektene av tiltaket. Dette skyldes at tiltaket ikke gjøres noe av betydning for andre elementer som bokvalitet, arealtilgjengelighet eller andre elementer som vil ha betydning ved innføring av tiltaket. Dette skyldes at effektene av tiltaket først og fremst vil ha konsekvenser for brannrisiko. Analysen i kapittel 5 belyser konsekvensene for brannrisiko og poengterer at analysebygget gir akseptabel brannrisiko. Kostandene ved tiltaket er i denne sammenheng de eneste effektene for samfunnet som trenger ytterligere belysning.

Kostnadsanslagene baserer seg på tredjeparts vurdering. Våre informanter representerer et ledende norsk boligbyggerselskap og har omfattende erfaring fra bransjen.

Tabell 3 representerer kostnadene som i hovedsak vil skille de to alternativene. Vi har tatt utgangspunkt i et bygg på 8 etasjer, med 12 leiligheter i hver etasje fordelt på 1000 kvm (60m x 16m) grunnflate.

Tabell 3: Viktigste kostnader for to alternativer: sløkkeanlegg (1) versus løsning med brannseksjoneringsvegg (2). Vi har ikke tatt med drift- og vedlikeholdskostnader, da investeringskostnadene vil være tilstrekkelig for å gjøre en samfunnsøkonomisk sammenligning av analysebyggverket og et fullsprinklet byggverk.

	Alternativer	Kostnader pr m ²	Kommentarer/forutsetninger
1	Slokkeanlegg -Investeringskostnad	200-300 kr/m ²	Det antas at kostnaden for sløkkeanlegg normalt vil ligge i nedre del av dette spennet for nye boligblokker. Kostnaden for sprinkleranlegg vil avhenge av faktorer knyttet til etablering av anlegget, grad av bygningsmessig tilpasning og markedsmessige risikoforhold. Se vedlegg A for mer informasjon om kostnadsdrivere for sprinkleranlegg.
2	Brannseksjoneringsvegg (murvegg med tosidig puss): 50 000 kr/etasje.	50 kr/m ²	Vi regner ca. kr. 2000 kr/m ² for pusset murvegg. Forutsetter ca. 1000 kr/m ² for en lettvegg i gips.
	Brannjør i brannseksjoneringsvegg: 50 000 kr/etasje	50 kr/m ²	Komplett dør med brannmotstand EI120C med nødvendig automatikk.
	Brannklassifiserte dører mellom leiligheter og svalgang	0 kr	Vi regner med at prisdifferansen mellom en lydklassifisert dør er omtrent lik som for en lyd- og brannklassifisert dør.

	Alternativer	Kostnader pr m ²	Kommentarer/forutsetninger
	Brannklassifiserte vinduer mellom leiligheter og svalgang: 10 000 kr/vindu x 12 vindu pr etasje	120 kr/m ²	E160 fastkarm (1200x1200 mm fastkarm) i stedet for uklassifisert vindu med 38 dBA støydemper.
	Dørautomatikk til dører med selvlukkere: 20 000 – 30 000 kr/dør x 12 dører til leiligheter og 2 dører til trapperom	350 kr/m ²	Den største utfordringen her er ifølge leverandør funksjon og ikke kostnad. Må i praksis ha to systemer: ett for åpning/lukking av dør og ett for lås/sikkerhet.
	En ekstra heis. Investeringskostnad for hele bygget, 1 200 000 kr: 150 000 kr/etasje	150 kr/m ²	Grov budsjettpris på komplett heis i 8 etasjer.
	Ubrennbar fasade i stedet for brannimpregnert trekledning. Investeringskostnad for hele bygget, 730 000 kr: 91 250 kr/etasje	ca 90 kr/m ²	Forutsetninger: Byggverk med ca 1000 m ² grunnflate (16 m x 60 m), 3650 m ² fasade, og prisdifferanse på 200 kr/m ² for sementfiberplater i stedet for brannimpregnert trekledning.
	En ekstra trapp	Ikke kjent	En ekstra trapp har en investeringskostnad, samt en kostnad i form av tapt salgbart areal.
2	SUM Alternativ 2	810 kr/m²	Ekskl ekstra trapp

Kostnadsoverslagene i tabellen antyder at Alternativ 1 (automatisk slokkeanlegg) er rimeligere pr m² eller Alternativ 2.

Det er flere usikkerhetsmomenter i anslagene over. Disse er blant annet:

- Utforming av bygget. Dette er knyttet til blant annet arealutforming, høyde og størrelsen på bygget.
- Kostandene er anslag og er grove.

Tabellen over presenterer ikke en aggregert kostnad. Ønsker man å finne den aggregerte effekten må det gjøres ytterligere undersøkelser av volumet av relevante svalgangsbygg som årlig bygges, noe det ikke var rom for innenfor oppdraget. Fordelingseffekter

Fordelingseffekter søker å si noe om hvem som sitter igjen med nytte og kostnader av tiltaket.

Gjennomsnittlig kvadratmeterpris på bruktboliger og nyboliger har økt med henholdsvis 125 og 113 prosent siden 2000. I samme periode har byggekostnadene bare økt med 69 prosent.¹ Dette tilsier at det er mange andre mekanismer som driver boligpriser. Dette kan være forventninger om prisvekst, behovet for nye boliger, boligens attraktivitet og beliggenhet, lånebetingelser og priser på bruktbolig². Våre informanter bekrefter også at reduserte byggekostnader ikke nødvendigvis vil føre til økt boligbygging. I stor grad overføres derimot fortjenesten til tomteeier eller boligbygger. Her er det forskjeller på urbane og rurale strøk:

¹ Ssb.no

² Tidligere lå bruktboligprisen omtrent 20 % lavere enn nyboligpris, mens de i dag er tilnærmet like i urbane strøk. Det er mange årsaker til dette, da bruktboliger ofte har mer attraktive beliggenheter og funksjon enn mange nyboliger, som ikke reflekteres i statistikken. Likevel er det naturlig at prisene til delts følger hverandre.

- En rapport fra Konkurransetilsynet (2015)³ trekker fram knapphet på boligtomter i sentrale strøk som en av de viktigste forklaringene på lav boligbygging og høye boligpriser. Våre informanter mener lavere byggekostnader kan få noe effekt på boligbygging, men liten effekten på nyboligpris:
 - For tomter som uansett ville bli bygget ut, vil reduksjon i byggekostnad i stor grad tilfalle tomteeier. Dette skyldes at det er press på boligbygging i urbane områder, og at andre prismekanismer enn byggekostnader (som vi har vært inne på ovenfor) driver boligprisen i disse områdene.
 - Samtidig kan lavere byggekostnader være en katalysator for å få i gang utbygging på mindre attraktive tomter i urbane strøk. Våre informanter mener at en del tomteeiere har en for høy prisforventning på uattraktive tomter, som i dag gjør det vanskelig å få til lønnsomme prosjekter på disse tomtene. Dersom byggekostnadene reduseres kan derimot mer av gevinsten ved boligsalget tilfalle tomteeier, som kan gjøre at tomtene blir bygget ut.

I rurale strøk, med svært lave tomtepriser, mener våre informanter at lavere byggekostnad i stor grad vil tilfalle boligbygger. Noe av gevinsten vil også kunne tilfalle boligeier. Hvordan fordelingen vil bli er det vanskelig å spå. Samtidig er svalgangsbygg et lavprisalternativ for ungdom og nyetablerte, og effekten kan trolig tilfalle nyetablerte.

³ Konkurransetilsynet (2015): «Konkurranse i boligutviklermarkedet»

7 Konklusjon

Denne utredningen har sett på brannsikkerhet i boligblokker på inntil 8 etasjer. Vi er bedt om å utvikle et analysebyggverk som ikke har automatisk slokkeanlegg, men som likevel ivaretar sikkerheten for personer, samfunn og verdier ved brann.

For å svare på oppgaven har vi valgt en kreativ analyseform basert på utvikling, analyse og nedbrytning av funksjonskrav. Basert på funksjonskravene har vi identifisert farer og tilhørende tiltak som kan eliminere disse farene.

Den kreative analyse endte opp med en beskrivelse av et analysebyggverk som vi mener vil ivareta sikkerheten for personer, samfunn og verdier. For å utfordre dette har vi gjennomført en scenarioanalyse basert på hovedprinsippene i NS 3901, hvor vi har gjort komparative betraktninger opp mot referansebyggverk som beskrives i VTEK10 og VTEK97.

I den samfunnsøkonomiske analysen har vi først og fremst sett på byggekostnader. Dersom vi legger til grunn at et automatisk slokkeanlegg koster ca. 250 kr/m², vil et slikt anlegg koste ca. kr. 2,4 millioner for et byggverk på 1000 m² i åtte etasjer. Spørsmålet er så hvilke kostnader vi får ekstra på analysebyggverket, og vi kan spare noe sammenlignet med disse 2,4 millionene? De største ekstrakostnadene ved analysebyggverket vil være knyttet til en ekstra heis, en ekstra trapp, brannseksjoneringsvegg og branncellebegrensende fasade mot svalgang med branndører, brannvinduer og UPS og automatikk på dører. Basert på de kostnadene vi har fått oppgitt i arbeidet med denne utredningen vil summen bli betraktelig høyere enn 2,4 millioner kroner. Det må legges til at tallene vi har hentet inn inneholder stor usikkerhet, men sier noe om hvilken størrelsesorden kostnadene vil ligge på.

Hvis vi ikke sparer noe særlig på å bygge uten automatisk slokkeanlegg, er det da samfunnsøkonomisk å gjøre det? Her mener vi svaret er nei. En bygning med automatisk slokkeanlegg vil generelt ha en betraktelig lavere brannrisiko i brannleiligheten enn en bygning uten automatisk slokkeanlegg. Dersom vi tar hensyn til nytteverdien av slokkeanlegget gjennom reduserte kostnader knyttet til forventet sparte liv, vil regnestykket favorisere en løsning med automatisk slokkeanlegg når investerings- og driftskostnadene ellers er relativt like. Utredningen viser likevel at det i et brannsikkerhetsperspektiv bør kunne tillates å bygge boligblokker med inntil 8 etasjer med to trapperom, uten automatisk slokkeanlegg.

8 Referanser

- Bjelland, H. (2009). Brannsikkerhetskonsepter for boligblokker - Tiltak med betydning for risiko [Fire safety concepts for residential apartment buildings - Fire safety measures and risk]. Stavanger: M.Sc. thesis, University of Stavanger.
- Butry, D. (2009). Economic Performance of Residential Fire Sprinkler Systems. *Fire Technology*, 45(1), 117-143.
- Butry, D. T. (2012). Comparing the performance of residential fire sprinklers with other life-safety technologies. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 480-494. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2012.03.006>
- DiBK. (2015). Veiledning om tekniske krav til byggverk (VTEK) Retrieved 18.12.15, from <http://byggeregler.dibk.no/dxp/content/tekniskekrav/11/>
- Drangsholt, G., & Rossebø, B. E. (2006). Vanntåkeanlegg i omsorgsboliger [Water mist systems in nursing homes]. Trondheim: SINTEF NBL.
- Hall jr., J. R. (2010). U.S. Experience with sprinklers and other automatic fire extinguishing equipment (F. A. a. R. Division, Trans.) (pp. 113): National Fire Protection Association.
- KRD, & MD. (2010). *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift) (in Norwegian)*. Oslo: Kommunal- og regionaldepartementet (KRD) og Miljøverndepartementet (MD).
- Løken, E. L. (2009). Brannsikkerhet og høyhus - ett trapperom (M.Sc.-oppgave). Trondheim: NTNU.
- Melinek, S. J. (1993). Potential value of sprinklers in reducing fire casualties. *Fire Safety Journal*, 20(3), 275-287.
- Mostue, B. A. (2000). Evaluering av tiltak mot brann. Har røykvarslere, håndslukkingsapparater og sprinkleranlegg hatt effekt på brannsikkerheten i Norge? [Evaluation of measures against fire. Have domestic smoke detectors, fire extinguishers and automatic sprinkler systems had any effect on fire safety in Norway?]. Trondheim: SINTEF Bygg og Miljøteknikk.
- Mostue, B. A., & Opstad, K. (2002). Effekt av brannverntiltak – Vegger og sprinkler [Effect from fire safety measures - Walls and sprinklers]. Trondheim: SINTEF NBL.
- Mostue, B. A., & Stensaas, J. P. (2002). Effekt av boligsprinkler i omsorgsboliger [The effect of residential sprinklers in nursing homes]. Trondheim: SINTEF NBL.
- Mostue, B. A., Stensaas, J. P., & Wighus, R. (2003). Forventet effekt av faste, aktive slukkeanlegg - Boligsprinkler og vanntåke [Expected effect of permanent active extinguishing systems - Residential sprinklers and water mist] (Vol. Report A03105). Trondheim: SINTEF NBL.
- NOU. (2012). NOU 2012: 4 Trygg hjemme — Brannsikkerhet for utsatte grupper. Oslo: Avgitt til Justis- og beredskapsdepartementet 30. januar 2012.
- Nystedt, F. (2001). Bostadsbränder och sprinkler: en koppling till brandteknisk dimensionering. Lund: Lunds tekniska högskola.
- Nystedt, F. (2003). Deaths in Residential Fires. An Analysis of Appropriate Fire Safety Measures. Lund: Department of Fire Safety Engineering, Lund University.
- Nystedt, F. (2011). Verifying fire safety design in sprinklered buildings: Dept of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University, Sweden.
- SN. (2012). NS 3901:2012 Krav til risikovurdering av brann i byggverk. Lysaker: Standard Norge.

9 Vedlegg A: Faktorer som påvirker kostnader for boligsprinkler

Nedenfor gjengir vi innspill mottatt fra vår utførende-informant knyttet til kostnader for installasjon av boligsprinkleranlegg:

«Det er flere forhold som påvirker kostnadsspennet. Variasjonene kan i prinsippet tredeles:

1. *Kostnader for etablering av sprinkleranlegget med tilførsel osv.*
 - a. *Må vanntilførsel til bygningen forsterkes, dvs. er det kapasitet på ledningsnett for sprinkelvannet?*
 - b. *Hvor mange m2 dekker hvert sprinkelhode. Planløsning av leiligheter og fellesarealer, mulige føringsveier og nedforinger av himlinger påvirker hvordan sprinkleranlegget må prosjekteres. I tillegg vil ven prosjektørens valg gi utslag.*
 - c. *Må balkonger sprinkles.*
2. *Bygningsmessig tilpasning til og komplettering av sprinkleranlegget:*
 - a. *Hva er omfanget av nedforinger og innpassinger av sprinkleranlegget, aksepteres synlige rør?*
 - b. *Hvordan påvirker montasjen av sprinkleranlegget fremdrift og øvrig produksjon på byggeplassen?*
3. *Markedsmessige og risiko forhold:*
 - a. *Hvor presset er sprinkler-/rørleggerentreprisene på stedet? Hvor stort er påslaget/fortjenesten til utførende?*
 - b. *Hvilket risikoer for uforutsette ting under produksjonen må sprinkler-/rørleggerentreprenøren ta høyde for?*
 - c. *Hvilke endringer og tillegg fra sprinkler-/rørleggerentreprenøren og merkostnader på andre entrepriser inklusiv bygningsmessige arbeider må hovedentreprenøren eller byggherren ta høyde for å legge inn som en uforutsett?*

Punktene over er ikke uttømmende, men det vil være forskjeller fra prosjekt til prosjekt som vil gi forskjeller i pris. Når du spør ute i markedet vil også holdningen til om ulempene med å bygge et sprinkleranlegg er små eller store slå ut.»