
RAPPORT

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

OPPDRAGSGIVER

Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK)

EMNE

Utredning 1 – Preaksepterte ytelser til
svalganger

DATO / REVISJON: 11. februar 2016 / 01

DOKUMENTKODE: 128262-RIBr-RAP-001



ANALYSE &
STRATEGI

Multiconsult

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.

Forsidefoto: Selvaag Bolig

RAPPORT

OPPDRAG	Utredning av mulige endringer i veil. til TEK10 vedr. rømningsveier	DOKUMENTKODE	128262-RIBr-RAP-001
EMNE	Utredning 1 – Preaksepterte ytelser til svalganger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK)	OPPDRAGSLEDER	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 brannteknisk preaksepterte ytelser til svalgang, og omfatter både samfunnsøkonomisk analyse og brannfaglig risikoanalyse. Den samfunnsøkonomiske analysen er utarbeidet av Multiconsults heleide datterselskap Analyse & Strategi.

Analysen er gjennomført ved å definere et sett med case som illustrerer typiske problemstillinger for utbyggere, rådgivere og entreprenører. Vårt systemperspektiv har vært begrenset til «bygningen» og tilhørende tekniske tiltak, men vi har også tatt med oss elementet «brukeren», da vi vet at fremtidige brukere vil kunne ha større utfordringer knyttet til brannsikkerhet enn dagens brukere.

Basert på analysene anbefaler vi at DiBK utarbeider preaksepterte ytelser i VTEK for svalgangsbyggverk hvor det reduseres på ytelser knyttet til brannmotstand på fasade mot svalgang med ensidig rømningsretning, brannklassifisert vindu i brannklassifisert vegg, kledning og overflater, brann-/røykskille på svalgang for hver 30. meter og brannmotstand på bærende og brannskillende konstruksjoner for svalgang. Se kapittel 7 for beskrivelse av forutsetninger for anbefalingene.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
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

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Om oppdraget.....	5
1.2	Definisjoner/begreper benyttet i rapporten.....	5
1.3	Problembeskrivelse.....	6
1.4	Samfunnsøkonomisk problembeskrivelse	6
1.5	Metode	7
1.6	Metodisk tilnærming	8
2	Svalgangsbygningen – branntekniske styrker og svakheter	9
2.1	Svalgangens branntekniske funksjoner.....	9
2.2	En ekstra sårbarhet for omgivelsene?	10
3	Preaksepterte ytelser iht VTEK97 (2007-utgaven) og VTEK10	14
3.1	Bygninger med to etasjer i BKL1: sentrale branntekniske ytelser.....	14
3.2	Bygninger med tre og fire etasjer i BKL2.....	15
3.3	Sammenligning av preaksepterte ytelser til svalgang.....	16
3.4	Sentrale ytelser beskrevet i Byggforskseriens blad 526.301.....	18
4	Vurderte løsninger.....	20
5	Risikoaksept: referansebyggverk.....	21
6	Forutsetninger for analysen	22
6.1	+/- metoden.....	23
7	Analyse.....	24
7.1	Case 01: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – brannalarmanlegg kategori 1.....	24
7.1.1	Beskrivelse av byggverk	24
7.1.2	Komparativ analyse.....	25
7.2	Case 02: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – automatisk slokkeanlegg	26
7.2.1	Beskrivelse av byggverk	26
7.2.2	Komparativ analyse.....	27
7.3	Case 03: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – Åpningsbare vinduer.....	30
7.3.1	Beskrivelse av byggverk	30
7.3.2	Beregninger som grunnlag for komparativ analyse	31
7.3.3	Komparativ analyse.....	32
7.4	Case 04: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brennbar trekledning på fasade mot svalgang	35
7.4.1	Beskrivelse av byggverk	35
7.4.2	Komparativ analyse.....	36
7.4.3	Vurdering av alternativt analysebyggverk uten sprinklerdekning på svalgang (case 04B).....	37
7.4.4	Vurdering av alternativt analysebyggverk uten røykskille på svalgang > 30 m (case 04C).....	38
7.5	Case 05: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brannmotstand R(EI)30 på svalgang	40
7.5.1	Beskrivelse av byggverk	40
7.5.2	Komparativ analyse.....	41
8	Samfunnsøkonomiske vurderinger	44
8.1	Byggekostnader	47
8.1.1	Usikkerhet i anslagene for byggekostnader	49
8.2	Fordelingseffekter.....	49
9	Anbefalinger	50
9.1	Automatisk slokkeanlegg som brannteknisk tiltak i boliger.....	50
9.2	Analysenes begrensninger knyttet til høyde/etasjetall	51
9.3	Anbefalinger	51
10	Referanser	54
11	Vedlegg A: Innspill 1 fra Boligprodusentene	55
12	Vedlegg B: Innspill 2 fra Boligprodusentene	59
13	Vedlegg C: Faktorer som påvirker kostnader for boligsprinkler	60

1 Innledning

1.1 Om oppdraget

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 preaksepterte ytelser for svalganger. Avropsbestillingen fra DiBK for denne delutredningen DiBK lyder:

«Mulig reduksjon av de preaksepterte ytelser knyttet til svalgangsløsninger skal vurderes, jf. veil. Til TEK10 §11-14. Dette gjelder alle ytelsene som er angitt. En spesiell problemstilling gjelder vindu mot svalganger, der det er motsetning mellom branntekniske ytelser og krav om åpningsbart vindu. Hvordan kan dette løses i praksis? Jf. også utredning vedr. krav til vinduer og dører generelt (utføres av SINTEF Byggforsk, ferdig og tilgjengelig for leverandør 1. november). En annen problemstilling er om ytelser for branncellebegrensende konstruksjoner og kledninger/overflater kan reduseres uten signifikant betydning for brannsikkerheten, spesielt for mindre boligbygninger.

Som grunnlag for utredningen viser vi til «Evaluering av brannen i Prestmosvegen 15, Nannestad 28.09.2008» som er tilgjengelig på direktoratets nettsider, og rapport «Utførelse av svalgang som rømningsvei», NBL10 A03162 (2003), som fins på nettsidene til SP Fire Research.»

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

Dette prosjektet har hatt til hensikt å vurdere det tekniske brannsikkerhetsnivået til bygninger med svalgang, slik dette er beskrevet gjennom ytelser i veiledning til forskrift og tekniske krav til byggverk (VTEK). Utgangspunktet for prosjektet er konkrete innspill fra byggenæringen, om hvorvidt spesifiserte tekniske løsninger, som i dag betegnes som fravik fra VTEK, kan gi et tilfredsstillende teknisk sikkerhetsnivå. Dersom løsningene gir et tilfredsstillende sikkerhetsnivå er det ønskelig at de inngår som en del av de preaksepterte ytelsene som er beskrevet i VTEK.

Et annet forhold 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). 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, og mange vil derfor hevde at, selv om risikoen knyttet til brukerne vil stige noe, ble det generelle tekniske brannsikkerhetsnivået for norske boliger, der det er krav om automatisk slokkeanlegg, hevet betraktelig ved innføringen av TEK10. Problemstillingen her er derfor å vurdere om installasjon av automatisk slokkeanlegg (i praksis sprinkleranlegg/boligsprinkleranlegg) gir et så sterkt bidrag til brannsikkerheten, at det kan lempes på preaksepterte ytelser til andre passive brannsikringstiltak. Vi ser spesielt på svalgangsløsninger i denne utredningen.

1.4 Samfunnsøkonomisk problembeskrivelse

I prosjektet skal det gjøres samfunnsøkonomiske vurderinger av endringene i TEK10. I denne sammenheng er det viktig å kartlegge viktighet og betydning ved de ulike regelverksendringene knyttet til svalgang.

I en samfunnsøkonomisk vurdering er det 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 det optimale nivået vil være mellom brannsikkerhet og byggekostnader. En hypotese for arbeidet med denne utredningen er at ytelsesnivået i dagens TEK10 gir en overoppfylling 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 utredningen vil søke å identifisere hvilke elementer av de bygningstekniske kravene til svalgang som gir høyest nytte (som blant annet brannsikkerhet) til lavest byggekostnad. På denne måten vil man også identifisere hvilke tiltak som har lav marginal effekt. Disse vil kunne lempes på gitt en brannfaglig vurdering.

Figur 1-1: 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 (minke) det forventede brannskadeomfanget bør unngås, dersom forventet brannskadeomfang allerede er innenfor hva som anses som akseptabelt.

1.5 Metode

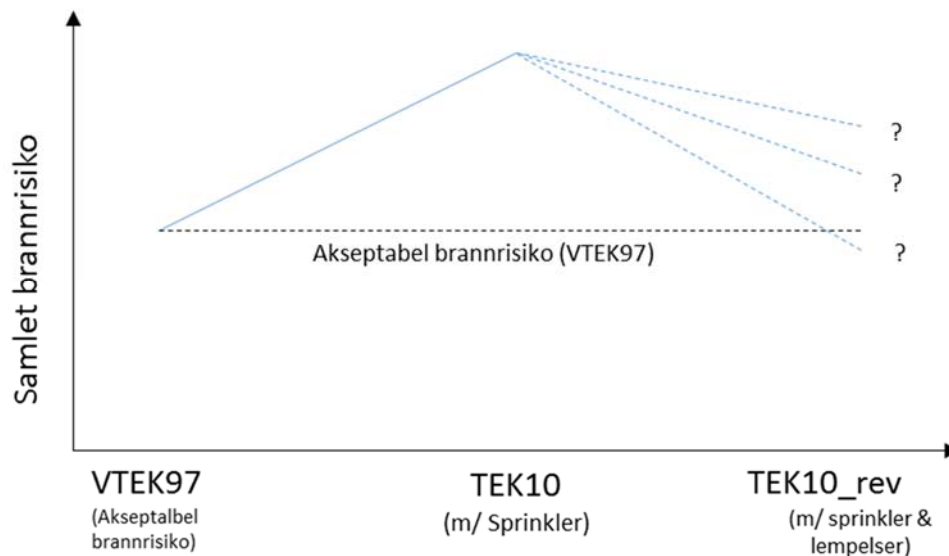
Metoden for utarbeidelsen av denne rapporten kan beskrives som følger:

- Oppstartsmøte med DiBK for etablering av oppgaveforståelse.
- Internt oppstartsmøte for å etablere plan for gjennomføringen.
- Gjennomgang av interne prosjekterfaringer i Multiconsult.
- Litteratursøk med særskilt fokus på gjennomgang av evalueringsrapport etter brannen i Prestmosvegen 15 på Nannestad (BE & DSB, 2009) og SINTEF NBLs utredning av svalgang som rømningsvei fra 2003 (Kristoffersen & Danielsen, 2003).
- 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 hovedprinsippene for komparativ analyse etter NS 3901 (SN, 2012).
- Forslag til endringer Byggteknisk forskrift med veiledning med sikte mot TEK17.

- Rapportskriving og avslutning/evaluering.

1.6 Metodisk tilnærming

Jfr problembeskrivelsen i avsnitt 1.3 så medførte TEK10 en betydelig økning i brannsikkerheten for en del boliger. Dette til tross for at brannsikkerheten ved VTEK97 generelt var ansett som god nok. Samtidig har TEK10 økt byggekostnadene. De foreslåtte lempingene som utredes i denne rapporten forventes å redusere byggekostnadene og det skal utredes om brannsikkerheten faller til et ikke-akseptabelt nivå. Hypotesen er at brannrisikoen ved de foreslåtte lempelsene holder seg over VTEK97.



Vår tilnærming er å vise i kapittel 7 at et Analysebygg (Case 1-5) bygget etter TEK10 med foreslåtte lempelser fortsatt har en samlet brannrisiko som vurderes som like god eller bedre enn referansebygget som er bygget etter VTEK97.

I kapittel 8 viser vi at de identifiserte nytter for samfunnet gjennomgående er uendret eller positiv og at lempelsen innebærer en reduksjon i byggekostnad sammenliknet med TEK10. Avsnitt 8.1 belyser differanse i byggekostnader for analysebygget sammenliknet med et referansebygg iht TEK10. Det gjøres ikke en vurdering av differanse i byggekostnad sammenliknet med VTEK97 ettersom dette ikke lenger er et reelt sammenlikningsgrunnlag.

2 Svalgangsbygningen – branntekniske styrker og svakheter

Innholdet i dette kapittelet bygger i all hovedsak på funn fra SINTEF NBLs vurderinger av svalgangsbygninger i 2003 (Kristoffersen & Danielsen, 2003) og evalueringen etter brannen i Prestmosvegen 15, Nannestad (BE & DSB, 2009).

2.1 Svalgangens branntekniske funksjoner

SINTEF NBL konkluderte i 2003 med at svalgangsbygninger utført i henhold til de gjeldende preaksepterte ytelsene i VTEK97 ville en tilfredsstillende brannsikkerhet, minst på nivå med f.eks. bygninger med innvendig korridorløsning (Kristoffersen & Danielsen, 2003). Rapporten beskriver utfordringer knyttet til brannsikkerhet i eksisterende svalgangsbygninger, men dette er først og fremst som følge av feil i utførelse, og ikke et for lavt sikkerhetsnivå i utgangspunktet.

Sintef-rapporten peker på følgende grunnleggende funksjonskrav til en svalgang:

- Svalgangen er utformet for fri utlufting av branngasser: Svalgangen må utføres med tilstrekkelig åpenhet slik at brann- og røykgasser uforhindret unnslipper til fri luft. Svalgang skal aldri tildekkes/bygges inn. Tak over svalgang i øverste etasje skal utformes horisontalt slik at brann- og røykgasser ikke samles opp i svalgang. Materialene må ikke bidra vesentlig til brannspredning, og taket bør bestå av kledning med branntekniske egenskaper K10/B-s1,d0 eller bedre.
- Svalgangen fungerer som flammeskjerm for rømningsvei i etasjen over: Hovedfunksjonen til gulv i svalgang er å opprettholde bæreevne og stabilitet ved brann og fungere som flammeskjerm. Gulvet må derfor utføres tett, og overgangen mellom svalgangsdekke og fasade er et kritisk punkt som krever gode detaljer for en tilfredsstillende løsning.
- Materialbruk som tåler branneksponeering: Ytterste kledning mot svalgang skal i utgangspunktet ha samme branntekniske egenskaper som kledning i innvendig rømningsvei med unntak for røykavgivelse. Vegger og tak i utvendig trapp fra svalgang, med helt eller delvis innbygging, bør utføres med overflate B-s1,d0 [In1]. Takutforming må ikke bidra til akkumulering av brann- og røykgasser med etterfølgende spredning av brann.
- Beskyttelse av ensidig rømningsretning: Preakseptert ytelse for veggen som skal beskytte trapp mot strålingsvarme innebærer også at dører og vinduer i denne delen skal ha samme brannmotstand som den branncellebegrensende veggen. Det bør ifølge Sintef NBL vurderes om dører i disse områdene skal være selvlukkende.

Sintef NBL foreslår også en del tiltak for å heve sikkerhetsnivået:

- Bruk av innvendig boligsprinkler vil bedre brannsikkerheten, da det etter all sannsynlighet vil hindre en eventuell brann å gå til overtenning slik at den ikke sprer seg ut fra leiligheten brannen startet. (...) risikoen for katastrofebranner (mer enn 4 omkomne), med flere leiligheter involvert, bli vesentlig redusert.
- Bruk av (kun) utvendig boligsprinkler innebærer praktiske utfordringer på grunn av klimaforholdene i Norge om vinteren. En kan ikke forvente at utvendig boligsprinkler skal kunne dempe eller kontrollere en fullt utviklet brannspredning fra en leilighet når denne sprer seg bortover svalgangen.
- Effekten ved bruk av vanntåke er så langt ikke utredet i tilstrekkelig grad. Selv om det i dag ikke er dimensjoneringsregler og testmetoder for bruk av vanntåke i bygninger, bør det likevel

kunne installeres vanntåkesystem under forutsetning av at det gjennomføres faglige vurderinger.

- Bruk av vakt vil først og fremst være aktuelt i bygninger der det bor omsorgstrengende personer som ved brann ikke greier å evakuere på egen hånd. Vakten(e) må gripe tidlig inn i brannforløpet dersom tiltaket skal ha vesentlig effekt, og tiltaket forutsetter derfor automatisk brannalarmanlegg som gir tidlig varsling.
- Bygningsmessige endringer vil forholdsvis enkelt kunne forbedre sikkerhetsnivået – for eksempel ved å forbedre gulvkonstruksjonen, fjerne innbygging, tildekke brennbar isolasjon under tak, og bytte uklassifiserte dører og vinduer.

Sintef har følgende forslag til lempning av ytelser:

- Dersom materialvalg og utforming av gulv og tak er tilfredsstillende bør det kunne benyttes kledning med klasse K10/D-s3,d0. Et slikt materialvalg krever en grundig vurdering av annen utforming av svalgang (Kristoffersen & Danielsen, 2003:23).
- Ytelse til yttervegg mot svalgang i REN vurderes som tilfredsstillende, men ytelse til røykutvikling kan reduseres til s3 (Kristoffersen & Danielsen, 2003:23).

2.2 En ekstra sårbarhet for omgivelsene?

Brannen i Prestmosvegen 15 på Nannestad i 2008 ble evaluert av BE og DSB (BE & DSB, 2009). Brannen ble sannsynligvis påsatt utvendig på balkongsiden (motsatt side av svalgang) tidlig om morgenen den 28. september 2008. Brannen spredte seg raskt opp langs fasaden i godt skjermede «balkongrom», og medførte til slutt totalskade på 14 av 16 leiligheter i bygningen. Det ble ikke registrert gjennombrenning av EI30-skillevegger, dvs. at etasjeskillere og vegger, fungerte derfor som forutsatt. Brannspredning foregikk utendørs og gjennom leilighetene. Det var mye vind den aktuelle dagen, sannsynligvis styrke liten kuling, med retning skrått inn mot balkongfasaden.

Alle beboerne var ute da brannvesenet ankom, de fleste ved egen hjelp. Noen (minst to eldre personer) skal ha fått assistanse av andre beboere. Dette tyder på at svalgangen fungerte som rømningsvei i den tiden som var nødvendig i dette tilfellet.

Gardermoregionens Interkommunale Brannvesen IKS (GRIB) var ikke døgnbemannet/kasernert, men hadde likevel en innsatstid på ca. 10 minutter. Totalt 20 mannskaper fra GRIB og 8 mannskaper fra brannvesenet ved Oslo Lufthavn (OSL) deltok i slokkingen. Vannforsyningen i området var tilstrekkelig. Tankbil med 7000 liter inngikk i førsteinnsatsen.

Gjennomgående leiligheter anføres som en utfordring med hensyn til effektiv bruk av slokkevann fra brannvesenets vannkanoner/-slanger. Vanndamp har normalt en kvelende effekt på brannen, men denne effekten reduseres i gjennomgående leiligheter der frisk luft trenger inn fra begge sider. OSLs flyplassbil var utstyrt med vannkanon på taket, og ble vurdert som svært effektiv med hensyn til å slokke brannen på svalgangssiden.

Rapporten beskriver at bygningen i det aller vesentligste oppfylte preaksepterte ytelser eller anvisninger fra Byggforsk Byggdetaljblad 526.301. Taket over svalgangen i 2. etasje var svakt skrående (5° helning) og ytterveggen var utført med ubehandlet trekledning. Førstnevnte forhold, dvs skrått tak over svalgang, er beskrevet som en uheldig løsning i VTEK. Sistnevnte forhold, dvs ubehandlet trekledning, var et fravik fra VTEK, men en løsning som står beskrevet i Byggdetaljblad 526.301 og som

derfor trolig er mye brukt i eksisterende bygninger av denne typen. Bygningens svalgang var utført med rekkverk i vanlige trematerialer, mens VTEK og Byggforskblad 526.301 (NBI, 2003) beskriver «minst mulig brennbare materialer».

Kommentarer til evalueringsrapporten fra Prestmosvegen 15

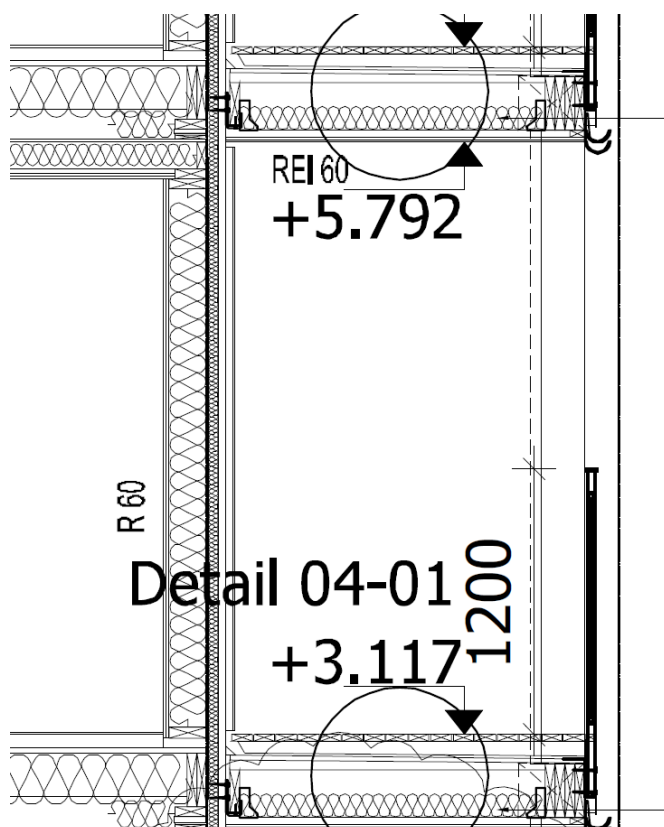
Etter vår vurdering er det verdt å merke seg svalgangsbygningens sårbarhet knyttet til vindpåvirkning. Brannen fikk utvikle seg i et relativt innelukket rom og spredte seg opp langs fasaden under balkongdekket i en innelukket «nisje». Vinden stod mot denne fasaden, og presset flammene godt inn mot fasaden og mot leilighetene i 2. etasje. Bilder fra evalueringsrapporten viser dette tydelig. Bildene viser også at ytterdører i leilighetene blir forlatt i åpen stilling etter evakuering. Når brannen først har spredt seg inn i leilighetene og dørene i motsatt ende står åpne, må det kunne forventes rask brannspredning tvers gjennom bygningen, særlig tatt i betraktning vindstyrke og -retning.

Det er også interessant å merke seg følgende slutning fra rapporten: «*Denne brannen viser altså at i denne type bebyggelse er brann sikkerheten i realiteten et samspill mellom bygningsmessige egenskaper og brannvesenets innsats. Dette må derfor tas hensyn til ved brannteknisk prosjektering. Dersom man reelt, og ikke bare nominelt, skal oppnå brannmotstand på 30 minutter eller mer mellom ulike boenheter i denne type bebyggelse, vil byggeskikken måtte endres.*» (BE & DSB, 2009:25-26). Dette avsnittet peker på at brann sikkerhet er en systemegenskap. I denne sammenhengen pekes det på to sentrale elementer i dette systemet: brannvesenet og bygningen. Dette er for øvrig en svært begrenset beskrivelse av systemet, og basert på evalueringsrapporten kan vi legge til bl.a. følgende elementer i systemet som skal ivareta brann sikkerheten i en bygning:

- Beboerne: I dette tilfellet registrerer vi f.eks. at beboerne hjelper hverandre ut av den brennende bygningen, noe som muligens har bidratt til at liv ikke gikk tapt i denne brannen. Samtidig ser vi at beboerne lar dørene stå åpne etter evakuering, og dermed muligens har bidratt negativt til brannspredning.
- Utbygger: velger prosjekteringsgruppe, som samlet er ansvarlig for å finne løsninger som ivaretar myndighets- og brukerkrav. I tilfellet Prestmosvegen 15 ble det ikke utarbeidet en egen brannteknisk premissrapport. Det ble laget en branntegning, men bygningen ble ikke bygget i samsvar med denne. Grunnlaget for detaljprosjektering var mangelfullt.
- Nasjonale myndigheter: utvikler og fastsetter nasjonalt regelverk for branntekniske ytelser til boligbygninger. Med tilfellet svalganger kan det diskuteres om ytelsesnivået er tydelig nok beskrevet. Ytelser til rekkverk ble f.eks. beskrevet som «minst mulig brennbart». Dette er vanskelig å forholde seg til, og er presisert bedre i VTEK10. Dersom vi ser på tilgjengelige veiledninger i dag, ser vi f.eks. at § 11-14 figur 4 viser en svalgangsbygning med skrått tak. Det fremgår ikke av figuren om himlingen over svalgangen på plan 2 er horisontal. Tatt i betraktning at dette forholdet vurderes særlig viktig, er vurderes det som uheldig at figuren i VTEK enkelt kan gi et inntrykk av at skrått tak over svalgang er en god løsning.
- Byggforsk: Byggforskserien har vært, og er, mye brukt med hensyn til valg av løsninger for denne typen bygninger. Byggforskblad 526.301 beskrev et lavere ytelsesnivå enn VTEK, blant annet for kledning på fasade mot svalgang. Det er generelt uheldig at to anerkjente veiledninger har motstridende ytelsesnivå. Videre er også figur- og bildebruken i Byggforskbladet uheldig. I eksempelkapittelet (kap. 4) viser det bilder av en svalgangsbygning hvor svalgangsdekket er opplagret på relativt dype «frontdragere», som vil forhindre effektiv røykspredning til det fri. Allerede i første kapittel (kap. 0) presenteres det faktisk en figur som viser skrått tak over svalgang. I likhet med nasjonale myndigheter har forskningsinstitusjoner, som Byggforsk, ansvar for å utarbeide tydelige retningslinjer som er lette å følge og vanskelige å misforstå. Figur 2 gir et

eksempel på et typisk snitt gjennom en svalgang hvor det tydelig fremkommer at himlingen er horisontal og at det ikke er noen dyp frontdrager i forkant. Oppbygging av branntekniske konstruksjon kan også fremgå.

Til slutt bemerker vi at BE og DSB i forbindelse med evalueringen sier at det må vurderes krav om brannalarmanlegg, ev. med direkte varsel til brannvesenet (kombinasjon av røyk- og varmedetektorer) for denne typen byggverk med mange leiligheter. Etter vår vurdering er dette en tanke som er lett å følge basert på erfaringene med brannen i Prestmosvegen 15. I det store og det hele er kanskje Prestmosvegen 15 et relativt godt eksempel på en vanlig svalgangsbygning i Norge. Det ble funnet noen branntekniske svakheter, men de kan knapt kalles graverende. Sintef NBLs studie (Kristoffersen & Danielsen, 2003) påpeker at svært mange bygninger av denne typen utføres med feil av lignende type. Det er dermed ikke usannsynlig at en tilsvarende brann, under tilsvarende forhold, vil kunne utvikle seg på samme måte andre steder. I et slikt scenario synes tidlig varslings av hele bygningen å være et vesentlig tiltak for å ivareta branntekniske sikkerheten. Ifølge tidsloggen for brannen i Prestmosvegen 15 oppstod brannen en stund før 0600 om morgenen og var sløkket ca. 0630. I løpet av den drøye halvtimen var hele bygningen totalskadd. VTEK10 beskriver et noe utvidet brannalarmsystem for boligbygninger av denne typen sammenlignet med VTEK97. Anlegget omfatter røykdeteksjon i fellesarealer og røykvarsler i leiligheter. Deteksjon i fellesarealer gir varsel til hele bygningen, mens deteksjon i leilighet fortsatt kun gir varsel i leilighet.



Figur 2: Eksempel på typisk snitt som kunne vært inkludert i oppdatert Byggforskblad eller en utvidet utgave av VTEK om svalgangsløsninger (tegning: Selvaag Bolig).



Figur 3: Bilde som viser svalgang med horisontalt utformet himling over svalgang som vil gi gode forutsetninger for fri utlufting av røyk (foto: Selvaag Bolig).

3 Preaksepterte ytelser iht VTEK97 (2007-utgaven) og VTEK10

I dette prosjektet er det valgt å se på to hovedtyper bygninger med svalgang:

1. Bygninger med to etasjer i brannklasse 1
2. Bygninger med tre og fire etasjer i brannklasse 2

Hensikten med å se spesielt på lave bygninger med to etasjer i brannklasse 1, er at disse bygningene normalt ikke har krav om automatisk slokkeanlegg. I tillegg er det tillatt med én trapp fra svalgang i disse bygningene, dersom det fra hver leilighet finnes vindu som er tilrettelagt for rømning på motsatt fasade av svalgangen.

Når vi i tillegg ser på bygningene med tre og fire etasjer i brannklasse 2, mener vi at en stor andel av bygningsmassen med svalgang er dekket. Ifølge SSB bodde det 818 823 personer i boligblokk i 2011, hvorav 93 406 personer (11,4 %) bodde i femte etasje eller høyere (SSB, 2011). Regelverksendringer som påvirker bygninger med inntil fire etasjer vil derfor ha størst samfunnsøkonomisk effekt.

3.1 Bygninger med to etasjer i BKL1: sentrale branntekniske ytelser

Tabell 2 gir de mest sentrale preaksepterte ytelsene til et svalgangsbyggverk i BKL1.

Tabell 2: Preaksepterte ytelser BKL1

Tema	VTEK97 (2007-utgaven)	VTEK10
Bærevne og stabilitet for bærende hovedsystem	R30 [B30]	R30 [B30]
Sekundære, bærende bygningsdeler	R30 [B30]	R30 [B30]
Bæreevne trappeløp	Ikke krav	Ikke krav
Branncellebegrensende konstruksjon (generelt)	EI30 [B30] Dør mot svalgang: EI ₂ 30-S _a [B30] Vindu: EI30, ikke åpningsbart i bruk	EI30 [B30] Dør mot svalgang: EI ₂ 30-S _a [B30] Vindu: EI30, ikke åpningsbart i bruk
Isolasjon	B-s1,d0 eller Eufic-klasse A, beskyttet av kledning K ₂ 10 A2-s1,d0 [K1-A] mot rømningsveger.	B-s1,d0 eller Eufic-klasse A, beskyttet av kledning K ₂ 10 A2-s1,d0 [K1-A] mot rømningsveger.
Overflate yttervegg	D-s3,d0 [Ut 2]. Vanlig trekledning.	D-s3,d0 [Ut 2]. Vanlig trekledning.
Overflate og kledning, tak på svalgang	Som for rømningsvei, dvs K10/B-s1,d0	Som for rømningsvei, dvs K10/B-s1,d0. Overflaten kan være B-s3,d0 (Ut 1).
Overflate og kledning, svalgang-fasade	Som for rømningsvei, dvs K10/B-s1,d0.	Som for rømningsvei, dvs K10/B-s1,d0. Overflaten kan være B-s3,d0 (Ut 1).

Tema	VTEK97 (2007-utgaven)	VTEK10
Automatisk slokkeanlegg	Nei	Nei
Brannalarm-dekning	Røykvarsler i leiligheter. Anbefaling om strømforsyning via fast nett og seriekobling av røykvarslere.	Krav om brannalarmanlegg, kategori 1, dvs optiske detektorer i rømningsveier og fellesarealer (TEK10). Røykvarslere tilkoblet nettstrøm og batteribackup i leiligheter. Seriekobling av røykvarslere dersom det er behov for flere enn én røykvarsler.
Varsling	Varsel i leiligheter fra røykvarslere.	Varsel kun i leilighet ved brann i leilighet. Varsel til alle i bygningen ved brann i rømningsvei eller fellesareal.

3.2 Bygninger med tre og fire etasjer i BKL2

Tabell 3 gir de mest sentrale preaksepterte ytelsene til et svalgangsbyggverk i BKL2.

Tabell 3: Preaksepterte ytelser BKL2

Tema	VTEK97 (2007-utgaven)	VTEK10
Bærevne og stabilitet for bærende hovedsystem	R60 [B60]	R60 [B60]
Sekundære, bærende bygningsdeler	R60 [B60]	R60 [B60]
Bærevne trappeløp	R30 [B30]	R30 [B30]
Branncellebegrensende konstruksjon (generelt)	EI60 [B60] Dør mot svalgang: EI30 ₂ 30-S _a [B30] Vindu: EI60, ikke åpningsbart i bruk	EI60 [B60] Dør mot svalgang: EI30 ₂ 30-S _a [B30] Vindu: EI60, ikke åpningsbart i bruk
Isolasjon	A2-s1,d0	A2-s1,d0
Overflate yttervegg	B-s3,d0 [Ut 1]. Vanlig trekledning.	B-s3,d0 [Ut 1]. Vanlig trekledning.
Overflate og kledning, tak på svalgang	Som for rømningsvei, dvs K10/A2-s1,d0	Som for rømningsvei, dvs K10/A2-s1,d0. Overflaten kan være B-s3,d0 (Ut 1).
Overflate og kledning, svalgang-fasade	Som for rømningsvei, dvs K10/A2-s1,d0.	Som for rømningsvei, dvs K10/A2-s1,d0. Overflaten kan være B-s3,d0 (Ut 1).
Automatisk slokkeanlegg	Nei	Ja

Tema	VTEK97 (2007-utgaven)	VTEK10
Brannalarm-dekning	Røykvarsler i leiligheter. Anbefaling om strømforsyning via fast nett og seriekobling av røykvarslere.	Brannalarmanlegg, kategori 2, dvs fulldekkende anlegg.
Varsling	Varsel i leiligheter fra røykvarsler.	(Mulighet for) varsling av hele bygningen og brannvesenet ved brann.

3.3 Sammenligning av preaksepterte ytelser til svalgang

Tabell 4 gir en sammenligning av de preaksepterte ytelsene som er gitt konkret for svalgang i hhv VTEK97 og VTEK10.

Tabell 4: Sammenligning av preaksepterte ytelser til svalgang i VTEK97 (2007-utgaven) og VTEK10.

Tema	VTEK97 (2007-utgaven)	VTEK10
Rømningsvei	Med mindre branncellene også har direkte utgang til sikkert sted, må svalgangen utføres slik at den tilfredsstillende forutsetningene om to uavhengige rømningsveier.	Med mindre branncellene også har direkte utgang til sikkert sted, må svalgangen utføres slik at den tilfredsstillende forutsetningene om to uavhengige rømningsveier.
Antall trapper	Svalgangen må ha minst to trapper til terreng, en i hver ende. Avstanden mellom trappene må ikke være over 60 m.	Svalgangen må (...) ha minst to trapper til terreng, en i hver ende. Avstanden mellom trappene må ikke være over 60 m, jf. figur 4.
Brannteknisk oppdeling av svalgang	Ikke del av ytelsene i VTEK97	Svalganger som er lengre enn 30 m må oppdeles med branncellebegrensende bygningsdeler med innbyrdes avstand på maksimum 30 m for å begrense den horisontale brannspredningen, jf. figur 4.
Antall trapper i lave byggverk	I bygninger oppført i brannklasse 1 hvor det er tilrettelagt for bruk av vindu som rømningsvei, er det tilstrekkelig med én trapp, under forutsetning av at avstanden fra dørene i branncellene til trappen ikke er over 15 m og at rømning ikke forutsettes forbi uklassifisert vindu i annen branncelle.	I byggverk i brannklasse 1 hvor det er tilrettelagt for bruk av vindu som rømningsvei, er det tilstrekkelig med én trapp, under forutsetning av at avstanden fra dørene i branncellene til trappen ikke er over 15 m og at rømning ikke forutsettes forbi uklassifisert vindu i annen branncelle.
Åpenhet	Svalgangen må være mest mulig åpen, slik at røyk- og branngasser kan unnsnippe. Om den åpne delen er 50 % av den totale «veggflaten», antas dette å være tilfredsstillende. Det er den øverste delen av veggflatene som skal være åpen. Åpning i rekkverk er ikke å anse som åpent areal.	Svalgangen må være mest mulig åpen, slik at røyk- og branngasser kan unnsnippe. Om den åpne delen er 50 % av den totale «veggflaten», antas dette å være tilfredsstillende. Det er den øverste delen av veggflatene som må være åpen. Åpning i rekkverk er ikke å anse som åpent areal.
Materialbruk og branncelle-	Rekkverk og øvrige konstruksjoner bør bestå av minst mulig brennbare	Gulv i svalgang må være utført som branncellebegrensende konstruksjon med

Tema	VTEK97 (2007-utgaven)	VTEK10
begrensende konstruksjon	materialer. Gulv i svalgang må være utført som branncellebegrensende konstruksjon. Kledning på vegg og tak må ha brannklasse tilsvarende som for rømningsvei.	overflate D_{fi-s1} (G). Kledning på vegg og tak må være som for rømningsvei. Overflaten kan være B-s3,d0 (Ut 1). I byggverk med mer enn to etasjer må rekkverk og øvrige konstruksjoner bestå av ubrennbare eller begrenset brennbare materialer, dvs. klasse A2-s1,d0.
Bredde	Svalgangen bør være minst 1,2 m bred for at den skal fungere som flammeskjerm.	Svalgangen må være minimum 1,2 m bred for at den skal fungere som flammeskjerm. I bygning med boenhet med krav om heis, flerbolighus med tilgjengelig boenhet og byggverk med krav om universell utforming skal likevel svalgang etter § 12-6 ha fri bredde på minimum 1,5 m. På lange svalganger må det avsettes tiltrekkelig areal til at to rullestoler kan passere hverandre. Dette tilsvarer bredde på 1,8 m. Korte strekninger under 5,0 m, der det ikke er dør, kan ha fri bredde på minimum 1,2 m.
Tak over svalgang	Tak over svalgang er svært uheldig og bør unngås med mindre overflater på vegger og tak har gode branntekniske egenskaper.	Tak over svalgang er svært uheldig og må unngås med mindre overflater på vegger og tak har gode branntekniske egenskaper. Takutstikk må utføres horisontalt og tett (mot for eksempel oppforet tak/kaldt loft) slik at røyk- og branngasser kan slippe uhindret ut til det fri.
Beskyttelse av trapper mot brann	Trappene må være beskyttet mot strålevarme fra en eventuell brann i bygningen. Derfor må enten de veggene som vender mot bygget utføres som branncellebegrensende konstruksjon eller byggets yttervegg mot trappen og 5 m til hver side for denne være utført i branncellebegrensende konstruksjon med tilsvarende krav til bygningsdelene (se § 7-27 fig 19 og 20).	Trappene må være beskyttet mot strålevarme fra en eventuell brann i byggverket. Derfor må enten de veggene som vender mot bygget utføres som branncellebegrensende konstruksjon eller byggets yttervegg mot trappen og 5,0 m til hver side for denne være utført i branncellebegrensende konstruksjon med tilsvarende krav til bygningsdelene, jf. figur 5a og 5b.
Overflate på gulv	Ikke del av ytelsene i VTEK97	Anbefalinger – svalganger Flere inntrufne branner har vist at golvbelegg klasse D_{fi-s1} (G) bidrar til brannutvikling og brannspredning når brannen blir av en viss størrelse. I byggverk med mer enn to etasjer bør derfor golvbelegget være ubrennbart eller begrenset brennbart, dvs. klasse A2-s1,d0. Utforming som tillater flammer og røyk- og branngasser å unnsnippe ut fra byggverket

Tema	VTEK97 (2007-utgaven)	VTEK10
		fra underkant av svalganger og balkongdekker er viktig.

3.4 Sentrale ytelser beskrevet i Byggforskseriens blad 526.301

Byggforsk Byggdetaljer 526.301 Svalganger og altanganger i boligbygninger (NBI, 2003) er sentralt med hensyn til å beskrive sikkerhetsnivået for svalgangsbygninger i Norge. Bladet definerer altangang som en «åpen atkomstvei over bakkeplan langs fasaden, mens svalgang er en tilsvarende overbygd eller inntrukket atkomstvei. (...). Svalgangen og altangangen er minst én etasje opp fra terrengnivå. Dette betyr vanligvis at den er en rømningsvei eller en del av en rømningsvei. Atkomsten til svalgangene og altangangene skjer via åpne trapper eller trapperom.»

Om sikkerhetsnivå sier bladet at «(s)valganger og altanganger som er del av rømningsvei, må være like sikre og trygge som andre rømningsveier, det vil si som en vanlig korridor. De må dessuten ikke bidra til uakseptabel brannspredning eller på annen måte vanskeliggjøre redning og slokking» (pkt. 131).

Figuren nedenfor viser de mest sentrale ytelsene som er gitt for svalgangsbygninger i BKL1 og BKL2.

Konstruksjon	Brannklasse 1 (to etasjer)	Brannklasse 2 (tre og fire etasjer)
Svalgangs- eller altangangsdekke med én trapp til terreng	REI 30/D-s2,d0 (B 30)	¹⁾
Svalgangs- eller altangangsdekke med to trapper til terreng	REI 30/D-s2,d0 (B 30)	REI 30/D-s2,d0 (B 30) ²⁾
Underside av dekke / himling	Kledning K10/B-s1,d0 (K1), Overflate B-s3,d0 (Ut1)	Kledning K10/B-s1,d0 (K1), Overflate B-s3,d0 (Ut1)
Golv / overside av dekke	D _{F1} -s1 (G)	D _{F1} -s1 (G)
Vegg mot svalgang eller altangang med én trapp til terreng	₃₎ (uspesifisert brannmotstand)	¹⁾
Vegg mot svalgang eller altangang med to trapper til terreng	₄₎ (uspesifisert brannmotstand)	₄₎ (uspesifisert brannmotstand)
Veggoverflate (fasade) mot svalgang eller altangang	Kledning K10/D-s2,d0 (K2), Overflate D-s3,d0 (Ut2)	Kledning K10/B-s1,d0 (K1), Overflate B-s3,d0 (Ut1) ⁵⁾

¹⁾ Krever særskilt vurdering av ansvarlig prosjekterende

²⁾ Brannmotstand bør økes til 60 minutter (REI 60/D-s2,d0 (B 60)) i usprinklet bygning hvis brannvesenets innsatstid er mer enn 10 minutter og/eller svalgangs- eller altangangsfasaden er vanskelig tilgjengelig for slokkeinnsats.

³⁾ Forutsetninger gitt i pkt. 133 gjelder.

⁴⁾ Forutsatt trapp til terreng i hver ende av svalgang eller altangang. Jf. pkt. 224

⁵⁾ Kledning K10/D-s2,d0 (K2) og overflate D-s3,d0 (Ut2) anses tilstrekkelig i sprinklete bygninger.

Figur 4: Anbefalt brannmotstand på konstruksjoner og overflater

Som vi ser av Figur 4 anbefaler byggforskbladet redusert brannmotstand på konstruksjoner dersom bygningen er sprinklet. Dette er interessant for arbeidet med dette prosjektet. Generelt om sprinkling er det skrevet at «(d)et kan være forsvarlig å fravike fra de prinsippene som er beskrevet i bladet, dersom bygningen fullsprinkles. I en fullsprinklet bygning vil et branntilløp med stor sannsynlighet

kontrolleres og slokkes i det rommet der brannen oppstår. Dette må imidlertid vurderes av ansvarlig prosjekterende for brannsikkerheten i hvert enkelt tilfelle» (pkt. 01).

Videre beskriver bladet at det skal etableres branncellebegrensende konstruksjon mot svalgang der det er ensidig rømningsretning. Samtidig åpnes det for mindre svekkelser av denne: «Vanlige lufteventiler som er plassert høyt på veggen, kan aksepteres» (pkt. 224). Dette er også en interessant anbefaling i forbindelse med dette prosjektet, spesielt med hensyn til muligheten for åpningsbare vinduer mot svalgang. Spørsmålet er hvor stor denne åpningen kan være før den får en for stor negativ betydning for rømningsveien. Bør det for eksempel kunne tillates større åpninger enn en lufteventil dersom bygningen er fullsprinklet?

4 Vurderte løsninger

I oppdragsbeskrivelsen åpnes det for å gjøre en vurdering av alle ytelsene som beskrives for svalgangsløsninger. Innenfor begrensede rammer har vi imidlertid måttet begrense oppdraget. For å ta utgangspunkt i de løsningene som oppleves som mest relevante å endre, sett i lys av kostnader, inviterte vi Boligprodusentene til å komme med innspill på hvilke løsninger som burde vurderes. Innspillene fra Boligprodusentene er gjengitt i sin helhet i vedlegg A og B.

Med bakgrunn i prosjektets rammer, innspill fra interessenter og grovvurderinger av løsninger, har vi valgt å fokusere på følgende problemstillinger:

- Brannsikring av ensidig rømningsretning. Det er en generell ytelse om branncellebegrensende konstruksjoner mot svalgang hvor det er ensidig rømningsretning og personer må rømme forbi. Dette skaper utfordringer knyttet til krav om åpningsbare vinduer i oppholdsrom, og rommet mot svalgangen kan i utgangspunktet ikke brukes som oppholdsrom. I praksis prosjekteres det ofte med et mindre åpningsbart vindu høyt på veggen, dvs en svekkelse i den brannklassifiserte konstruksjonen. I denne utredningen vil vi vurdere om det er mulig å etablere en preakseptert løsning med reduserte krav til brannbeskyttelse av rømningsveien. Aktuelle problemstillinger er knyttet til forutsetninger om kompenserende tiltak som sprinkleranlegg, brannalarmanlegg og brannklassifisert glassfelt også i åpningsbart felt (f.eks. E- eller EW-klassifisert).
- Overflater og materialer i/på svalgang: En tidligere utredning (Multiconsult, 2015) anbefaler følgende: «Byggverk med fulldekkende automatisk slokkeanlegg kan [ha] utvendig overflate klasse D-s3,d0 [Ut 2]. (...)» Videre anbefales det spesifikt for svalgang at «Byggverk med fulldekkende automatisk slokkeanlegg kan utvendig kledning med klasse K₂10 D-s1,d0 og overflate D-s3,d0 [Ut 2] på svalgang.» I denne utredningen tar vi en nærmere kikk på denne problemstillingen. Videre ser vi på om sprinklerdekning på svalgang kan utelates dersom svalgangen er utført i ubrennbare materialer, og om det finnes alternativer til et brannskille for hver 30. meter i svalganger.
- Brannmotstand på bærende og skillende konstruksjoner for svalgang i fullsprinklet bygning. Det er en viss logikk forbundet med at utvendige konstruksjoner kan utføres med noe lavere brannmotstand enn innvendige konstruksjoner, da varmetap til omgivelser er større ute.

5 Risikoaksept: referansebyggverk

I dette oppdraget gjennomføres det kvalitative komparative analyser iht NS 3901 kap. 6 (SN, 2012). Dette betyr i praksis at det må defineres referansebyggverk i hver enkelt analyse. Referansebyggverkets utforming definerer implisitt det risikonivået som kan tillates i analysebyggverket. Ifølge SINTEF NBL (Kristoffersen & Danielsen, 2003) representerer svalgangsløsninger utført i henhold til ytelsesnivået i REN Veiledning til Teknisk forskrift (VTEK97) et minst like godt sikkerhetsnivå for rømning som for eksempel rømningskorridor.

Vi legger derfor i utgangspunktet sikkerhetsnivået i VTEK97 til grunn i sammenligningene, dvs at referansebyggverkene er definert med bakgrunn i VTEK97. Vi kan se for oss at vi tar et steg tilbake før utgivelsen av TEK10, og gjør en vurdering av hvilke ytelser som vil være fornuftige å anbefale. I tillegg må vi ta høyde for at brukerne av vanlige boliger vil bli eldre i tiden som kommer. Flere vil også kunne motta kommunal hjemmepleie i stedet for å flyttes til institusjoner. Dette representerer en forhøyet risiko knyttet til brukeren, sammenlignet med den brukeren som ble forutsatt for VTEK97-ytelsene. Vi tar utgangspunkt i at sikkerhetsnivået totalt sett skal holdes konstant fra TEK97, til TEK10 til TEK17. Da må vi ta høyde for denne økte risikoen knyttet til den forventede brukeren. I praksis betyr dette at vi gjør en tilleggsvurdering etter at den komparative analysen er gjennomført. Dersom vi finner at analysebyggverket har høyere brannsikkerhet enn referansebyggverket, må vi i tillegg vurdere om denne økte sikkerheten er *høy nok* til å kompensere for økt risiko knyttet til brukerne.

Analysene bygger på hovedprinsippet om komparativ analyse fra NS 3901. Dette omfatter bl.a. en analyse av følgende scenarioer:

- Alvorlig brannscenario med rask utvikling og høy branneffekt som representerer det verste troverdige brannscenarioet i byggverket.
- Brann som oppstår i et rom som normalt er uten personer, og som kan true et større antall personer i andre deler av byggverket. Scenarioet kan ifølge standarden utelates i byggverk med heldekkende brannalarmanlegg eller heldekkende brannsløkkeanlegg.
- Brann som utvikler seg langsomt, og som ikke vil utløse et automatisk sløkkeanlegg. Spesielt viktig scenario i byggverk som er beregnet for overnatting eller beregnet for personer som ikke kan bringe seg selv i sikkerhet.
- Representative brannscenarioer for det aktuelle byggverket som skal analyseres for å avdekke robustheten i den branntekniske utformingen. Representative brannscenarioer kan bestemmes ut fra statistikk/erfaring eller analyse av virksomhet/byggverk.

6 Forutsetninger for analysen

Fagmiljøets generelle oppfatninger om sprinkleranlegg (se f.eks.: Bjelland, 2009; Multiconsult, 2015 for referanser og mer detaljerte beskrivelser):

- Sprinkleranlegg har høy pålitelighet: fungerer over tid med relativt begrenset vedlikehold. Relativt enkelt system. Også muligheter for overvåkning for å sikre høy pålitelighet. Profesjonelle aktører selger service- og vedlikehold på sprinkleranlegg. Brannrådgivere opererer gjerne med pålitelighetstall for sprinkleranlegg som tilsier at det fungerer som tiltenkt i 90-99 av 100 branner.
- Sprinkleranlegg har høy effektivitet: et sprinkleranlegg har stor effekt på faktorer som påvirker brannsikkerhet i boliger. Sprinkleranlegget (særlig boligsprinkler) aktiveres tidlig i et brannforløp mens røykproduksjon (med tilhørende avgasser) og temperaturer er relativt lave i leiligheten. Ved å begrense brannvekst (varmeavgivelse) begrenses produksjonen av dødelige gasser, og øker mulighetene for å overleve i brannrommet betraktelig, sammenlignet med et usprinklet rom.
- Sprinkleranlegg virker der det trengs mest: De aller fleste som omkommer i brann omkommer i sin egen leilighet/bolig, dvs i startbranncellen. Personer i naboleiligheter/-brannceller er i de fleste tilfeller relativt trygge ved brann. Automatiske slokkeanlegg er i praksis det eneste tekniske tiltaket som gir mulighet til å redde personer, som ellers ville omkommet i brann, i startbranncellen.
- Sprinkleranlegg virker også mot storulykkerisiko: I mange tilfeller uttrykkes det bekymring for å «for mange egg i samme kurv» dersom sprinkleranlegget brukes til å godtgjøre reduksjoner i andre branntekniske tiltak. Bekymringen har sin begrunnelse i at bygget har en høy sårbarhet knyttet til situasjonen der sprinkleranlegget ikke fungerer som tiltenkt. Et boligbygg har imidlertid relativt høy brannteknisk robusthet basert på grunnleggende passive tiltak. Skillevegger mellom leiligheter, yttervegger og skille mot loft vil alltid være konstruksjoner med god brannmotstand som følge av bl.a. lyd- og energikrav. I praksis blir vinduer og dører de svakeste punktene, men i mindre og mindre grad som følge av økte energikrav som også gir mer robuste vinduer og dører.
- Sprinkleranlegget bidrar til å redusere effekten av eksterne faktorer: Boliger med svalgangsløsninger består typiske av avlange gjennomgående leiligheter, med uklassifisert yttervegg i hver «kortende». I en brannsituasjon vil normalt uklassifiserte vinduer sprekke ved overtenning, og brannen trenger ut av leiligheten. Dette gir mulighet for gjennomtrekk gjennom leiligheten, og ved ugunstig vindretning vil svalgangen være særlig utsatt for brannspredning. Brannen i Prestmosveien på Nannestad i 28.09.08 (BE & DSB, 2009) er et eksempel på dette, der vinden (antatt liten kuling) stod mot den siden av bygget som ikke hadde svalgang. Et sprinkleranlegg vil med stor sannsynlighet bidra til å hindre overtenning og at vinduer i leiligheten knuser. Sprinkleranlegget virker derfor mot en grunnleggende sårbarhet i alle svalgangsbygg: brann med ugunstig vindretning. Innvendige rømningsveier har ikke den samme grunnleggende sårbarheten mot ugunstig vindretning som svalganger. Innvendige rømningsveier er bedre skjermet, enten ved at leilighetene ikke er gjennomgående (korridorløsning), eller ved at leilighetene er gjennomgående på «tvers av rømningsveien» (f.eks. Tr1-løsninger).

6.1 +/- metoden

Vi bruker +/- metoden for å vurdere alternativene. Løsningsalternativene er vurdert i forhold til referansealternativet med en 7-delt skala:

+++	Betydelig bedre enn referansealternativet
++	Bedre enn referansealternativet
+	Noe bedre enn referansealternativet
0	Som referansealternativet
-	Noe dårligere enn referansealternativet
--	Dårligere enn referansealternativet
---	Betydelig dårligere enn referansealternativet
N/A	Ikke relevant

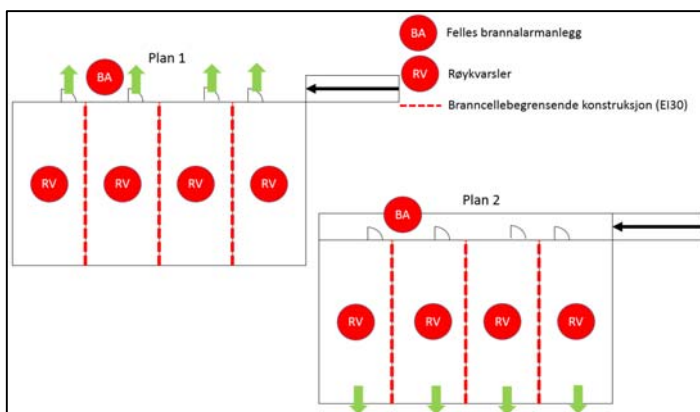
7 Analyse

7.1 Case 01: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – brannalarmanlegg kategori 1

7.1.1 Beskrivelse av byggverk

Beskrivelse av analysebyggverk:

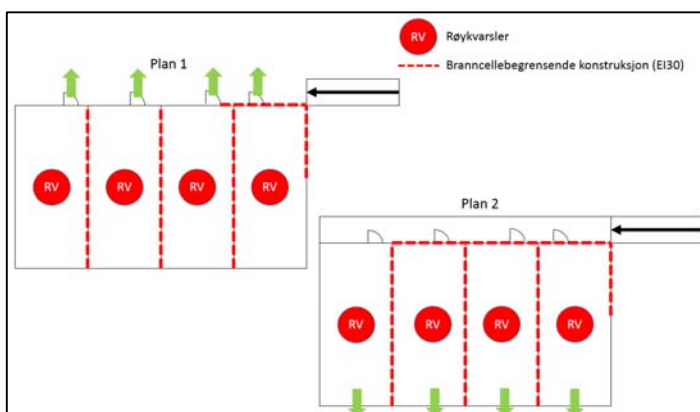
- Svalgangsbygg i to etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter gjeldende VTEK10, med følgende fravik:
 - o Uklassifisert fasade mot svalgang med ensidig rømningsretning.



Figur 5: Analysebyggverk, case 01

Beskrivelse av referansebyggverk:

- Svalgangsbygg i to etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter VTEK97 (4. utg).



Figur 6: Referansebyggverk, case 01

Kommentarer

Forskjellen mellom de to byggverkene er at analysebyggverket mangler brannklassifisert fasade, EI30 [B30], mot svalgangen for beskyttelse av rømningsvei med ensidig rømningsretning og beskyttelse av trappeløp. Til gjengjeld har analysebyggverket et noe mer omfattende brannalarmsystem, som bygger på seriekoblede røykvarslere tilkoblet nettstrøm i leiligheter, og røykdeteksjon på svalgang (kategori 1-anlegg). Hele bygget varsles ved deteksjon på svalgang, mens deteksjon i leilighet kun gir varsel i leilighet. Referansebyggverket har bare røykvarslere i hver enkelt leilighet, og ingen automatisk varsling av naboer.

7.1.2 Komparativ analyse

Tabell 5: Sammenligning analysebyggverk med referansebyggverk, case 01

Brann-scenario	Konsekvenser for...					Kommentarer
	Personer i brannleiligheten	Naboer i brannetasjen	Naboer i andre etasjer	Brannvesen	Verdier	
Rask brann i leilighet	+	-	-	0	-	Noe redusert risiko i brannleiligheten grunnet bedre pålitelighet på brannvarslingen. Dette kan også være positivt for brannvesenet, som oftere vil få tidlig varsel om brann. Varselet vil imidlertid ikke gis før spredning ut av leilighet, og derfor har vi ikke vektlagt denne effekten. Noe økt risiko for naboer og tap av verdier grunnet manglende brannskille mot svalgang.
Rask brann på svalgang	N/A	++	++	+	+	Deteksjon på svalgang gir vesentlig redusert risiko for personer i bygningen, gitt scenarioet. Dette gir også redusert risiko for brannvesenet gjennom tidligere varsling og bedre verdisikkerhet. Scenarioet vurderes imidlertid å utgjøre en begrenset del av risikobildet, så et godt bidrag for dette scenarioet vil ikke gi stort utslag på samlet risiko i bygningen.
Rask brann på balkong	N/A	0	0	0	0	Vurderes tilsvarende som for referansebyggverket. Det forutsettes at det ikke er deteksjon på balkong i noen av byggverkene.
Langsom brann i leilighet (typisk ulmebrann)	+	0	0	+	0	Vurderes å gi en liten positiv effekt for personer i brannleiligheten pga økt pålitelighet på brannvarsling, som igjen gir noe bedre betingelser for brannvesenet gjennom mulighet for tidlig varsel. For øvrig vurderes scenarioet generelt å bidra begrenset til risikobildet for naboer og verdier, både i analyse- og referansebyggverket.

Nærmere beskrivelse av vurderinger og usikkerhet

En stor andel av risiko for personer i boligbygninger er knyttet til startbranncellen. Alle tiltak som reduserer risiko i startbranncellen vil i utgangspunktet gi et godt bidrag til det totale risikobildet i bygningen. I dette tilfellet reduseres risiko noe som følge av en forutsetning om økt pålitelighet på brannvarslingsanlegget. Dette gir større sannsynlighet for tidlig varsling om brann, noe som normalt reduserer nødvendig rømningstid. Det er usikkert hvor stor forbedringen av brannvarslingen vil bli, og det er også usikkert hvor stor reduksjonen i nødvendig rømningstid vil bli. Det er ikke vanskelig å se for seg scenarioer der en brann i leilighet raskt vil sperre for rømning via svalgangen, da analysebyggverket mangler brannskille mot svalgang. Dette bidrar til noe høyere risiko for naboer av startbranncellen. Normalt utgjør risiko for naboer en begrenset del av det totale risikobildet i boligbygninger, men i denne typen bygninger (mindre trehus med begrenset passiv brannmotstand uten automatisk slokkeanlegg) er det ikke urimelig å forvente relativt omfattende brannspredning gitt ugunstige forhold, f.eks. ugunstig vindretning og –styrke og/eller forsinket innsats fra brannvesenet. Evakuering av hele bygningen ved brann vurderes derfor som et viktig prinsipp for å oppnå god brannsikkerhet. Analysebyggverket vil ha noe lavere risiko i startbranncellen, men større sårbarhet og dermed et større storulykkepotensial.

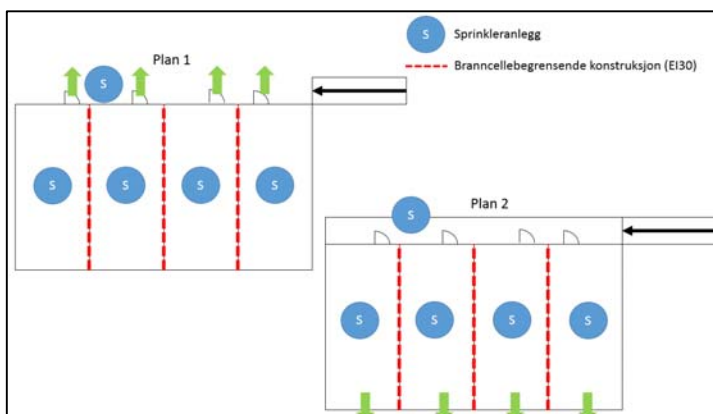
Dersom vi vurderer brannsikkerhet som en systemegenskap som oppnås i samspillet mellom (minimum) brukerne og bygningen, ser vi at brannsikkerheten i utgangspunktet vil reduseres fremover grunnet økt risiko knyttet til brukerne. Dette skyldes f.eks. en aldrende befolkning og en samfunnsutvikling som legger opp til at eldre skal bo lengre i sin egen bolig. En liten risikoreduksjon på bygningssiden i dette samspillet vil derfor ikke nødvendigvis være tilstrekkelig for å opprettholde et konstant sikkerhetsnivå. **Basert på dette gir ikke analysen grunnlag for å påvise at sikkerhetsnivået for personer, samfunn og materielle verdier blir opprettholdt på et akseptabelt nivå i analysebyggverket.**

7.2 Case 02: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – automatisk slokkeanlegg

7.2.1 Beskrivelse av byggverk

Beskrivelse av analysebyggverk:

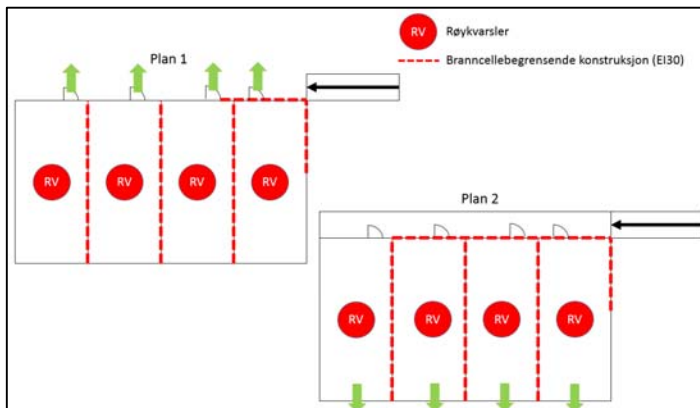
- Svalgangsbygg i to etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter gjeldende VTEK10 og automatisk slokkeanlegg (sprinkleranlegg), med følgende fravik:
 - o Uklassifisert fasade mot svalgang med ensidig rømningsretning.



Figur 7: Analysebyggverk, case 02

Beskrivelse av referansebyggverk:

- Svalgangsbygg i to etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter VTEK97 (4. utg).



Figur 8: Referansebyggverk, case 02

Kommentarer

Forskjellen mellom de to byggverkene er at analysebyggverket mangler brannklassifisert fasade, EI30 [B30], mot svalgangen for beskyttelse av rømningsvei med ensidig rømningsretning og beskyttelse av trappeløp. Til gjengjeld har analysebyggverket automatisk slokkeanlegg og et bedre system for brannvarsling, som bygger på seriekoblede røykvarslere tilkoblet nettstrøm i leiligheter, og røykdeteksjon på svalgang (kategori 1-anlegg). Hele bygget varsles ved deteksjon på svalgang, mens deteksjon i leilighet kun gir varsel i leilighet. Referansebyggverket har ikke automatisk slokkeanlegg og har bare røykvarslere i hver enkelt leilighet, og ingen automatisk varsling av naboer.

7.2.2 Komparativ analyse

Tabell 6: Sammenligning analysebyggverk med referansebyggverk, case 02

Brann-scenario	Konsekvenser for...					Kommentarer
	Personer i brannleiligheten	Naboer i brannetasjen	Naboer i andre etasjer	Brannvesen	Verdier	
Rask brann i leilighet	+++	++	++	+++	+++	Analysebyggverket vil ha betraktelig lavere risiko i startbranncellen, både som følge av høyere pålitelighet på brannvarsling og pga automatisk slokkeanlegg.
Rask brann på svalgang	N/A	+++	+++	+++	+++	Deteksjon og automatisk slokkeanlegg på svalgang gir vesentlig redusert risiko for personer i bygningen, brannvesenet og for tap av verdier. Scenarioet utgjør en begrenset del av risikobildet, så et godt bidrag for dette scenarioet vil ikke gi stort utslag på samlet risiko i bygningen.

Brann-scenario	Konsekvenser for...					Kommentarer
	Personer i brannleiligheten	Naboer i brannetasjen	Naboer i andre etasjer	Brannvesen	Verdier	
Rask brann på balkong	N/A	+	+	+	+	Analysebyggverket vurderes å være litt bedre enn referansebyggverket. Det forutsettes her at det innvendige automatiske slokkeanlegget vil ha en viss effekt dersom brannen slår inn i bygningen, men det er svært usikkert hvor stor effekt det vil ha. Det forutsettes at det ikke er automatisk slokkeanlegg eller deteksjon på balkong i noen av byggverkene.
Langsom brann i leilighet (typisk ulmebrann)	+	0	0	+	0	Samme vurdering som for tilsvarende scenario i 7.1.2. Det forutsettes at det automatiske slokkeanlegget ikke aktiveres av brannen pga for liten varmeutvikling.

Nærmere beskrivelse av vurderinger og usikkerhet

En stor andel av risiko for personer i boligbygninger er knyttet til startbranncellen. I dette analysebyggverket er det forutsatt både bedre brannvarsling enn i referansebyggverket og automatisk slokkeanlegg (sprinkleranlegg). Økt pålitelighet på brannvarsling vil gi et positivt bidrag til brannsikkerhet, som diskutert i 7.1.2.

Automatisk slokkeanlegg i startbranncellen vil gi en meget stor risikoreduksjon i startbranncellen, og dermed til totalrisikoen for bygningen. Automatisk slokkeanlegg er i praksis det eneste tekniske tiltaket som kan redde livet til personer, som ellers ville omkommet i en brann. Det er også rapportert om at sprinkleranlegg kan redde personer som er svært nær brannen (se Bjelland, 2009 for nærmere beskrivelse og referanser). Likevel kan det ikke forventes at sprinkleranlegg vil kunne redde alle. Det er usikkerhet forbundet med sprinkleranleggets pålitelighet over tid i boligbygninger. Eierne av anlegget vil i all hovedsak være «uprofesjonelle» brukere, som ikke nødvendigvis har gode forutsetninger for godt vedlikehold av anlegget. Videre kan det være utfordringer med at brukerne ikke forstår systemets betydning og funksjon, og ubevisst setter anlegget helt eller delvis «ut av spill». Denne typen problemstillinger vil imidlertid kunne forebygges. Et økende antall sprinkleranlegg installert i norske boliger gir grunnlag for forskningsarbeid i tiden fremover med mål om å utvikle kunnskap om denne typen problemstillinger. Denne kunnskapen kan brukes til å gi målrettet opplæring til brukerne om hvordan anlegget fungerer og hvordan det skal driftes og vedlikeholdes. I tillegg vil denne typen kunnskap kunne gi grunnlag for bedre, og mer «fail-safe», design av sprinkleranlegg i boliger.

Den største usikkerheten ved analysebyggverket er sårbarheten ved svikt i sprinkleranlegg og/eller brannvarslingsanlegget. I dette tilfellet vil det ikke finnes brannklassifisert konstruksjon mot svalgangen, som beskyttelse av ensidig rømningsretning. I praksis vil ytterveggkonstruksjonen mot

svalgangen være robust med hensyn til brannmotstand. Det samme gjelder inngangsdøren til leilighetene. Den største svakheten vil være vinduer som vender mot svalgangen. Strengt energi- og lydkrav medfører imidlertid at også vinduene mot svalgang er relativt robuste konstruksjoner med hensyn til brannsikkerhet. Likevel må vi forvente at vinduet i startbranncellen vil bryte ved overtenning i leiligheten, og at det vil bli røyk- og flammespredning til svalgangen. Med ugunstige vindforhold og forsinket innsats fra brannvesenet kan det oppstå kritiske situasjoner. Det skal imidlertid være mulig å rømme via vinduer på motsatt side av svalgangen fra alle leiligheter. Grunnleggende robuste konstruksjoner i kombinasjon med et fungerende sprinkleranlegg, gir på den annen side, et godt grunnlag for å forvente at en brann ikke vil spre seg ut av startbranncellen. Dette vil være et sterkt bidrag til å redusere storulykkerisiko, risiko for brannvesen og risiko for tap av store verdier.

Påvirkning fra eksterne forhold, typisk vind, er vurdert som en utfordring for svalgangsbygninger. Tiltak som forhindrer at en brann kommer i kontakt med eksterne forhold er dermed effektive. Et fungerende sprinkleranlegg vil med stor sannsynlighet holde brannen inne i startbranncellen, eller på et begrenset område utvendig. Dette tilsier lavere sårbarhet knyttet til f.eks. ugunstig vindpåvirkning i et branntilfelle.

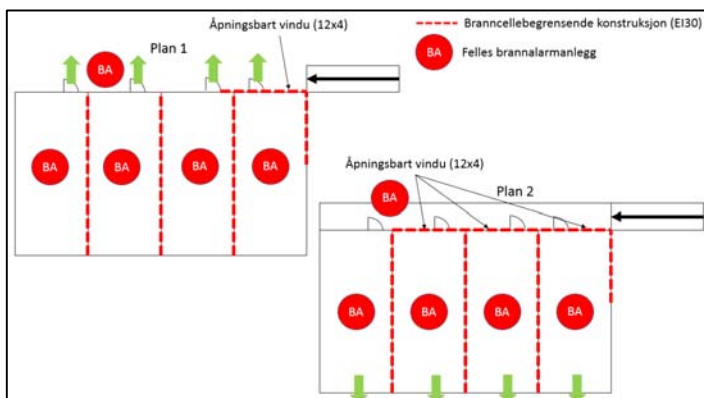
Analysebyggverket vil gi en vesentlig lavere risiko enn referansebyggverket knyttet til de fleste scenarioene vi har vurdert. Det er usikkerhet knyttet til sårbarheten ved sprinklersvikt, men tilsvarende sårbarhet kan knyttes til at en brannklassifisert dør blir stående åpen etter rømning fra en brannsituasjon. Dersom vi tar utgangspunkt i en situasjon der man, på bakgrunn av brannsikkerhet, måtte velge mellom å installere sprinkleranlegg eller etablere brannklassifisert fasade mot svalgang med ensidig rømningsvei, mener vi det vil være enkelt å velge sprinkleranlegget. Sprinkleranlegget vil virke på de scenarioene der risikoen er høyest (i startbranncellen), og samtidig redusere storulykkepotensialet. **Vi mener derfor at analysen påviser at sikkerhetsnivået for personer, samfunn og materielle verdier blir opprettholdt på et akseptabelt nivå i analysebyggverket.**

7.3 Case 03: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – Åpningsbare vinduer

7.3.1 Beskrivelse av byggverk

Beskrivelse av analysebyggverk:

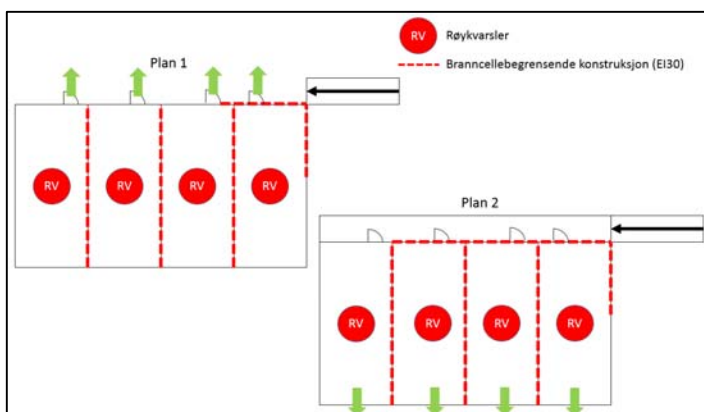
- Svalgangsbygg i to etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter gjeldende VTEK10 og med fulldekkende brannalarmanlegg med direkte varsel til brannvesenet. Bygget har følgende fravik:
 - o Høytsittende åpningsbare vinduer i brannklassifisert fasade mot svalgang. Det er forutsatt at det åpningsbare feltet er et «12x4»-vindu (1200 mm x 400 mm karm) plassert mellom høyde ca. 1,8 m til 2,1 m.



Figur 9: Analysebyggverk, case 03

Beskrivelse av referansebyggverk:

- Svalgangsbygg i to etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter VTEK97 (4. utg).



Figur 10: Referansebyggverk, case 03

Kommentarer

Forskjellen mellom de to byggverkene er at analysebyggverket har åpningsbare vinduer i brannklassifisert fasade, EI30 [B30]. Til gjengjeld har analysebyggverket fulldekkende brannalarmanlegg med direkte varsel til brannvesenet. Hele bygget varsles ved deteksjon i leilighet

eller på svalgang. Referansebyggverket har bare røykvarslere i hver enkelt leilighet, og ingen automatisk varsling av naboer.

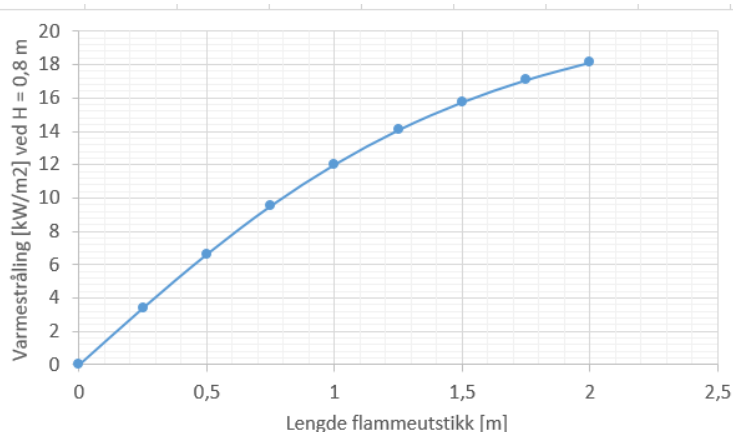
7.3.2 Beregninger som grunnlag for komparativ analyse

En særlig sikkerhetsutfordring for analysebyggverket vil være at flammer og røyk trenger ut gjennom åpningsbart vindu i en ellers brannklassifisert og tett vegg. Muligheten for å rømme forbi/under et slikt flammeutstikk vil i hovedsak avhenge av varmestrålingsintensiteten i ganglinjen. Denne situasjonen, inkludert varmestråling fra flammeutstikk, kan beregnes/modelleres, men det vil være flere usikre variabler, f.eks.: temperatur i branncellen, tid til vinduet knuser, åpningens form etter at vinduet knuser, temperatur i flammeutstikket, lengden på flammeutstikket, vindstyrke, vindretning m.m.

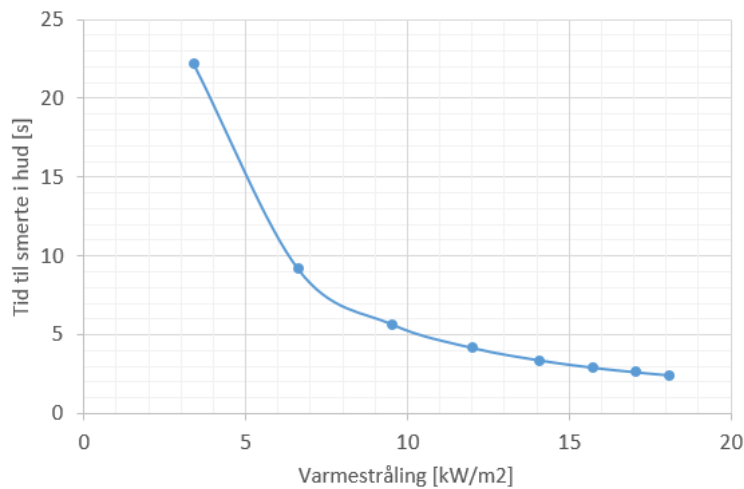
I dette kapittelet har vi gjort noen enkle beregninger av varmestrålingsintensitet og hvordan dette påvirker mennesker i form av «smerte i hud». Beregningene er basert på følgende forutsetninger:

- Flammeutstikket (avstrålende flate) beregnes som vinduets bredde x flammeutstikkets lengde i høyde 1,8 m over gulvet i svalgangen. Det er forutsatt at vinduet er helt åpent.
- Flammeutstikkets bredde = vindusbredden (1,1 m)
- Flammeutstikkets lengde = variabel faktor (fra 0 m til 2 m)
- Punkt som mottar varmestråling = 0,8 m over gulv
- Emissivitet flammeutstikk = 1,0 (svart legeme-avstråling)
- Temperatur i flammeutstikk = 680 °C (basert på maksimal temperatur for utvendig brannkurve iht NS-EN 1991-1-2:2002+NA:2008 pkt 3.2.2).
- Konfigurasjonsfaktor er beregnet iht DiNenno m.fl. (2008:table 1-4.1) med ligning for beregning av varmestråling mellom to parallelle flater.
- Tid til smerte i hud er beregnet basert på Håndbok i branntekniske beregninger fra SINTEF NBL (Opstad & Stensaas, 1998) med formelen $t_p = (35/q)^{1,33}$, der t_p er tid til smerte i hud og q er varmestrålingsintensiteten.

Resultatet av beregningene viser at varmestrålingsintensiteten vil variere mellom 0 og 18 kW/m² når flammeutstikkets lengde økes fra 0 m til 2 m. En strålingsintensitet på 10 kW/m² gir ca. 5 s til smerte i hud, mens 18 kW/m² gir ca. 2,5 s til smerte i hud.



Figur 11: Varmestråling 0,8 m over svalgang som funksjon av lengden på flammeutstikk



Figur 12: Beregnet tid til smerte i hud som funksjon av varmestråling

7.3.3 Komparativ analyse

Tabell 7: Sammenligning analysebyggverk med referansebyggverk, case 03

Brann-scenario	Konsekvenser for...					Kommentarer
	Personer i brannleiligheten	Naboer i brannetasjen	Naboer i andre etasjer	Brannvesen	Verdier	
Rask brann i leilighet	+	0	+	++	++	Noe redusert risiko i brannleiligheten grunnet bedre pålitelighet på brannvarslingen, samt for naboer i andre etasjer, som vil bli varslet tidlig ved brann. Usikker konsekvens for naboer i brannetasjen. Tidligere varsel gir gode muligheter for evakuering, men det finnes en sårbarhet knyttet til flammer/røyk på svalgang. Fulldekkende brannalarmanlegg vil være positivt for brannvesenet og verdisikkerheten, gjennom oftere og tidligere varsel om brann.
Rask brann på svalgang	N/A	++	++	+	+	Deteksjon på svalgang gir vesentlig redusert risiko for personer i bygningen, gitt scenarioet. Dette gir også redusert risiko for brannvesenet gjennom tidligere varsling og bedre verdisikkerhet. Scenarioet vurderes imidlertid å utgjøre en begrenset del av risikobildet, så et godt bidrag for dette scenarioet vil ikke gi stort utslag på samlet risiko i bygningen.

Brann-scenario	Konsekvenser for...					Kommentarer
	Personer i brannleiligheten	Naboer i brannetasjen	Naboer i andre etasjer	Brannvesen	Verdier	
Rask brann på balkong	N/A	+	+	+	+	Det forutsettes at det ikke er deteksjon på balkong i noen av byggverkene, men fulldekkende brannalarmanlegg vil gi tidligere varsel til hele bygningen.
Langsom brann i leilighet (typisk ulmebrann)	+	0	0	++	0	Vurderes å gi en liten positiv effekt for personer i brannleiligheten pga økt pålitelighet på brannvarsling, som igjen gir bedre betingelser for brannvesenet gjennom direkte varsel. For øvrig vurderes scenarioet generelt å bidra begrenset til risikobildet for naboer og verdier, både i analyse- og referansebyggverket.

Nærmere beskrivelse av vurderinger og usikkerhet

Fulldekkende automatisk brannalarmanlegg i analysebyggverket vil bidra positivt til brannsikkerhet på flere områder. Utfordringen i dette caset er å sammenligne sikkerhetsgevinsten av tidlig varsling av alle beboerne i bygningen med en mindre svekkelse (lite åpningsbart vindu høyt på fasaden mot svalgangen) av den passive beskyttelsen av rømningsveien.

Vi vurderer generelt brannalarmanlegget som et tiltak, som i større grad enn denne mindre svekkelsen av brannskillet, bidrar til brannsikkerhet i bygningen. Begrunnelsen for dette er at risiko i brannleiligheten vil reduseres noe gjennom høyere pålitelighet på deteksjon og varsling, naboer vil få tidlig varsel og brannvesenet vil kunne gjøre tidlig innsats ved direkte varsel. Samtidig er det en vesentlig svakhet ved referansebyggverket, at det ikke er en preakseptert ytelse å etablere selvlukkende dører i den brannklassifiserte veggen.

Enkle beregninger av varmestråling viser at flammeutstikket fra vinduet ikke skal være veldig stort før det blir vesentlig varmestråling mot personer som rømmer forbi/under på svalgangen. Det tar imidlertid ikke lang tid å rømme forbi et slikt vindu, og med de tallene vi har presentert her, vurderes det som mulig å gjennomføre ved tildekking av hud og rask forflytning. Utfordringen vil kanskje i større grad være knyttet til frykt som oppstår ved synet av flammer og røyk som sperrer den ene rømningsveien. I denne bygningen (2 etasjer) vil det imidlertid være mulig å rømme via vindu eller på utsiden av svalgangen, da det bare er én etasje ned.

Dersom vi vurderer brannsikkerhet som en systemegenskap som oppnås i samspillet mellom (minimum) brukerne og bygningen, ser vi at brannsikkerheten i utgangspunktet vil reduseres fremover grunnet økt risiko knyttet til brukerne. Dette skyldes f.eks. en aldrende befolkning og en samfunnsutvikling som legger opp til at eldre skal bo lengre i sin egen bolig. Brannalarmanlegg vil bidra til å redusere brannrisiko i bygningen, men vi er usikker på i hvilken grad. Vår analyse tilsier at analysebyggverket vil være å foretrekke foran referansebyggverket. Aktuelle ytelser som kunne bidratt til å øke sikkerhetsmarginen i denne vurderingen er f.eks.:

- Dører mot svalgang i brannklassifisert fasade utføres som selvlukkende.
- Vinduer mot svalgang i brannklassifisert fasade, inkl. det åpningsbare, bunnhengslede, høytsittende feltet, utføres med brannmotstand E30. Dersom vinduet er lukket vil det ikke være noe problem å rømme forbi leiligheten som brenner. Dersom vinduet står åpent (bunnhengslet) vil åpningsarealet være svært begrenset, noe som vil gi svært begrenset flammeutstikk og lav varmestrålingsintensitet mot ganglinjen i svalgangen.

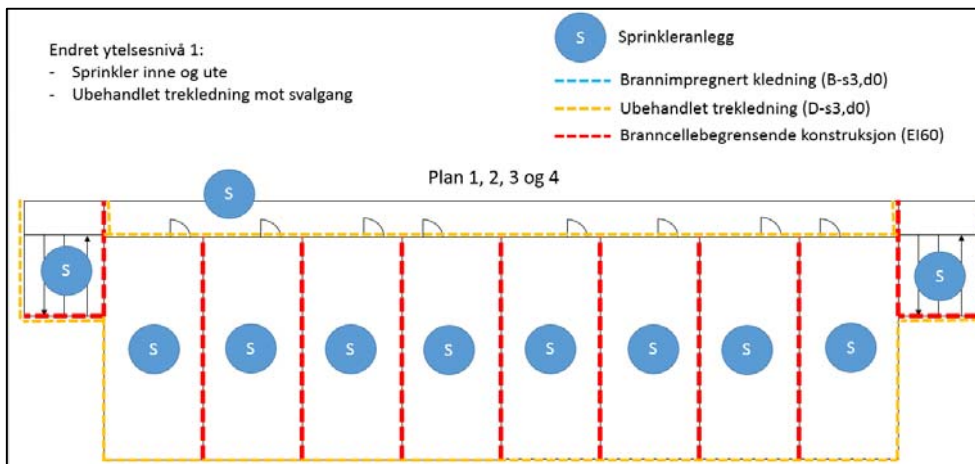
Basert på dette mener vi analysen gir grunnlag for å konkludere at sikkerhetsnivået for personer, samfunn og materielle verdier blir opprettholdt på et akseptabelt nivå i analysebyggverket, men at det må vurderes konkrete tilleggstiltak for å øke sikkerhetsmarginen.

7.4 Case 04: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brennbar trekledning på fasade mot svalgang

7.4.1 Beskrivelse av byggverk

Beskrivelse av analysebyggverk (case 04A):

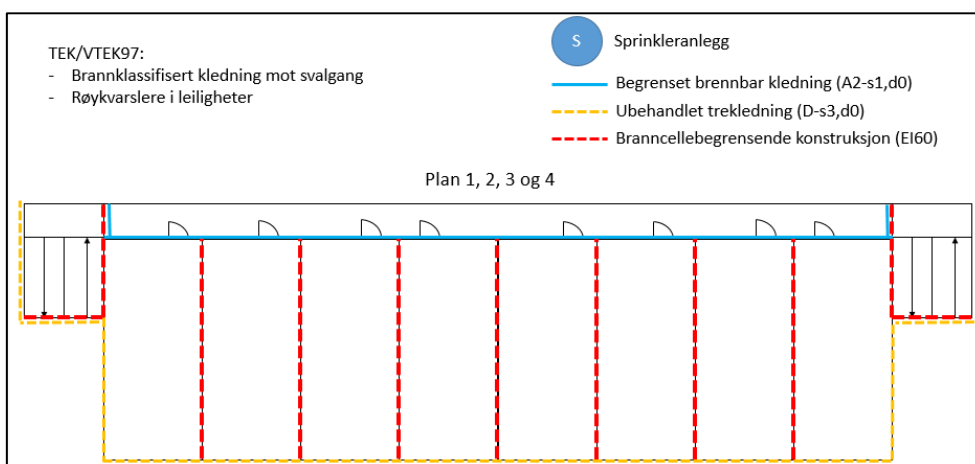
- Svalgangsbygg i inntil fire etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter gjeldende VTEK10 og med fulldekkende brannalarmanlegg med direkte varsel til brannvesenet og automatisk slokkeanlegg. Bygget har følgende fravik:
 - o Brennbar trekledning, klasse D-s3,d0 [Ut2], på fasade mot svalgang.



Figur 13: Analysebyggverk, case 04

Beskrivelse av referansebyggverk:

- Svalgangsbygg i inntil fire etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter VTEK97 (4. utg).



Figur 14: Referansebyggverk, case 04

Kommentarer

Hovedforskjellen mellom de to byggverkene er at analysebyggverket har automatisk slokkeanlegg, mens referansebyggverket ikke har dette. Til gjengjeld har analysebyggverket et fravik knyttet til klasse på kledning/overflate på fasade mot svalgang. Vi har her forutsatt at analysebyggverket er utført med vanlig trepanelkledning på fasaden mot svalgangen. Analysebyggverket vil ha fulldekkende

brannalarmanlegg, mens referansebyggverket har røykvarslere i hver enkelt leilighet og ingen automatisk varsling av naboer.

7.4.2 Komparativ analyse

Tabell 8: Sammenligning analysebyggverk med referansebyggverk, case 04A

Brann-scenario	Konsekvenser for...					Kommentarer
	Personer i brannleiligheten	Naboer i brannetasjen	Naboer i andre etasjer	Brannvesen	Verdier	
Rask brann i leilighet	+++	+++	+++	+++	+++	Vesentlig lavere brannrisiko i analysebyggverket.
Rask brann på svalgang	N/A	+	+	+	+	Stor usikkerhet forbundet med å avgjøre hvilken bygning som er best i dette scenarioet. Det vurderes som mest sannsynlig at en brann vil oppstå i noe annet enn kledningen dersom scenarioet først oppstår, f.eks. lagrede materialer, søppel, møbler, pyntegjenstander m.m. I analysebyggverket vil en slik brann kunne slås ned av sprinkleranlegget når den oppnår en viss størrelse (tilstrekkelig effekt til å løse ut sprinkleranlegget). I referansebyggverket vil brannen ikke slokkes automatisk, men sannsynligheten for spredning er begrenset gjennom bruk av ubrennbare konstruksjoner. Den positive effekten er anslått basert på større omfang av brannalarmanlegg i analysebyggverket. Scenarioet utgjør en begrenset del av risikobildet.
Rask brann på balkong	N/A	+	+	+	+	Analysebyggverket vurderes å være litt bedre enn referansebyggverket. Det forutsettes her at det innvendige automatiske slokkeanlegget vil ha en viss effekt dersom brannen slår inn i bygningen, men det er svært usikkert hvor stor effekt det vil ha. Det forutsettes at det ikke er automatisk slokkeanlegg eller deteksjon på balkong i noen av byggverkene.

Brann-scenario	Konsekvenser for...					Kommentarer
	Personer i brannleiligheten	Naboer i brannetasjen	Naboer i andre etasjer	Brannvesen	Verdier	
Langsom brann i leilighet (typisk ulmebrann)	+	0	0	++	0	Vurderes å gi en liten positiv effekt for personer i brannleiligheten pga økt pålitelighet på brannvarsling. Direkte varsling til brannvesen gir bedre betingelser for brannvesenet. For øvrig vurderes scenarioet generelt å bidra begrenset til risikobildet for naboer og verdier, både i analyse- og referansebyggverket.

Nærmere beskrivelse av vurderinger og usikkerhet

Det er her gjort en komparativ analyse av en svalgangsbygning prosjektert etter VTEK10, men med brennbar trekledning på fasade mot svalgang, og en referansebygning basert på VTEK97. Installasjon av automatisk slokkeanlegg og fulldekkende brannalarmanlegg vil generelt bidra til kraftig risikoreduksjon i startbrannleiligheten, for naboer og for brannvesenet.

Scenarioet med brann på svalgang er usikkert. Uten en grundigere analyse er det vanskelig å konkludere entydig om analysebyggverket er bedre enn referansebyggverket. Begge bygningene vil ha branntekniske kvaliteter og sårbarheter. Samlet sett mener vi analysebyggverket kommer bedre ut, også for dette scenarioet, basert på et mer omfattende brannalarmanlegg. Scenarioet vil gi et relativt lite bidrag til den totale brannrisikoen for svalgangsbygninger.

Samlet sett mener vi at analysen påviser at sikkerhetsnivået for personer, samfunn og materielle verdier blir opprettholdt på et akseptabelt nivå i analysebyggverket.

7.4.3 Vurdering av alternativt analysebyggverk uten sprinklerdekning på svalgang (case 04B)

Analysen gir også grunnlag for å vurdere en situasjon der analysebyggverket utføres med ubrennbare materialer og overflater på svalgang, men uten sprinklerdekning på svalgangen. Basert på våre vurderinger vil den totale brannrisikoen for dette analysebyggverket være betraktelig lavere enn referansebyggverket, da innvendige arealer er dekket av automatisk slokkeanlegg. Analysebyggverket har også fulldekkende brannalarmanlegg, inkl. deteksjon på svalganger. Høringsutgaven av europeisk standard for boligsprinkleranlegg, prEN 16925, åpner for at åpne balkonger og korridorer kan unntas sprinkling (prEN, 2015). Nødvendige regelverkstilpasninger må eventuelt gjøres når standarden foreligger i endelig utgave og som norsk standard.

Usikkerhet/sårbarhet er i stor grad knyttet til lagring av møbler eller andre materialer i svalgangen. Et brannscenario med brann i slike gjenstander er ikke håndtert uten sprinkleranlegg. Det er imidlertid mulig å redusere sannsynligheten for lagring på og uønsket bruk av svalgangen. Det kan f.eks. stilles krav om at svalgangen skal være maksimalt 1,5 m bred, foruten spesifiserte møteplasser for rullestol. Dette vil kunne forhindre at svalgangen brukes som en alternativ balkong for beboerne.

Samlet sett mener vi at dette alternative analysebyggverket har omtrent tilsvarende sikkerhetsnivå som analysebyggverket vurdert i tabellen ovenfor. **Vi konkluderer derfor med at sikkerhetsnivået for personer, samfunn og materielle verdier blir opprettholdt på et akseptabelt nivå i analysebyggverket uten sprinklerdekning på svalgang når svalgangen er utført i ubrennbare materialer, dvs klasse K10 A2-s1,d0.** Eksempel på utførelse kan være svalgangsdekker i betong og fasade utført med sementfiberplater eller tegl.

7.4.4 Vurdering av alternativt analysebyggverk uten røykskille på svalgang > 30 m (case 04C)

Ifølge VTEK10 kan avstanden mellom to trapper på en svalgang være maksimalt 60 m. Når svalgangen er lengre enn 30 m må det etableres et branncellebegrensende skille for hver 30. meter for å redusere sannsynligheten for horisontal brannspredning. Etter innspill fra boligentreprenører vil vi diskutere denne preaksepterte ytelsen opp mot den komparative analysen som er gjennomført i dette kapittelet.

Manglende dokumentert effekt

Et brannskille for hver 30. meter på svalgangen vurderes i utgangspunktet å være et brannteknisk tiltak med begrenset dokumentert effekt. Vi ser for oss at tiltaket har størst effekt i en situasjon der vind kommer inn i retning langs svalgangen. Brannskillet vil i dette tilfellet kunne forhindre røykspredning til hele svalgangen. På den annen side vil et slikt skille på svalgangen gjøre leiligheten nærmest brannskillet nedstrøms vinden spesielt utsatt for røykspredning. Røyk og branngasser har potensiale for å samles opp ved brannskillet i større grad enn om brannskillet ikke var der. Vi mener derfor at løsningen ikke er udelt positiv med hensyn til brannsikkerhet.

Bruksmessig ugunstig og kostnadskrevende

Bruksmessig vurderes et slikt brannskille være ugunstig. Her tar vi utgangspunkt i at brannskillet skal være åpent i en vanlig brukssituasjon. Dette vil være tilfellet der bygningen f.eks. bare har én heis, eller dersom bygningen har ett trapperom som benyttes til atkomst, mens det andre trapperommet er en rømningsvei/bi-trapp. For å oppnå en funksjonell løsning, vil døren måtte stå i åpen stilling i normal bruk, og lukkes ved deteksjon av røyk. Dette krever at døren utføres med selvlukker, magnetholder, dørautomatikk og sikker strømforsyning/UPS. Våre informanter anslår en material- og byggekostnad på ca. kr. 100 000,- eks mva per skille for en slik løsning. I tillegg vil løsningen kreve jevnlig vedlikehold for å fungere.

Konflikt med funksjonskrav i TEK

Ifølge TEK skal dører i rømningsvei ha slagretning i rømningsretningen. Dersom vi definerer svalgangen som en rømningsvei, må døren i brannskillet ha to dører for å oppnå dette kravet: en i hver retning¹. Dette vil igjen medføre at svalgangen blir dyp for å oppnå tilstrekkelig rømningsbredde. Dersom vi tar utgangspunkt i dørbredde på 0,9 m (uten å ta hensyn til universell utforming) vil dørløsningen og svalgangen måtte bli opp mot 2 m bred på dette punktet. Dette vil igjen øke sannsynligheten for at svalgangen brukes til andre formål enn som et rent kommunikasjonsareal. I praksis er nok ikke dette forholdet bli hensyntatt, og brannskillet etableres med én dør, hvor slagretning vil være mot rømningsretningen på den ene siden.

¹ I praksis bygges bare én dør. Dette er en praksis som er støttet gjennom uttalelse fra DiBK: «Hensikten med at dør skal slå ut i rømningsretningen er - som det står i forskriftsteksten - at det ikke oppstår fare for oppstuvning. For en dør i rømningskorridor som kan ha bare én slagretning, må man gjøre en vurdering av hvor det vil være flest personer. Ellers viser vi også til § 11-13 Utgang fra branncelle, sjuende ledd bokstav b. Her er angitt at: Dør til rømningsvei kan likevel slå mot rømningsretningen dersom det ikke er fare for oppstuvning ved rømning. Vi vil vurdere en tilsvarende formulering i §11-14. I boligbygninger er fare for oppstuvning vanligvis ikke noen problemstilling» (Epost til Multiconsult fra DiBK v/Stenstad, 5. februar 2016).

Et forslag til alternativ løsning: røykskjørt

Et særlig viktig funksjonskrav for svalgangsløsningen er å forhindre at røyk og flammer fra leiligheter samler seg på svalgangen. I denne sammenheng er tiltak som forhindrer spredning ut fra leiligheten første barriere. Eksempler på dette kan være automatisk slokkeanlegg og/eller branncellebegrensende fasade.

Når flammer og røyk først er kommet ut på svalgangen, er det viktig at de luftes bort og føres til fri luft. Her er utformingen av svalgangen sentral, der det må unngås å bruke dype frontdragere, skrått tak eller andre løsninger som bidrar til å samle opp røyk. Materialbruk er også et viktig tema, der det må velges materialer som forhindrer at flammene får «tak» i konstruksjonen.

Etablering av brannskille for hver 30. meter vurderes ikke å være spesielt viktig for å ivareta funksjonskravet om å forhindre oppsamling av røyk på svalgangen. Et alternativt tiltak, som vi har hentet fra britisk standard for brannsikkerhet i boligbygninger (BS9991, 2011) er etablering av røykskjørt. Røykskjørtet vil måtte plasseres under svalgangsdekket 90° på leilighetene, som en forlengelse av det innvendige brannskillet mellom hver leilighet. Ifølge BS 9991 skal slike røykskjørt ha en dybde på 0,3-0,6 m, eller dybde bestemmes ved beregning. I BS 9991 stilles det krav om slike skjørt først når overbygget/svalgangen utføres dypere enn 2 m.



Plate 5 Smoke spreading beneath a balcony



Plate 6 Use of channeling screens

Figur 15: Eksempel på bruk av røykskjørt for å redusere horisontal brannspredning utenfor brannrommet (bildet er hentet fra Morgan m.fl. (1999:41)).

En løsning med røykskjørt vil i større grad bygge opp under funksjonskravet om at røyk og branngasser ikke skal samles i svalgangen enn et brannskille for hver 30. meter. Et slikt røykskille kan f.eks. etableres som en passiv konstruksjon (plater) til en begrenset material-, bygge- og vedlikeholdskostnad. Ifølge våre informanter vil slike skjørt koste ca. kr. 1 000,- eks mva per stk å etablere.

Arkitektoniske utfordringer med røykskjørt

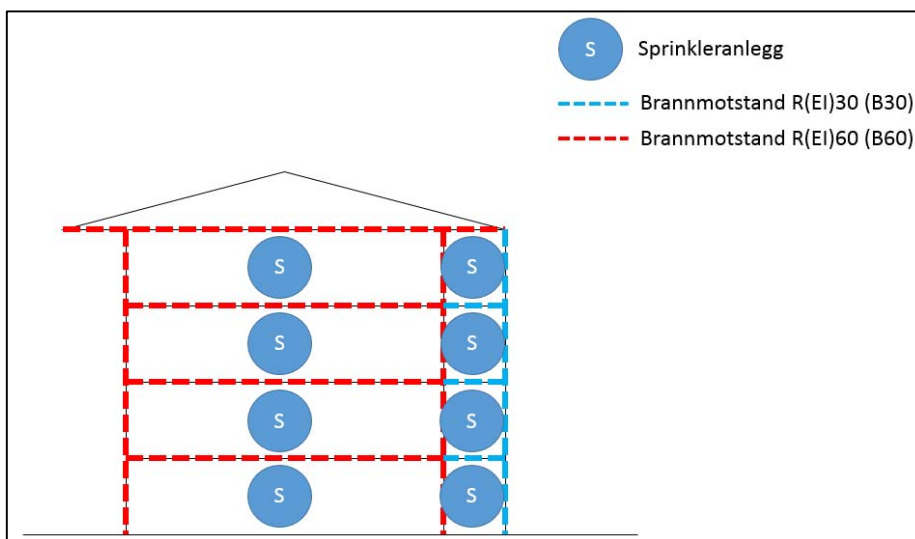
Vi har ikke gjort undersøkelser knyttet til de estetiske konsekvensene av å etablere en løsning med røykskjørt. I praksis vil svalgangen kunne fremstå som en lang rekke portaler, noe som antas å ikke være ensidig positivt, sett fra en arkitekts perspektiv. For å bøte på dette vil man kunne tenke seg aktive løsninger, der skjørtet senkes ned ved deteksjon av røyk. Dette vil for øvrig heve kostnadene, øke kompleksiteten og muligens redusere påliteligheten. God prosjektering bør imidlertid kunne bidra til å systemet får tilstrekkelig pålitelighet. En vesentlig utfordring med aktive systemer i boligbygninger, vil imidlertid være drift- og vedlikehold over tid.

7.5 Case 05: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brannmotstand R(EI)30 på svalgang

7.5.1 Beskrivelse av byggverk

Beskrivelse av analysebyggverk:

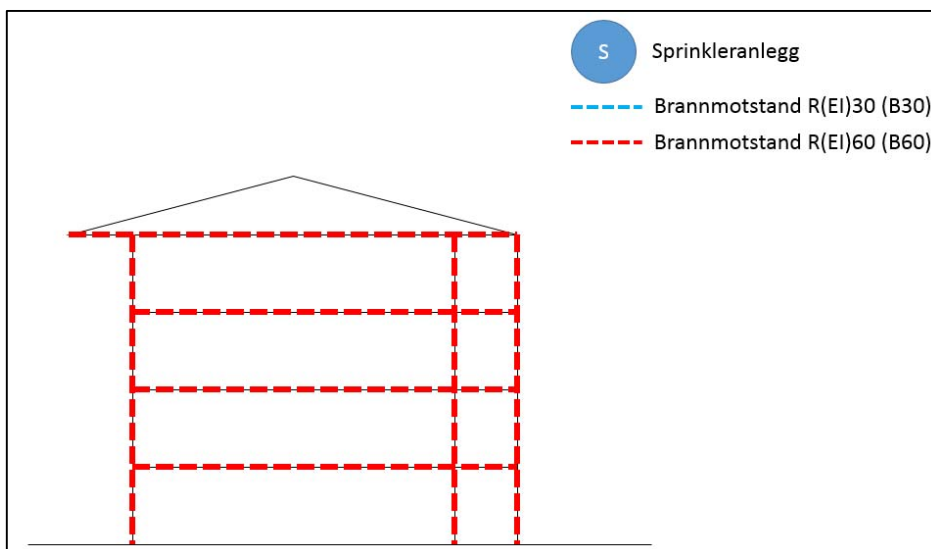
- Svalgangsbygg i fire etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter gjeldende VTEK10 med automatisk slokkeanlegg og fulldekkende brannalarmanlegg med direkte varsel til brannvesenet. Det er forutsatt at bygningen har to trapper til terreng. Bygget har følgende fravik:
 - o Bærende/stabiliserende og skillende konstruksjoner for svalgang er utført med brannmotstand R(EI)30 [B30], dvs som for BKL1.



Figur 16: Analysebyggverk, case 05

Beskrivelse av referansebyggverk:

- Svalgangsbygg i inntil fire etasjer utført i samsvar med preaksepterte løsninger etter VTEK97 (4. utg). Referansebyggverket har ikke automatisk slokkeanlegg eller automatisk brannalarmanlegg. Røykvarsling via røykvarsler i leiligheter, ingen automatisk varsling av naboer.



Figur 17: Referansebyggverk, case 05

Kommentarer til valg av analysebyggverk:

Vi har valgt å se på en løsning hvor krav til brannmotstand reduseres for bærende og skillende konstruksjoner på svalgang. Vi mener dette kan være et bidrag til at det etableres slankere konstruksjoner på svalgangen, som igjen vil frigjøre plass til mer åpenhet i fasaden. I tillegg er det en logikk i å redusere brannkrav til utvendige konstruksjoner sammenlignet med innvendige konstruksjoner. Utvendige konstruksjoner vil generelt være mindre belastet ved brann pga stort varmetap til omgivelsene sammenlignet med innvendig. Dimensjonering av innvendige konstruksjoner og klimaskallet er også styrt av andre krav enn brann, f.eks. lyd og energieffektivitet, og blir derfor mindre interessante i denne sammenheng.

Det anføres at denne løsningen ble beskrevet som en tilfredsstillende løsning i byggforskblad 526.301 i sprinklede byggverk der innsatstiden for brannvesenet var mindre enn 10 minutter og tilgjengeligheten til svalgangssiden var god.

7.5.2 Komparativ analyse

Tabell 9: Sammenligning analysebyggverk med referansebyggverk, case 05

Brann-scenario	Konsekvenser for...					Kommentarer
	Personer i brannleiligheten	Naboer i brannetasjen	Naboer i andre etasjer	Brannvesen	Verdier	
Rask brann i leilighet	+++	+++	+++	+++	+++	Vesentlig lavere brannrisiko i analysebyggverket. Dersom sprinkleranlegget fungerer er det svært liten sannsynlighet for at utvendige konstruksjoner blir eksponert for høye temperaturer.

Brann-scenario	Konsekvenser for...					Kommentarer
	Personer i brannleiligheten	Naboer i brannetasjen	Naboer i andre etasjer	Brannvesen	Verdier	
Rask brann på svalgang	N/A	+++	+++	++	+++	Vesentlig lavere brannrisiko i analysebyggverket. En brann på svalgangen vil kunne slokkes før den fører til større skader. Sårbarheten ligger først og fremst i at sprinkleranlegget ikke fungerer, noe som kan påvirke brannvesenets innsats (rømning forutsettes å være utført før 30 minutter, med vekt på fulldekkende brannalarmanlegg).
Rask brann på balkong	N/A	+	+	+	+	Analysebyggverket vurderes å være litt bedre enn referansebyggverket. Det forutsettes her at det innvendige automatiske slokkeanlegget vil ha en viss effekt dersom brannen slår inn i bygningen, men det er svært usikkert hvor stor effekt det vil ha. Det forutsettes at det ikke er automatisk slokkeanlegg eller deteksjon på balkong i noen av byggverkene.
Langsom brann i leilighet (typisk ulmebrann)	+	0	0	++	0	Vurderes å gi en liten positiv effekt for personer i brannleiligheten pga økt pålitelighet på brannvarsling. Direkte varsling til brannvesen gir bedre betingelser for brannvesenet. For øvrig vurderes scenarioet generelt å bidra begrenset til risikobildet for naboer og verdier, både i analyse- og referansebyggverket.

Nærmere beskrivelse av vurderinger og usikkerhet

Det er her gjort en komparativ analyse av en svalgangsbygning prosjektert etter VTEK10, men med redusert brannmotstand på svalgangskonstruksjoner (tilsvarende som for BKL1), og en referansebygning basert på VTEK97. Installasjon av automatisk slokkeanlegg og fulldekkende brannalarmanlegg vil generelt bidra til kraftig risikoreduksjon i startbrannleiligheten, for naboer og for brannvesenet.

Scenarioet med brann på svalgang vurderes også bedre ivaretatt i analysebyggverket. I dette caset er det forutsatt både sprinklerdekning og preaksepterte ytelser til kledning og overflate på svalgang. Tidligere analyse av scenarioet brann på svalgang knyttet til fravik om reduserte ytelser til kledning og overflate peker på usikkerhet rundt sikkerhetsmargin for dette scenarioet. Det må derfor gjøres en vurdering av om fravik knyttet til bærende og brannskillende konstruksjoner kan kombineres med reduserte ytelser til kledning og overflate. Samlet sett mener vi analysebyggverket, også kombinert

med reduserte ytelser til kledning og overflate, kommer bedre ut enn referansebyggverket. Scenarioet med brann på svalgang gir et relativt lite bidrag til den totale brannrisikoen for svalgangsbygninger.

Samlet sett mener vi at analysen påviser at sikkerhetsnivået for personer, samfunn og materielle verdier blir opprettholdt på et akseptabelt nivå i analysebyggverket.

8 Samfunnsøkonomiske vurderinger

Den samfunnsøkonomiske vurderingen gir innspill til hvilke elementer av de bygningstekniske kravene til svalgang som gir størst nytte til lavest byggekostnad. Dette må sees opp mot den brannfaglige vurderingen. På bakgrunn av dette søker man å si noe om hvilke krav som kan lempes på.

Vurderingen følger forenklet mal for samfunnsøkonomiske analyser (jf. tabell 2.1. i DFØ 2015). Større deler av innholdet er allerede beskrevet i rapporten. Problembeskrivelsen er formulert i kapittel 1.4. Kapittel 2-5 identifiserer og beskriver relevante tiltak. Kapittel 7 beskriver konsekvensen av ulike tiltak, sammenlignet med referansebygget. Her beskrives konsekvenser for personsikkerhet, verdisikkerhet, og sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper, med utgangspunkt i forskjellige brannforløp. Virkningene av tiltakene vurderes deretter etter +/- metoden. I dette kapitlet vil vi si noe om de samfunnsmessige konsekvensene av casene.

Den samfunnsøkonomiske analysen baserer seg på tredjepartsvurdering og statistikk der dette er tilgjengelig. Våre informanter representerer et ledende norsk boligbyggerselskap og har omfattende erfaring fra bransjen.

Beskrivelse av volumer

Våre informanter mener et grovt anslag er at på landsbasis bygges årlig 30 % av boligene som svalganger, mens 70 % bygges som oppgangsblokker, dvs blokker med innebygde trapperom og korridorer.

Svalgangsbygg er i større grad modulbygg og omtrent 90 % bygges i 3-4 etasjer, med BKL2. Noen bygges i 5 etasjer, med BKL3.

Svalgangsbyggene er gjerne langstrakte og arealkrevende. Dette gjør at svalgangsbygg sjeldnere bygges i urbane strøk, hvor høye tomtepriser krever høyere bygg. Flest svalgangsbygg bygges derfor i rurale strøk. I dag er det en tendens til at flere flytter til urbane strøk, så i fremtiden vil prosentandelen svalganger trolig reduseres noe.

Samfunnsøkonomiske vurderinger

De samfunnsøkonomiske vurderingene presenteres i Tabell 10 for hvert enkelt case. Vi vurderer bare effekter som vi gjennom arbeidet har identifisert som mulige å vurdere med +/- metoden. Innenfor rammene av oppdraget har det ikke vært mulig å prissette konsekvensene.

Effektene som blir vurdert er:

- Bokkvalitet
- Universell utforming
- Enklere regelverk og forvaltning

Miljøeffekter² var også med i en innledende vurdering, men vi valgte å ikke ta med disse, da det er vanskelig å si noe sikkert om effekten eller skille disse mellom alternativene.

Vi definerer **bokkvalitet** som kvaliteten på boligen knyttet til støy, luftkvalitet, estetikk og fleksibilitet i innredning. Andre kvaliteter kan også være knyttet til bokkvalitet, som opplevd sikkerhet. Slike effekter er vanskelig å vurdere og er derfor ikke med i vurderingen.

Med **universell utforming** vurderer vi hvordan tiltakene i caset vil påvirke personer med nedsatt funksjonsevne. I følge DiBK betyr universell utforming at «produkter, byggverk og uteområder som er i alminnelig bruk skal utformes slik at alle mennesker skal kunne bruke dem på en likestilt måte så langt

² Miljøeffekter er utslipp av diverse skadelige gasser. Dette kan komme som utslipp ved brann, når bygget rives eller ved produksjon og transport.

det er mulig, uten spesielle tilpasninger eller hjelpemidler.»³ I den samfunnsøkonomiske vurderingen vil vi i denne sammenheng blant annet vurdere fremkommelighet og brannrisiko for personer med nedsatt funksjonsevne. Utenom dette punktet er brannrisiko utelukkende behandlet tidligere i rapporten. Gjennomgående avdekket brannrisikoanalysen at analysebyggene med automatisk slokking og/eller brannalarmanlegg gir bedre brannsikkerhet enn referansebyggene som har mer motstandsdyktig kledning, men kun enkeltstående røykvarslere og ikke automatisk slukkingsanlegg.

Den siste effekten vi vurderer er **enkler regelverk og forvaltning**. I dette legger vi innsparinger på ulike ledd knyttet til rådgiving og forvaltning, samt at regelverket blir lettere å forstå.

I Tabell 10 blir effektene vurdert på bakgrunn av casene i de foregående kapitlene, hvor referansebyggverket er utformet i samsvar med VTEK97. Byggekostnadene blir behandlet i kapittel 8.1, da referansebygget i disse tilfellene vil være bygg etter dagens TEK. Vi gjør derfor oppmerksomme på at Tabell 10 og Tabell 11 ikke er direkte sammenlignbare. Tabell 10 gir en samfunnsøkonomisk sammenligning av analysebyggverk og referansebyggverk i de case som er beskrevet i kapittel 7. Tabell 11 gir en sammenligning av analysebyggverket beskrevet i hvert case i kapittel 7 med dagens kostnadsnivå. I Tabell 11 bruker vi ytelser fra VTEK10 som referanse.

Til hvert case beskriver vi de samfunnsmessige konsekvensene med +/- metoden, beskrevet tidligere.

Tabell 10: Samfunnsmessige virkninger av de ulike casene. Vurdering etter +/- metoden, med kommentarer.

Case (Case: beskrivelse av bygg Alternativ: beskrivelse av tiltak Referanse: Beskrivelse av referansetiltak)	Konsekvenser for...			Kommentarer
	Bokvalitet	Universell utforming	Enklere regelverk og forvaltning	
Case 01: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – brannalarmanlegg kategori 1. Alternativ: Brannalarmanlegg, men ikke brannklassifisert fasade Referanse: Brannklassifisert fasade	+	0	0	Alternativet vil gi større fleksibilitet i fasaden mot svalgangen. Eksempelvis vil man være friere til å velge ulike produkter av ytterdører, som også vil ha en innvirkning på kostnader. Alternativet gir også mulighet for lufting som er positivt for luftkvaliteten. Tiltaket vil ved brann gi tidligere varsel som er positivt for personer med nedsatt funksjonsevne. Samtidig kreves raskere reaksjonstid, da fasaden mot svalgangen ikke er brannklassifisert. Vi har derfor satt 0, da det er vanskelig å si noe om nettoeffekten. Alternativet vil trolig ikke ha noen innvirkning på regelverk eller forvaltning, sammenlignet med referansen.

Case (Case: beskrivelse av bygg Alternativ: beskrivelse av tiltak Referanse: Beskrivelse av referansetiltak)	Konsekvenser for...			Kommentarer
	Bokvalitet	Universell utforming	Enklere regelverk og forvaltning	
<p>Case 02: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – automatisk slokkeanlegg</p> <p>Alternativ: Slokkeanlegg og brannalarmanlegg – ikke brannklassifisert fasade</p> <p>Referanse: Brannklassifisert fasade</p>	+	++	+	<p>Alternativet gir samme positive gevinster knyttet til fleksibilitet og luftkvalitet som case 01.</p> <p>Med slukkeanlegg gir alternativet reduksjon i brannrisiko for personer med nedsatt funksjonsevne.</p> <p>Alternativet vil spare kostnader til rådgivere, på grunn av at analyser av brannsikkerhetsnivået blir enklere.</p>
<p>Case 03: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – Åpningsbare vinduer</p> <p>Alternativ: Brannalarm. Åpningsbart brannklassifisert vindu i brannklassifisert fasade. Dører i brannklassifisert fasade utføres selvlukkende.</p> <p>Referanse: Brannklassifisert fasade</p>	+	+	+	<p>Alternativet vil være positivt for bokkvaliteten, da vinduet gir mulighet til lufting, som bedrer luftkvaliteten.</p> <p>Siden det ikke er slokkeanlegg får ikke alternativet to plusser som i case 02.</p> <p>Alternativet vil spare kostnader til rådgivere, på grunn av at analyser av brannsikkerhetsnivået blir enklere.</p>
<p>Case 04A: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brennbar trekledning på fasade mot svalgang</p> <p>Alternativ: Fulldekkende slokke- og brannalarmanlegg. Ubehandlet trekledning.</p> <p>Referanse: Begrenset brennbar kledning på fasade</p>	0	++	+	<p>Alternativet har ingen virkning på bokkvalitet, sammenlignet med referansebygget.</p> <p>Med slukkeanlegg gir alternativet reduksjon i brannrisiko for personer med nedsatt funksjonsevne.</p> <p>Alternativet vil spare kostnader til rådgivere, på grunn av at analyser av brannsikkerhetsnivået blir enklere/unødvendig.</p>
<p>Case 04B: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brennbar trekledning på fasade mot svalgang</p> <p>Alternativ: Innvendig slokkeanlegg og fulldekkende brannalarmanlegg. Ubrennbar kledning mot svalgang</p> <p>Referanse: Begrenset brennbar kledning på fasade</p>	0	+	+	<p>Alternativet har ingen virkning på bokkvalitet, sammenlignet med referansebygget.</p> <p>Med slukkeanlegg gir alternativet reduksjon i brannrisiko for personer med nedsatt funksjonsevne, men ikke fullt så mye som et fulldekkende anlegg.</p> <p>Alternativet vil spare kostnader til rådgivere, på grunn av at analyser av brannsikkerhetsnivået blir enklere/unødvendig.</p>

Case (Case: beskrivelse av bygg Alternativ: beskrivelse av tiltak Referanse: Beskrivelse av referansetiltak)	Konsekvenser for...			Kommentarer
	Bokvalitet	Universell utforming	Enklere regelverk og forvaltning	
<p>Case 04C: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brennbar trekledning på fasade mot svalgang</p> <p>Alternativ: Røykskjørt (passivt) ved hver leilighetsskille.</p> <p>Referanse: Brannklassifisert brannskille på svalgang per 30 meter.</p>	-	+	0	<p>Røykeskjørtene vil påvirke estetikken negativt.</p> <p>For universell utforming vil det være marginalt positivt ved at man slipper en dør.</p> <p>Alternativet vil trolig ikke ha noen innvirkning på regelverk eller forvaltning, sammenlignet med referansen.</p>
<p>Case 05: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brannmotstand R(EI)30 på svalgang</p> <p>Alternativ: Fulldekkende slokkeanlegg og brannalarm. Lavere brannmotstand på svalgang.</p> <p>Referanse: Høyere brannmotstand på svalgang.</p>	0	++	+	<p>Alternativet vil ikke ha noen innvirkning på bokvaliteten.</p> <p>Med slukkeanlegg gir alternativet reduksjon i brannrisiko for personer med nedsatt funksjonsevne.</p> <p>Alternativet vil spare kostnader til rådgivere, på grunn av at analyser av brannsikringsnivået blir enklere.</p>

8.1 Byggekostnader

Som beskrevet i avsnitt 1.6 Metodisk tilnærming så er en viktig hensikt med de foreslåtte lempelsene å redusere byggekostnadene/-tiden. I dette avsnittet gjør vi derfor en overordnet gjennomgang av differansen i byggekostnader for analysebygget og et referansebygg, slik det ville vært bygget etter dagens gjeldende standard, TEK10. Referansebygget det henvises til nedenfor er altså ikke det samme referansebygget som beskrives i kapittel 7. Å vise differanse i byggekostnad mellom Analysebygget og referansebygget (VTEK97) har liten reell verdi, ettersom VTEK97 ikke representerer utgangspunktet for de byggekostnadene som ønskes redusert.

Tabell 11 presenterer differansen i byggekostnader for tiltakene i casene mot referansebygget etter dagens TEK10. Også her presenterer vi endringene etter +/- metoden. Vi tar utgangspunkt i bygget presentert i caset når vi beregner effekten på byggekostnader. Vurderingen er altså ikke noe aggregert anslag.

Vi ser bare på byggekostnader. Andre kostnader knyttet til materialer, som transportkostnader, er ikke med i beregningene. Kostnadsanslagene er basert på informasjon om byggekostnader fra våre informanter.

Tabell 11: Endring i byggekostnader for ett bygg ved innføring av tiltak i case sammenlignet med et bygg etter dagens TEK10. + betyr reduserte byggekostnader.

Case	Effekt på byggekostnader* for et bygg	Kommentarer
<p>Case 01: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – brannalarmanlegg kategori 1</p> <p>Alternativ: Brannalarm istedenfor brannklassifisert fasade</p> <p>Referanse: Brannklassifisert fasade</p>	+	<p>Innsparing: Brannklassifisert fasade i 2 etasje, samt 1 leilighet i første. Billigere vinduer og dører.</p> <p>Ekstra kostnad: 0</p> <p>Vurdering: Det blir en marginal kostnadsbesparelse da kostnadsbesparelsen er utelukkende knyttet til vinduer og dører.</p>
<p>Case 02: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – automatisk slokkeanlegg</p> <p>Alternativ: Slokkeanlegg og brannalarm istedenfor brannklassifisert fasade</p> <p>Referanse: Brannklassifisert fasade</p>	-	<p>Innsparing: Brannklassifisert fasade 2 etasje, 1 leilighet i første</p> <p>Ekstra kostnad: Sprinkelanlegg (ca. 200 kr per kvadratmeter + moms)</p> <p>Vurdering: Alternativet blir dyrere enn dagens løsning da sprinkelanlegg koster noe mer enn brannklassifiserte dører og vinduer.</p>
<p>Case 03: Bygning med to etasjer, BKL1, og én trapp – Åpningsbare vinduer</p> <p>Alternativ: Åpningsbart brannklassifisert vindu i brannklassifisert fasade. Dører i brannklassifisert fasade utføres selvlukkende.</p> <p>Referanse: Brannklassifisert fasade</p>	--	<p>Innsparing: 0</p> <p>Ekstra kostnad: Åpningsbart brannklassifisert vindu. Selvlukkende dører</p> <p>Vurdering: Alternativet blir dyrere enn dagens løsning. Vår informant sier at de har løsninger på vinduene i dag som gjør at det tiltaket ikke trenger å bli så mye veldig kostnadskrevenende.</p>
<p>Case 04A: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brennbar trekledning på fasade mot svalgang</p> <p>Alternativ: Ubehandlet trekledning.</p> <p>Referanse: Brannimpregnert trekledning,</p>	++	<p>Innsparing: Ubehandlet trekledning</p> <p>Ekstra kostnad: 0</p> <p>Vurdering: Den alternative kledningen vil være omtrent halvparten av prisen.</p>
<p>Case 04B: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brennbar trekledning på fasade mot svalgang</p> <p>Alternativ: Innvendig slokkeanlegg. Ubrennbar kledning mot svalgang</p> <p>Referanse: Brannimpregnert trekledning, Fulldekkende slokkeanlegg.</p>	-	<p>Innsparing: Slokkeanlegg på svalgang</p> <p>Ekstra kostnad: Ubrennbar kledning på fasade mot svalgang</p> <p>Vurdering: Trolig vil byggekostnadene øke noe da kostnaden på kledningen er mer omfattende enn slokkeanlegg på svalgang.</p>

Case	Effekt på bygge-kostnader* for et bygg	Kommentarer
<p>Case 04C: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brennbar trekledning på fasade mot svalgang</p> <p>Alternativ: Røykskjørt (passivt) ved hver leilighetsskille.</p> <p>Referanse: Brannklassifisert brannskille på svalgang per 30 meter.</p>	+	<p>Innsparing: Dør med automatikk per 30 m.</p> <p>Ekstra kostnad: Røykskjørt per leilighet.</p> <p>Vurdering: Alternativet vil gi en kostnadsreduksjon da røykskjørtet er billigere enn dør med automatikk.</p>
<p>Case 05: Bygning med 2-4 etasjer (BKL2) og brannmotstand R(EI)30 på svalgang</p> <p>Alternativ: Lavere brannmotstand på svalgang.</p> <p>Referanse: Høyere brannmotstand på svalgang.</p>	+++	<p>Innsparing: Mindre søyler og mindre bjelker. Færre plater i brannskille mellom etasjer.</p> <p>Ekstra kostnad: 0</p> <p>Vurdering: Alternativet vil gi lavere byggekostnader.</p>

*+ betyr reduserte byggekostnader.

8.1.1 Usikkerhet i anslagene for byggekostnader

Det er flere usikkerheter knyttet til vurderingene i Tabell 11:

- Utforming av bygget
- Faktiske kostnader for de ulike tiltakene.
- Valg av materiale

Anslagene representerer som sagt de enkelte byggene i casene. Ønsker man å finne den aggregerte effekten må det gjøres ytterligere undersøkelser av volumet av de enkelte byggene, noe det ikke var rom for innenfor oppdraget.

8.2 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.⁴ 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 bruktbolig⁵. 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:

⁴ Ssb.no

⁵ 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)⁶ 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.

9 Anbefalinger

9.1 Automatisk slokkeanlegg som brannteknisk tiltak i boliger

Det er gjort norske studier som diskuterer samfunnskonsekvensene av å etablere automatiske slokkeanlegg i boliger (Mostue & Stensaas, 2002; NOU, 2012). Vanlig fremgangsmåte er at studiene ser på samfunnsnytte dersom slokkeanlegg kreves *i tillegg til gjeldende ytelser*. Brannrisikoen for de fleste av oss er lav («gjennomsnittspersonen»), så investeringer knyttet til å redusere risikoen ytterligere blir fort ulønnsomme. Dersom vi klarer å identifisere særlige risikoutsatte grupper, blir regnestykket mer positivt (NOU, 2012).

I denne utredningen har vi sett litt annerledes på dette. Vi har sett på hvilke andre tiltak/ytelser vi kan redusere/fjerne dersom vi installerer automatisk slokkeanlegg. Det finnes mange studier som underbygger den gode effekten av automatiske slokkeanlegg (sprinkleranlegg) med hensyn til å redusere sannsynligheten for omkomne i branner. Nytteeffekten av sprinkleranlegget er relatert til tidlig aktivering i et brannforløp, slik at brannutvikling og overtenning forhindres. Dette medfører mindre varmeproduksjon, mindre produksjon av giftige gasser og lavere sannsynlighet for brannspredning ut av startbranncellen. Dersom man klarer å fjerne kostnader knyttet til andre tiltak/ytelser tilsvarende sprinkleranleggets kostnad (typisk 200 – 300 kr/m² eks mva i nybygg), vil sprinkleranlegg/automatisk slokkeanlegg fremstå som samfunnsøkonomisk lønnsomt (se vedlegg C for mer informasjon om kostnadsdrivere for boligsprinkleranlegg). Årsaken til dette er at det ikke finnes andre tiltak som gir tilsvarende reduksjon i brannrisiko. Dette forutsetter selvfølgelig en viss robusthet i byggverkets øvrige konstruksjoner, da det alltid vil være usikkerhet forbundet med svikt i tekniske systemer. Dersom byggverket utføres for sårbart for et scenario med svikt i det automatiske slokkeanlegget, kan vi få en storulykke med mange omkomne. Dette vil igjen endre forutsetningene for fremtidige vurderinger av samfunnsøkonomisk lønnsomhet for automatiske slokkeanlegg.

⁶ Konkurransetilsynet (2015): «Konkurranse i boligutviklermarkedet»

Utfordringen er å finne riktig balanse mellom aktive og passive brannsikkerhetstiltak, som også tar hensyn til brukernes ulike forutsetninger for drift og vedlikehold av installasjonene i bygningen.

Generelt mener vi at DiBK bør beskrive løsninger som fremmer bruken av sprinkleranlegg i boliger, gjennom kostnadsreduksjoner på andre områder. Dette vil være å foretrekke med hensyn til brannsikkerhet og samfunnsøkonomiske betraktninger. Årsaken til dette er at sprinkleranlegget bidrar til vesentlig risikoreduksjon med relativt begrenset kostnad.

9.2 Analysenes begrensninger knyttet til høyde/etasjetall

Analysene i denne utredningen tar utgangspunkt i bygninger med inntil fire etasjer. Dette vil dekke de fleste svalgangsbyggverk som bygges i Norge. I bynære strøk vil imidlertid denne begrensningen være mer utfordrende. Høyere tomtepriser bidrar til et ønske om å bygge høyere boligblokker. Ifølge våre informanter blant boligprodusentene burde de løsningene vi har analysert vært gjeldende for blokker med fem til seks etasjer. Dette vil dekke de aller fleste svalgangsbyggverk som etableres, også i bynære strøk. I TEK/VTEK-systemet er det etablert et tydelig skille i overgangen mellom fire og fem etasjer ved at man går fra BKL2 til BKL3. Dette er en terskel som medfører vesentlig høyere byggekostnader, og som da kan være et argument for å la være å bygge mer enn fire etasjer. Det er en interessant tanke å vurdere om skillet mellom brannklassene for et boligbyggverk med fulldekkende automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg (kategori 2) kunne vært hevet noen etasjer opp, f.eks. til overgangen mellom seks og sju etasjer. Dersom vi ser kun på personsikkerheten, og fremtidig antall omkomne, vil en fremtidig bygningsmasse med automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg være å foretrekke foran tradisjonelle boligblokker uten disse tiltakene. En endring i brannklassesystemet ville kunnet bidratt til reduserte byggekostnader, som i større grad forsvarer investeringskostnadene til denne typen aktive tiltak.

En konkret problemstilling som vil være relevant å diskutere i forbindelse med analysene gjennomført i denne utredningen er hvor langt en løsning med automatisk slokkeanlegg, brannalarmanlegg (kategori 2), én utvendig trapp og uklassifisert fasade mot svalgang kan strekkes. Ifølge VTEK kan det bygges boligblokker med én trapp, type Tr1, opptil åtte etasjer dersom reguleringsplanen for tomten tillater dette og det tilrettelegges for brannvesenets stigemateriell/-bil rundt blokken. Kan en slik løsning også være aktuell dersom vi bytter ut Tr1-trappen med en utvendig trapp og svalgang uten branncellebegrensende skille mot ensidig rømningsretning?

Siden brannvesenet er en svært sentral aktør i dette brannsikkerhetssystemet er det vanskelig å svare på dette spørsmålet basert på våre analyser, som er begrenset til systemet «bygningen» og «brukeren». I en eventuell analyse av denne problemstillingen vil man måtte sammenligne den bygningsmessige sårbarheten for de to løsningene, særlig knyttet opp mot scenarioet sprinklersvikt. Videre må man vurdere hvilke begrensninger som må settes til antall leiligheter per etasje, basert på det lokale brannvesenets forutsetninger for å gjøre redningsinnsats. Dersom vi legger dagens ytelser til grunn, vil et svalgangsbyggverk med én trapp ha et begrenset antall leiligheter per etasje som følge av at svalgangen kan være maksimalt 15 m lang, men potensialet for å utvide dette har ingen fysiske begrensninger. En løsning med innvendig trapp, type Tr1, vil alltid ha et begrenset antall leiligheter per etasje tilknyttet én oppgang.

9.3 Anbefalinger

I denne utredningen har vi sett på det tekniske brannsikkerhetsnivået til svalgangsbyggverk. Analysen er gjennomført ved å definere et sett med case som illustrerer typiske problemstillinger for utbyggere, rådgivere og entreprenører. Vårt systemperspektiv har vært begrenset til «bygningen» og tilhørende tekniske tiltak, men vi har også tatt med oss elementet «brukeren», da vi vet at fremtidige brukere vil kunne ha større utfordringer knyttet til brannsikkerhet enn dagens brukere. Basert på analysene

anbefaler vi at DiBK utarbeider preaksepterte ytelser i VTEK for svalgangsbyggverk, hvor følgende er hensyntatt:

- Byggverk i BKL1 med fulldekkende automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg (kategori 1) kan utføres uten brannklassifisert skille mot svalgang med ensidig rømningsretning. Særlig aktuelt for byggverk med én trapp.
- Byggverk i BKL1 med fulldekkende automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg (kategori 1) kan utføres uten brannklassifisert skille mot utvendig rømningstrapp. Særlig aktuelt for byggverk med én trapp.
- Byggverk i BKL1 med brannalarmanlegg (kategori 2) kan utføres med mindre åpningsbart brannklassifisert vindu mot svalgang med ensidig rømningsretning. Vinduet bør plasseres fra høyde 1,8 m over svalgangen og ha en maksimal karmstørrelse på ca. 400 mm x 1200 mm. Det brannklassifiserte glasset i det åpningsbare feltet bør kunne være i klasse E30 eller EW30, da hensikten i hovedsak er å forhindre røyk- og flammespredning til svalgangen. Det bør i tillegg vurderes å forutsette at dører i den brannklassifiserte delen av fasaden skal utføres med selvlukker.
- Byggverk i BKL2 med fulldekkende automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg (kategori 2) kan utføres uten brannklassifisert skille mot svalgang med ensidig rømningsretning. Det bør også vurderes om denne løsningen skal tillates for BKL 3 opp til åtte etasjer.
- Byggverk i BKL2 med fulldekkende automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg (kategori 2) kan utføres uten brannklassifisert skille mot utvendig rømningstrapp. Det bør også vurderes om denne løsningen skal tillates for BKL 3 opp til åtte etasjer.
- Byggverk inntil fire etasjer med fulldekkende automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg (kategori 2) kan utføres med vanlig trekledning (brannklasse K10 D-s3,d0) på fasade mot svalgang. Det bør også vurderes om denne løsningen skal tillates i opptil åtte etasjer.
- Byggverk i inntil fire etasjer med begrenset brennbar eller ubrennbar kledning og overflate (brannklasse minimum K10 A2-s1,d0) på fasade mot svalgang, gulv og tak/himling kan utføres uten sprinklerdekning på svalgangen. Øvrige deler av bygningen forutsettes å være dekket av automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg (kategori 2). Det bør også vurderes om denne løsningen skal tillates i opptil åtte etasjer.
- Byggverk inntil fire etasjer med fulldekkende automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg (kategori 2) bør kunne utføres uten brannskille på svalgang for hver 30. meter. Vi er usikre på funksjonen til dette skillet, både i en brann- og rømnings situasjon og en brukssituasjon. En endring av forskriftens § 11-14 om slagretning på dør i rømningsvei bør vurderes, slik at ordlyden blir mer lik forskriftens § 11-13 om slagretning på dør til rømningsvei. Det kan eventuelt vurderes om et brannskille med dør kan erstattes med en røykskjørtløsning, særlig for dype svalganger (Storbritannia bruker en dybde på 2 m som innslagspunkt for denne typen løsning). Tiltak som begrenser svalgangenens dybde vurderes å være gunstig av brannhensyn. En smal svalgang gir bedre utlufting og understreker svalgangens funksjon som kommunikasjonsvei (ikke oppholdssted, lagringsplass, alternativ balkong m.m.). Innslagspunkt for røykskjørt kunne derfor vært satt til svalganger med dybde > 1,5 m (mindre møteplasser for rullestoler bør ikke inngå her).
- Byggverk inntil fire etasjer med fulldekkende automatisk slokkeanlegg og brannalarmanlegg (kategori 2) kan utføres med bærende og skillende konstruksjoner på svalgang med brannmotstand R(EI)30 [B30]. Løsningen bør kunne kombineres med de øvrige forslagene til reduserte ytelser presentert ovenfor.

Brannsikkerhet vil i praksis være et samspill i et større systemperspektiv enn det vi har sett på i denne utredningen. Vi har bl.a. diskutert dette i kap. 2.2. Viktige elementer i dette samspillet vil være f.eks. DiBK, DSB, lokale brannvesen, kommunale plan- og bygningsmyndigheter, rådgivende ingeniører, utbyggere, entreprenører, forskningsinstitusjoner (f.eks. SP Fire Research) m.fl. For å ivareta brannsikkerhet må dette samspillet gjøres best mulig. Da denne utredningen handler om preaksepterte ytelser til svalgangsbyggverk til ny TEK17, tar vi med noen anbefalinger til DiBK basert på det arbeidet vi har gjennomført:

- De preaksepterte løsningene for svalgangsbyggverk må gjøres enkle å forstå. Denne typen byggverk bygges av aktører med ulike forutsetninger og kompetanse til å tolke regelverket.
- Bilde- og figurbruken i VTEK bør underbygge prinsippene som beskrives i tekst. Det bør f.eks. brukes figurer som viser åpenhet i fasade, flat himling og ingen «frontdrager». Det kunne også vært oppklarende at VTEK inneholder et typisk snitt av et svalgangsbyggverk, hvor ytelser til bærende og skillende konstruksjoner fremgår.
- Forholdet til Byggforskserien bør presiseres bedre, særlig når det er avvik mellom de løsninger som beskrives i VTEK og i Byggforskserien.
- DiBK bør engasjere seg i oppdatering av Byggforskseriens blad 526.301, slik at bladet samsvarer med VTEK. Figurer og skisser kan da med fordel plasseres i Byggforskserien fremfor i VTEK. Gjeldende blad 526.301 har en uheldig figur- og bildebruk i eksemplene. Figurer og bilder viser løsninger som ikke anbefales i VTEK. Bladet bør vise mulige/byggbare løsninger som gir en god utforming av svalgangen.

10 Referanser

- BE, & DSB. (2009). Evaluering av brannen i Prestmosvegen 15, Nannestad 28.09.2008. Oslo: Statens Bygningstekniske etat (BE) og Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap (DSB).
- 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.
- BS9991. (2011). Fire safety in the design, management and use of residential buildings. Code of practice: British Standards Institution
- DiNunno, P. J. (Ed.). (2008). *SFPE handbook of fire protection engineering (fourth edition)*. Quincy, Mass.: National Fire Protection Association.
- Kristoffersen, B., & Danielsen, U. (2003). Utførelse av svalgang som rømningsvei (rapport nr. NBL A03162). Trondheim: SINTEF, Norges Branntekniske Laboratorium (NBL).
- Morgan, H. P., Ghosh, B. K., Garrad, G., Pamlichka, R., De Smedt, J.-C., & Schoonbaert, L. R. (1999). Design methodologies for smoke and heat exhaust ventilation. Garston, Watford: Building Research Establishment Ltd.
- Mostue, B. A., & Stensaas, J. P. (2002). Effekt av boligsprinkler i omsorgsboliger [The effect of residential sprinklers in nursing homes]. Trondheim: SINTEF NBL.
- Multiconsult. (2015). Utredning: Muligheter for reduserte branntekniske ytelse ved installasjon av automatisk sløkkeanlegg (Rapport nr. 126972-TVF-RAP-001). Oslo: Multiconsult.
- NBI. (2003). Svalganger og altanganger i boligbygninger *Byggforskserien*. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.
- NOU. (2012). NOU 2012: 4 Trygg hjemme — Brannsikkerhet for utsatte grupper. Oslo: Avgitt til Justis- og beredskapsdepartementet 30. januar 2012.
- Opstad, K., & Stensaas, J. P. (1998). *Håndbok i branntekniske analyser og –beregninger [Handbook in fire safety analyses and calculations]*. Trondheim: SINTEF Bygg og Miljøteknikk.
- prEN. (2015). Fixed firefighting systems - Automatic residential sprinkler systems - Design, installation and maintenance. Brussels: European Committee for Standardization.
- SN. (2012). NS 3901:2012 Krav til risikovurdering av brann i byggverk. Lysaker: Standard Norge.
- SSB. (2011). Folke- og bolig tellingen, boliger, 19. november 2011 Retrieved 07.12.15, from <http://www.ssb.no/befolkning/statistikker/fobbolig/hvert-10-aar/2013-02-26?fane=tabell&sort=nummer&tabell=99249>

11 Vedlegg A: Innspill 1 fra Boligprodusentene

I det følgende gjengis innspill 1 fra Boligprodusentene:

«Boligsprinkling

Her er det flere forhold som er fordyrende uten at vi kan se at det bedrer personsikkerhet. Slik vi har forstått det ble det innført krav til sprinkling av boligbygg av hensyn til personsikkerhet, ikke verdisikring eller innsats til brannvesen. Noen av kravene synes å innrettet mot verdisikring og ikke personsikkerhet.

1. Seksjoneringskrav mellom sprinklet og usprinklet område i boligbygg

Det er særlig kravet om at sprinklet og usprinklet del av boligblokk må være ulike brannseksjoner. Dette medfører at garasjekjellere normalt må sprinkles iht NS-EN 12845 noe som normalt krever større vannmengder enn vanlig boligsprinkling i henhold til NS-INSTA 900 Type 2. (NS-EN 12845 for garasje krever i størrelses orden 1200 liter/min mens boligsprinkling Type 2 i størrelses orden 350 liter/min). En annen fordyrende konsekvens av dette er at det ofte i parkeringsanlegg må benyttes tørr-sprinkling eller omfattende deler med glykol pga fare for at temperaturen kan komme under 4 grader. Vi kan ikke se at sprinkling av garasjekjeller bidrar vesentlig til personsikkerhet i boligblokker. Fra garasje til trapperom er det alltid enten mellomliggende rom eller brannsluse. Utløst sprinkler i kjeller bidrar neppe særlig til personsikkerhet i garasjen eller i boligdelen, da anlegget trolig medfører mer omfattende produksjon røykgasser. Sprinkling av garasjekjeller gir etter vårt syn i hovedsak verdisikring og muligens økt sikkerhet i forhold til brannvesenets innsats. Særlig for garasjekjeller under 400 m² synes kravet om sprinkling å være lite hensiktsmessig. Etter vårt syn vil f.eks. krav om at brannalarm skal dekke også parkeringskjeller gi bedre personsikkerhet enn sprinkling.

For garasjekjeller over 400 m² er det pr i dag så strenge krav til brannventilasjon at sprinkling pr i dag uansett seksjoneringskrav eller ikke er det mest hensiktsmessige, det bør utredes om det virkelig kan være behov for lufthastighet 1,0 m/s for brannvesenets innsats. Det bør etter vårt syn også utredes om man for sprinklede garasjer kan åpne for noe lengre slangeutlegg enn 50 meter.

Vi kan ikke se at det er noen særskilte problemstillinger for bolig bygg, kontra andre bygg med krav om sprinkling, som tilsier at det ikke for boligbygg også burde være tilstrekkelig med branncellebegrensende konstruksjoner som beskrevet i NS-EN 12845 Pkt 5.3 (Minimum 60 minutter og krav til selvlukker på dører.) og ikke brannseksjoneringskrav.

2. Sprinkling av balkong mindre enn 50 % åpen

Krav til sprinkling av balkonger som er mindre enn 50% åpne er en kostbar løsning med svært begrenset effekt, dersom dette kravet er satt i forhold til eventuell fremtidig innglassing av balkonger vil det uansett kunne være utfordringer med brannmotstand på balkonggulv og sidevegger. Fokus bør da heller være på å sikre at innglassing av balkonger blir søknadsbehandlet og prosjektert av kvalifiserte foretak.

En balkong som ikke er innglasset vil ha meget lav brannbelastning og vil ikke bli benyttet som et halvklimalisert/klimalisert rom slik mange innglassede balkonger blir med resulterende høy brannbelastning og mulighet for vertikal brannspredning til innglasset balkong i etasjen over. En åpen balkong med tett gulv vil normalt i u-sprinklede bygg bidra til å redusere faren for vertikal brannspredning til etasjen over, jf. VTEK § 11-8 Preaksepterte ytelser – forebygging av utvendig brannspredning mellom brannceller i ulike plan. (Her er det for øvrig etter vårt syn en logisk brist, da annenhver etasje kan ha vinduer med brannmotstand E30 i BKL2 og 3, mens flammeskjerm må ha brannmotstand REI 60.)

3. Sprinkling av trapperom

Er kanskje NS-INSTA 900 som må revideres, men i trapperom som beskrevet i NS-EN 12845 pkt. 5.1.1 Ikke brennbare materialer og egen branncelle bør kunne unnlates også der man har boligsprinkling.

4. Sprinkling av svalgang

Erfaringer fra branner i svalgangshus har vist at der man har trekledning mot svalgang kan spredning av brann i svalgangen være en utfordring, de brannen hvor dette har utgjort en personrisiko har så langt vi kjenner til vært i usprinklede bygg. Dersom boligen er sprinklet og det ikke er brennbar kledning på vegg mot svalgang bør sprinkling av svalgang kunne unnlates. Svalgang vil ha meget lav brannbelastning da det er trafikkert område og hvis overflater mot svalgang er ubrennbare/begrenset brennbare samt rekkverk ubrennbart synes det lite hensiktsmessig å sprinkle svalgangen.

Sprinkling av svalgang er forholdsvis kostbart (glykol) og gir etter vårt syn. i svalganger uten brennbar kledning på vegg, liten effekt.

Der svalgang sprinkles bør det være preakseptert løsning med trekledning på vegg mot svalgang, jf. 526.301Svalganger og altanganger i boligbygninger, løsningene angitt i bladet var mye brukt før TEK10, men bladet er ikke oppdatert etter TEK10.

Utvendige kledninger

For bygninger i brannklasse 2 og 3 angir VTEK § 11-9 Tabell 1A at utvendig overflate skal ha klasse minst klasse B-s3,d0, dette tilsvarer f.eks. brannimpregnert trekledning, disse er forholdsvis kostbare og krever særskilt vedlikehold. Ofte vil det av estetiske grunner ikke være ønskelig med brannimpregnert kledning eller fasade plater. Fasade plater er også er mer kostbare enn trekledning.

VTEK angir unntak f.eks. hvis bygget har maksimalt 4 etasjer og har minst 8 meters avstand til andre byggverk. Slik vi ser det burde det være uproblematisk å ha trekledning på sprinklede boligbygg i brannklasse 2 og 3, så lenge brannvesen har mulighet til å dekke bygget, jf. også oppforede tretak og maks 23 meter over oppstillingsplass samt tilgjengelighet til boenhetene med stigebil fra og med 4 etasje for boligblokk med ett trapperom. I sprinklede bygg er det i VTEK ikke krav om kjølesone mellom vinduer, i forhold til brannspredning via fasader kan vi ikke se at trekledning utgjør en større risiko for vertikal spredning enn uklassifiserte vinduer uten kjølesone.

Kledning mot svalgang i brannklasse 1, her gir ikke VTEK unntak for trekledning mot svalgang i brannklasse 1, dette bør være forholdsvis ukompliserte bygg hvor man i tillegg til svalgang normalt også har balkong mindre enn 5 meter over terreng. I brannklasse 1 bør det være preakseptert løsning med trekledning på vegg mot svalgang, jf. 526.301Svalganger og altanganger i boligbygninger, løsningene angitt i bladet var mye brukt før TEK10, men bladet er ikke oppdatert etter TEK10.

Krav til brannmotstand på vinduer mot svalgang

Leilighetsdører kan ha 30 minutters brannmotstand og være uten selvlukker i boligbygg mot svalgang, vindu rett ved siden av i BKL 2 og 3 må ha 60 minutters brannmotstand og er ikke åpningsbart . I sin tid var begrunnelsen for halv brannmotstand på dører dørtynge og at brannbelastning foran dør vil være minimal, brannbelastning foran vindu vil også nødvendigvis være noe lavere (fri passasje frem til vindu). Et E30/EI30 vindu gir høyere sikkerhet enn en EI30 dør uten selvlukker. Det som kunne vært interessant er å redusere brannmotstand på vinduer i BKL2 og 3 til E30 alternativt EI30. Det blir nå «krav» til at vinduer skal ha U-verdi på 0,8, dette gjelder riktignok snittet på alle byggets vinduer, men

brannvinduer har såpass dårlig U-verdi (ofte > 1.2 avhengig av størrelse) at det for svalgangsbygg kan bli svært vanskelig å oppfylle energikravene. Dagens energi-vinduer har relativt gode brannegenskaper,

i sprinklet boligbygg vil et fastkarm 0,8 vindu høyst sannsynlig holde E30 forutsatt at sprinkler fungerer som forutsatt, trolig også uten at sprinkler utløser. Skulle vindu gå til brudd innen 30 minutter så har leilighetene enten balkong mindre enn 5 meter over terreng, mulighet for å benytte annen utvendig trapp eller leilighetene er tilgjengelige for brannvesen. Det foreligger en del litteratur på brannmotstand til uklassifiserte vinduer utarbeidet i forhold til brannteknisk oppgradering av eldre boligblokker, det bør kunne gjøres en litteratur studie for å underbygge forventet brannmotstand på fastkarm isoler vindu i sprinklet bygg. Under er det referert til to studier som trolig kan underbygge at det for sprinklet bygg vil være svært liten sannsynlighet for at uklassifiserte vinduer vil miste sin integritet i løpet av nødvendig tid til rømning i typiske svalgangsbygg.

Glass breakage in fires , Dr. Vytenis Babrauskas- (3mm enkelt glass gjennomsnittlig 360 grader røyktemperatur- dobbelt glass adskillig høyere (750 grader))

Influence of the performance of triple and double glazing on the fire development in a dwelling Master thesis, R.A. Huizinga

(The comparison with different fire scenarios in relation to the found critical levels in the experiment indicate that a local and medium fire does not generate enough energy to cause glass fallout for both triple and double glazing on the fire development in a dwelling)

Det burde også være mulighet for å ha ett høyt plassert lukkevindu over fast vindu (E30 eller tilsvarende E30) for lufting mot svalgang f.eks. inntil 12X4 L. Hvis både bolig og svalgang er dekket av sprinkler anlegg.

Denne løsningen var så vidt vi kjenner til ganske utbredt før TEK10 også uten sprinkling av svalgangen. Det bør være forholdsvis enkelt å beregne stråling/røykspredning for typiske soverom i svalgangsbygg. Krav til dagslys begrenser størrelsen på disse rommene.

(med 0,8 vidu må glassareal utgjøre ca 14% av golvflaten (lav lystransmisjon kun ca 60%) så typisk soverom vil normalt ikke kunne overstige ca 10 m².)

Krav til maksimal lengde på rømningsvei og fluktvei innen branncelle

§ 11-14 Rømningsvei differensierer ikke mhp hvilke aktive tiltak det er i bygget, kravene er de samme enten det er brannalarm eller ikke og enten det er sprinklet eller ikke. Det tas heller ikke høyde for ledesystem.

Det er for oss ganske naturlig å tenke at heldekkende brannalarm anlegg i en boligblokk påvirker deteksjons- og reaksjonstid en del, at ledesystem reduserer forflytningstiden samt at boligsprinkling etter vårt syn øker tilgjengelig rømningstid. Det bør slik vi ser det ikke være nødvendig med analyse løsninger på dette, det må være forholdsvis ukomplisert å se på de ulike aktive tiltakenes påvirkning og på bakgrunn av dette angi andre krav til;

Maksimal lengde på rømningsvei der det er to trapper (i dag 30 meter), maksimal lengde der det er en trapp eller sammenfaldne rømningsretning (i dag 15 meter).

Tilsvarende bør maksimal lengde på fluktvei i garasje kunne økes der det er brannalarm og/eller ledesystem utover utgangsmarkeringer.

Tilrettelegging for brannvesen

Her er våre erfaringer at praksisen i de ulike kommunene er svært forskjellig, også innad i kommuner er det ulike krav avhengig av hvem man spør.

Vi har erfart flere steder at kommunal VA-norm angir andre krav til vannforsyning og dekning av brannkummer enn VTEK, som er helt naturlig da forholdene varierer mye fra kommune til kommune.

I noen tilfeller er brannvannsbehov avklart med vann- og avløps etaten, senere involveres plan- og bygg som opererer med andre krav, som for øvrig ikke alltid VA-etaten ikke kan oppfylle. I tillegg erfarer vi at brannvesen kommer med egne krav som ikke er hjemlet i pbl, men hvor de signaliserer at dersom ikke kravene oppfylles vil det være problematisk etter ferdig attest når brannloven inntreffer.

Ofte hjemles slike krav i VTEKS formulering; «Behovet for kjørbare atkomst til og rundt byggverk og oppstillingsplasser må avklares med brannvesenet mht. veiens minste kjørebredde, maksimal stigning, minste fri kjørehøyde, svingradius og akseltrykk mv.» Mange brannvesen har laget gode veiledere, mens mange ikke har gjort det. Ofte er ikke alt brannvesenet krever dekket i veileder, og der det ikke er utarbeidet veileder kan praksisen bli uoversiktlig.

Vi opplever også at brannvesen ikke har hatt noen innvendinger til detaljreguleringsplan, men på et senere tidspunkt f.eks. stiller krav om snuhammer på en kort blindvei. Dette kan ha store økonomiske konsekvenser, gi redusert utnyttelse av tomt og gi dårligere utomhus områder.

Etter vårt syn kan det ikke være hensiktsmessig med så uoversiktlige «rettsforhold», det bør etter vårt syn være klarere hvilke rettsregler som gjelder, går VA-norm foran VTEK? Kan plan og bygg overstyre VA-etaten og kan brannvesen med brannloven i bakhånd trumfe gjennom ytterligere krav til f.eks. snuhammer, brannhydrant i stedet for brannkum mm.

VTEK bør være mye klarere på dette punktet. Vi ser og forstår frustrasjonen hos brannvesenet over at kommuner regulerer/tillater bebyggelse som forutsetter utstyr det lokale brannvesenet ikke har, men dette er forhold som må tas i reguleringsprosessen og ikke i byggesaken.»

12 Vedlegg B: Innspill 2 fra Boligprodusentene

I det følgende gjengis liste over prioriterte løsninger som bør være preaksepterte ifølge innspill 2 fra Boligprodusentene:

«Oppstilling av innspill til det vi mener burde være innenfor begrepet «pre-aksepterte løsninger»:

BBK1 1, svalgang med 2 trapper og <5m til terreng på alle sider

- Ut-2 kledning på fasader og rekkverk er fullt forsvarlig

BBK1 1, svalgang med 2 trapper og >5m til terreng på noen sider

- Ut-2 kledning som over og supplert med utfellbare stiger m/ryggbøyle for evt rømning fra balkong

BBK1 1, svalgang med 1 trapp

- Krav til kledning og rekkverk økes til brannhemmende behandling

BBK1 2, svalgang med 1 eller 2 trapper og sprinklet løsning inkl sprinklet svalgang

- UT-2 kledning er tilstrekkelig for fasader og rekkverk, ikke behov for krav til skille på svalgang

BBK1 2, svalgang med 2 trapper og usprinklet bygg/usprinklet svalgang

- Ubrennbar kledning og rekkverk
- Ikke behov for krav til skille på svalgang

BBK1 2, svalgang med 1 trapp og sprinklet bygg/usprinklet svalgang

- Ubrennbar kledning og rekkverk
- Ikke behov for krav til skille på svalgang

Vindu mot svalgang hvor det er brannkrav (EI60) grunnet enten skjerming mot horisontal rømning eller vertikal rømning (trapp nærmere enn 5 meter)

- Foreslår pre-kvalifisert vindusløsning med EI30 vindu hvor øvre del av vinduet (30 cm fra 1,8m til 2,1m fra gulv) er en bunnhengslet åpnevindu for lufting. Dette vil ivareta behovet for rømning forbi
- En løsning med sprinklet svalgang og to trapper burde være pre-akseptert uten skjermebehov for trappeløp
- Vindsperreduk i hulrom bak ubrennbar eller brannbeskyttet kledning bør være en pre-akseptert løsning der hvor denne ligger mot et ubrennbart underlag (eksempelvis isolasjon)
- Generelt krav til beregning av brannbeskyttelse bæresystem – her mener vi dette burde være samordnet med Europeisk beregningsmåte: Det vil si, (Brannenergi) x (faktor for bruk x faktor for areal) x (reduksjonsfaktor for sprinkling) x (reduksjonsfaktor for brannalarmanlegg med overføring til brannstasjon). Endringen er at vi foreslår at veiledningsfaktoren på 1,5 fjernes og at brannvarslingsanlegg gir en reduksjon i risiko.»

13 Vedlegg C: 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.»