

Håvard Strøm Halvorsen

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige
universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg - og miljøteknikk

Håvard Strøm Halvorsen

Brannsikkerhet ved bruk av trespiler på innvendige overflater

Utfordringer og muligheter

Juni 2020

Brannsikkerhet ved bruk av trespiler på innvendige overflater

Utfordringer og muligheter

Håvard Strøm Halvorsen

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: Juni 2020

Hovedveileder: Anne Steen-Hansen

Medveileder: Ole Henry Hallgren

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg - og miljøteknikk

Sammendrag

Spilepanel er en byggevare som brukes som overflatemateriale i vegger og himlinger. Panelene er bygget opp av trespiler med en spalteåpning mellom hver spile. Spilepanel kan oppnå gode lydabsorberende egenskaper og ansees for å ha et estetisk og naturlig utseende. Denne byggevaren benyttes derfor ofte i synlige områder og store åpne rom i bygninger.

Fra et brannsikkerhetsperspektiv er spilepanelenes utforming og sammensetning en utfordring. Trespilenes geometri gir et stort eksponert overflateareal pr. vegg- eller takareal. Trespilene inngår ofte i et spileelement, som er sammensatt av ulike komponenter. Disse finnes i en rekke ulike varianter, der egenskaper ved brannpåvirkning i stor grad varierer. Trespiler oppfyller ikke de branntekniske kravene som stilles til kledninger, men er samtidig mer enn en overflate. Det kan derfor være krevende å tolke hvilke byggtekniske krav som gjelder for denne byggevaren.

Denne masteroppgaven er gjennomført for å avdekke hvilke utfordringer bruk av spilepanel i bygninger medfører, og hva som skal til for å oppnå mer brannsikker bruk av trespiler. For å teste brannbeskyttede spileelementers egenskaper ved brannpåvirkning, og hvordan ulike materialsammensetninger innvirker på disse egenskapene, ble det utført komparative branntester. Det ble utført én referansetest med en brannbeskyttet trefiberplate og tre tester med ulike spileløsninger. Videre ble det gjennomført casestudier og kartlegging av regelverket for produktdokumentasjon, tilgjengelige spileløsninger og regelverket for overflater og kledninger i byggverk. Dette ga et grunnlag for å kunne vurdere om spileløsningene på markedet oppfyller krav til produktdokumentasjon, og om bruk av trespiler i byggverk bidrar til at forutsatt brannsikkerhetsnivå opprettholdes. I tillegg ble tre arkitekter intervjuet. Dette ga et tilleggsperspektiv på bruk av trespiler i bygninger.

Den komparative branntestingen viste at prøveelementenes sammensetninger har stor betydning for brannutviklingen. Testene av spilepanel ga betydelig raskere brannspredning, økt forkullet areal og forverret skadeomfang for bakenforliggende materialer, sammenlignet med referansetesten. Vertikal brannspredning var den mest kritiske faktoren i disse testene, mens horisontal brannspredning var begrenset. Åpent hulrom og brennbart underlagsmateriale ga en raskere brannutvikling, sammenlignet med prøveelementer med isolert hulrom og ubrennbart underlagsmateriale. Resultatene fra casestudiene viste at kun et fåtall av de vurderte spileproduktene er branntestet og klassifisert i henhold til regelverket. I de fleste tilfellene manglet produktene nødvendig tredjepartsdokumentasjon. Der spileproduktene var klassifiserte i henhold til regelverket, var de ulike komponentene i spilemodulene testet hver for seg, og ikke slik det sammensatte elementet skal brukes. Dette medfører manglende kontroll på om de sammensatte elementene oppfyller de forutsatte ytelseskriteriene.

For at mer brannsikker bruk av trespiler skal oppnås, anbefales det å i større grad legge til rette for at spileprodukter testes og klassifiseres i henhold til regelverket, ved at en mer presis beskrivelse av testutførelse for spilepanel inkluderes i den tilhørende harmoniserte produktstandard. Presiseringer i regelverket om at spileelementer må testes med den aktuelle produktsammensetningen ville gitt et bedre informasjonsgrunnlag om det sammensatte produktets egenskaper ved brannpåvirkning.

Abstract

Wood rib panels are building products used as a surface layer in walls and ceilings. The panels consist of wooden ribs with space between the ribs. Wood rib panels can achieve beneficial sound absorbing properties and are considered to have an aesthetic and natural look. This building product is therefore often used in visible areas and large open spaces in buildings.

From a fire safety perspective, the design and composition of the wood rib panels is a challenge. The geometry of the wooden ribs gives a large exposed surface area per wall and ceiling area. The wooden ribs are often mounted as a part of a wood ribbon element, which is composed of several components. These are available in different variations, in which the reaction to fire largely varies. Wooden ribs do not meet the fire technical requirements for coverings, but are more than a thin surface layer. It may therefore be difficult to interpret the technical building requirements that apply to this product.

This master thesis has been carried out to detect the challenges that the use of wood rib panels entails, and what it takes to achieve more fireproof use of wooden ribs. To test fire protected wood ribbon elements' reaction to fire, and how various material compositions affect these properties, comparative fire tests were performed. One reference test was performed with a fire-protected wood fiber board, then three comparative tests were performed in which wood ribbon elements with different compositions were tested. Furthermore, case studies and a review of the regulations for product documentation, available wooden rib products and regulations for surfaces and coverings in construction work were carried out. This provided a basis for assessing whether the wooden rib products on the market meet product documentation requirements, and whether the use of wooden ribs in buildings contributes to maintaining the required level of fire safety. In addition, three architects were interviewed. This provided an additional perspective on the use of wooden ribs in buildings.

The comparative fire tests showed that the composition of the test elements is of great importance for the fire development. The tests that included wooden ribs provided significantly faster fire spread, increased charred area and worsened damage to underlying materials, compared to the reference test. Vertical fire spread was the most critical factor in these tests, while horizontal fire spread was limited. Open cavity and combustible substrate material produced a faster fire development, compared to test elements with insulated cavity and non-combustible substrate material. The results from the case studies show that only a few of the assessed wooden rib products are fire tested and classified according to the regulations. In most cases, the products lacked the necessary third-party documentation. Where the wooden rib products were classified in accordance with the regulations, the various components of the wood ribbon elements were tested separately, and not the way the composite element should be used. This results in a lack of control whether the composite elements meet the required performance criteria.

In order to achieve a more fireproof use of wooden ribs, it is recommended to facilitate the testing and classification of wooden rib products in accordance with the regulations, by including a more precise description of the testing performance for wooden rib panels in the corresponding harmonized product standard. Clarifications in the regulations that wooden rib elements must be tested with the relevant product composition would provide a better information basis on the properties of the compound product in the event of fire.


Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2020 ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Oppgaven er utarbeidet i emnet TBA4905 Bygnings- og materialteknikk, masteroppgave, og utgjør det avsluttende arbeidet på det femårige masterprogrammet Bygg- og miljøteknikk. Masteroppgaven tilsvarer 30 studiepoeng, og er gjennomført i tidsperioden 15. januar 2020 til 11. juni 2020. Arbeidet er utført i samarbeid med Norconsult AS. Oppgaven er tilknyttet prosjektet «Novel construction products» i FRIC – Fire Research Innovation Centre.

Oppgaven ble utformet i samarbeid med mine veiledere Anne Steen-Hansen, Professor i brannteknikk ved NTNU og Ole Henry Hallgren, avdelingsleder Brannsikkerhet ved Norconsult AS i Sandvika. Masteroppgavens hovedtema er brannsikkerhet ved bruk av trespiler i bygninger. Oppgaven ble valgt fordi den muliggjør mange ulike metoder og angrepsvinkler, samtidig som den belyser dagsaktuelle temaer som ligger til grunn for mange diskusjoner og tolkninger, spesielt i tilknytning til dagens regelverk.

Jeg vil rette en stor takk til mine veiledere Anne Steen-Hansen og Ole Henry Hallgren for nyttige innspill og meget god oppfølging og hjelp undervis i arbeidet. I forbindelse med branntesting som er utført i oppgaven, vil jeg rette en stor takk til Norges forskningsråd, partnere i Fire Research and Innovation Centre (www.fric.no) og NTNU Wood for økonomisk støtte. En stor takk rettes også til aktørene som har bidratt med materiell støtte til branntesting. Til slutt vil jeg takke arkitektene som har tatt seg tid til å stille til intervju, samt alle informanter som har delt sine erfaringer og meninger, og gitt meg tilgang til relevante dokumenter.

Trondheim, 11. juni 2020



Håvard Strøm Halvorsen

Innhold

Figurer	x
Tabeller	xii
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling	2
1.3 Målsetting	3
1.4 Omfang og avgrensning	3
1.5 Disposisjon.....	4
1.6 Leserveiledning	5
2 Metode	7
2.1 Forskningsdesign	7
2.1.1 Kvalitativ og kvantitativ metode.....	7
2.1.2 Valg av forskningsdesign.....	7
2.2 Datainnsamling	8
2.2.1 Regelverk og litteraturstudie.....	8
2.2.2 Kartlegging av spileløsninger	9
2.2.3 Branntesting	9
2.2.4 Casestudie	9
2.2.5 Intervjuer	9
2.3 Metodekvalitet og -evaluering	10
3 Teori	13
3.1 Definisjoner.....	13
3.2 Byggteknisk forskrift.....	15
3.3 Dokumentasjon av byggevarer.....	20
3.3.1 Ytelseserklæring	23
3.3.2 Markedsdeltakeres forpliktelser.....	23
3.3.3 Byggevarer som ikke er CE-merket	24
3.3.4 System for vurdering og verifikasjon av ytelser.....	24
3.3.5 System for vurdering og verifikasjon av ytelser til ikke CE-merkede byggevarer	27
3.3.6 Krav til tilleggsdokumentasjon	28
3.3.7 Dokumentasjonskrav for spilemoduler	30
3.4 Klassifisering	32
3.4.1 Det europeiske klassifiseringssystemet	32
3.4.2 Kledningsklasser	35

3.4.3	Nedforet himling	36
3.4.4	Klassifisering uten prøving, CWFT	37
3.4.5	Gyldighetsområde for klassifiseringen	37
3.4.6	Prøvingsrapport og klassifiseringsrapport	37
3.5	Testteori	38
3.5.1	SBI-testen.....	39
3.5.2	Room Corner-testen	40
3.5.3	FIGRA.....	41
3.5.4	Standardiserte testoppsett	42
3.6	Brannforløp	44
3.7	Tre som byggemateriale.....	45
3.8	Materialers egenskaper ved brann	46
3.8.1	Tre.....	46
3.8.2	Geometri.....	47
3.8.3	Brannbeskyttet tre	50
3.8.4	Stål.....	51
3.8.5	Brannenergi	51
3.9	Trespiler	52
3.10	Tidligere utførte tester	56
3.11	Automatisk slokkeanlegg.....	60
4	Kartlegging av spileløsninger.....	63
4.1	Spileløsninger	63
4.1.1	Type 1: Spilemodul med ubehandlet trevirke	63
4.1.2	Type 2: Spilemodul med brannbeskyttede trematerialer.....	64
4.1.3	Type 3: Spilemoduler som nedfôret himling	65
4.1.4	Type 4: Spilemodul som nedfôret himling med stålprofiler.....	66
4.1.5	Type 5: Spiler med kjerne av fibergips.....	67
4.1.6	Type 6: Spiler montert direkte på fast underlag	67
4.2	Dokumentasjon.....	68
5	Branntesting	71
5.1	Testprosessen.....	71
5.2	Referansetest	76
5.3	Testing av spilepanel	79
5.3.1	Test 2.....	79
5.3.2	Test 3.....	81
5.3.3	Test 4.....	83
5.4	Oppsummering	86

6	Tolkninger av regelverket for overflater og kledninger	89
6.1	Byggteknisk forskrift.....	89
6.2	Klassifiseringsstandarder.....	90
6.3	Litteratur.....	90
6.3.1	Utredning fra RISE	90
6.3.2	Høringsnotat DiBK.....	92
6.3.3	Byggforskserien	94
6.3.4	Regelverk i andre land	94
7	Casestudie	97
7.1	Vurderingskriterier for dokumentasjon	97
7.1.1	Trespiler	97
7.1.2	Akustisk duk.....	98
7.2	Dokumentstudie.....	99
7.2.1	Case 1	99
7.2.2	Case 2	100
7.2.3	Case 3	101
7.2.4	Case 4	101
8	Arkitektperspektivet	103
8.1	Forberedelser	103
8.2	Bruk av spilepanel i bygninger	103
8.3	Egenskaper ved spilepanel	104
8.4	Produktvalgprosessen	104
9	Diskusjon	107
9.1	Komparativ branntesting	107
9.2	Sammensetninger av spilelementer	108
9.3	Hvilken produktdokumentasjon er tilstrekkelig?	109
9.4	Dagens praksis for produktdokumentasjon	111
9.5	Vurderinger av spileløsninger.....	113
9.5.1	Løsninger som kan ha negativ innvirkning på brannsikringskonseptet	113
9.5.2	Mindre kritiske løsninger	114
9.6	Tolkninger av regelverk for overflater og kledninger	115
9.7	Usikkerheter.....	118
9.8	Hvordan kan mer brannsikker bruk av trespiler oppnås?	119
10	Konklusjon.....	121
11	Videre arbeid	123
	Referanser.....	125
	Vedlegg	129

Figurer

Figur 1.1: Oppgavens disposisjon	5
Figur 2.1: Valgt forskningsdesign	8
Figur 3.1: Hierarkiet av lover, forskrifter og veiledninger	17
Figur 3.2: Forskjell mellom omsetning og bruk av byggevarer (DiBK, 2013)	20
Figur 3.3: Krav til produktdokumentasjon (DiBK, 2016)	22
Figur 3.4: Gjennomgang av produktdokumentasjon ved tilsyn (DiBK, 2018b)	31
Figur 3.5: Prinsippet for testing av brannbeskyttende egenskaper i henhold til NS-EN 14135 (Östman, Hilling og Boström, 2012)	35
Figur 3.6: Prøvmingsmetode etter NS-EN ISO 11925 (Östman og Mikkola, 2006).....	39
Figur 3.7: Testoppsett for SBI (Sundström, 1999)	40
Figur 3.8: Testoppsett for Room Corner (Sundström, 1999).....	41
Figur 3.9: Prinsippet for beregning av FIGRA (Steen-Hansen, 2019)	41
Figur 3.10: Sammenheng mellom Euroklasser og resultater fra prøving etter NS-EN 14390 (Sundström, 1999)	42
Figur 3.11: DBIs eksempeloppsett av spiler i SBI-testen (Pauner, 2020)	44
Figur 3.12: Brannforløp for innvendige bygningsbranner (Knarud, 2018)	45
Figur 3.13: Kjennetegn ved fasene i et brannforløp (Knarud, 2018)	45
Figur 3.14: Forkullingslag og pyrolysesoner i en brannekspontert tre (Buchanan og Abu, 2017)	46
Figur 3.15: Geometrisk utforming av materialet i beregningen (Yii, 2000)	48
Figur 3.16: Fordeling av trespiler ved beregning av varmeavgivelsesrate (Yii, 2000)	48
Figur 3.17: Varmeavgivelsesrate plottet mot tid for konstant senteravstand og varierende spiletykkelse (Yii, 2000)	49
Figur 3.18: Varmeavgivelsesrate plottet mot tid for konstant spiletykkelse og varierende senteravstand (Yii, 2000)	49
Figur 3.19: Reduksjon i elastisitetsmodulen til stål ved økt temperatur (Standard Norge, 2009)	51
Figur 3.20: Spilepanel	52
Figur 3.21: Profiler for trepanel og -kledning.....	55
Figur 3.22: Største eksponerte areal, utdyping av fotnote i (Standard Norge, 2017)	55
Figur 3.23: FIGRA som en funksjon av relativt eksponert areal for trespiler som eksponeres på alle fire sider (Östman og Mikkola, 2006)	56
Figur 3.24: Testresultater for komposittplater (Östman og Mikkola, 2006)	57
Figur 3.25: Testresultater for panel av heltre (Östman og Mikkola, 2006)	57
Figur 3.26: Prøvematerialet før og etter testen (SINTEF NBL, 2010)	58
Figur 3.27: Brannutviklingsindeks (FIGRA) for prøvematerialet (SINTEF NBL, 2010)	59
Figur 3.28: Gjennomsnittlig varmeavgiveshastighet, HRR_{av} , for prøvematerialet, beregnet som 30 sekunders gjennomsnitt (SINTEF NBL, 2010)	60
Figur 3.29: Gjennomsnittlig røykproduksjon, SPR_{av} , for prøvematerialet, beregnet som 60 sekunders gjennomsnitt (SINTEF NBL, 2010)	60
Figur 4.1: Type 1-spilemodul	64
Figur 4.2: Type 2-spilemodul	65
Figur 4.3: Bæreprofilsystem med oppheng i T-profil (Byggforsk, 2018)	65
Figur 4.4: Type 3-spilemodul i kombinasjon med spilepanel i vegger	66
Figur 4.5: Type 4-spilemodul	66
Figur 4.6: Type 5-spiler.....	67

Figur 4.7: Type 6-spiler	68
Figur 5.1: Rammekonstruksjon	71
Figur 5.2: Testoppsett 1 (referansetest) med komponenter angitt fra innerst til ytterst ..	74
Figur 5.3: Testoppsett 2 med komponenter angitt fra innerst til ytterst	74
Figur 5.4: Testoppsett 3 med komponenter angitt fra innerst til ytterst	75
Figur 5.5: Testoppsett 4 med komponenter angitt fra innerst til ytterst	75
Figur 5.6: Kalibrering, arealberegning og måling av flammehøyde	76
Figur 5.7: Testoppsett referansetest	77
Figur 5.8: Testforløp i referansetest	78
Figur 5.9: Skadet areal etter referansetest	78
Figur 5.10: Sjøktene i testoppsett 2	79
Figur 5.11: Testforløp i test 2	80
Figur 5.12: Skadet areal etter test 2	80
Figur 5.13: Testoppsett 3	81
Figur 5.14: Testforløp i test 3	82
Figur 5.15: Skadet areal etter test 3	83
Figur 5.16: Testoppsett 4	83
Figur 5.17: Testforløp i test 4	84
Figur 5.18: Baksiden av prøveelementet etter 9 minutter (venstre) og 14 minutter (høyre)	85
Figur 5.19: Skadet areal på fremside, bak spilepanelet og bakside av substrat etter test 4	85
Figur 5.20: Bilder fra varmekamera etter 15 minutter av test 4	86
Figur 5.21: Sammenligninger av testene etter 5 minutter	87
Figur 5.22: Sammenligning av testene etter 10 minutter	87
Figur 5.23: Sammenligning av testene etter 15 minutter	87
Figur 5.24: Sammenligning av testene etter 20 minutter	87
Figur 6.1: Overflate (DiBK, 2017)	89
Figur 6.2: Overflateprodukt (Steen-Hansen, 2018b)	93

Tabeller

Tabell 3.1: Definisjoner	13
Tabell 3.2: Forskrifter og standarder	15
Tabell 3.3: Ytelseskriterier for overflater og kledninger.....	19
Tabell 3.4: Systemer for vurdering og verifikasjon av ytelse ved produksjon.....	26
Tabell 3.5: Produktstandarder	26
Tabell 3.6: Tilleggsdokumentasjon.....	30
Tabell 3.7: Klassifisering av egenskaper ved brannpåvirkning	33
Tabell 3.8: Prøvingsmetoder og klassifiseringskriterier (Standard Norge, 2019a)	34
Tabell 3.9: Prøving av kledninger (Östman <i>et al.</i> , 2012).....	36
Tabell 3.10: Kriterier for brannklassifisering av trepanel (Standard Norge, 2017)	54
Tabell 3.11: Resultater fra indikativ brannteknisk prøving av spilepanel (SINTEF NBL, 2010)	59
Tabell 5.1: Forsøksmatrise med prøveelementer, komponenter og kontrollerte parametere.....	73
Tabell 5.2: Målbare resultater fra branntestene	86
Tabell 7.1: Bakgrunnsinformasjon for dokumentstudiet	99
Tabell 7.2: Utdrag fra CPR-sertifikat i Case 2	101
Tabell 8.1: Oversikt over informantene	103

1 Introduksjon

I dette introduksjonskapittelet er det redegjort for bakgrunnen for masteroppgaven, dens problemstilling og hvilke mål som er satt for arbeidet. Videre er masteroppgavens omfang og avgrensninger, disposisjon og oppbygning, samt en leserveiledning presentert.

1.1 Bakgrunn

Spilepanel er en byggevare som brukes som overflatemateriale i vegger og himlinger. Panelene er bygget opp med en spalteåpning mellom hver spile. Disse kan bestå av ulike typer materialer, men lages ofte av heltre, trebaserte materialer eller en kombinasjon av materialer der tre benyttes som det ytre, synlige sjiktet. Trespilene kan betegnes som lameller av tre, og produseres ofte i relativt smale dimensjoner. Spilepanel har gode lyddempende egenskaper, et naturlig utseende og ansees for å ha en positiv miljøprofil. Dette er derfor en byggevare som ofte foretrekkes som overflatemateriale i synlige områder i bygninger.

Fra et brannsikkerhetsperspektiv er dette en byggevare som er vanskelig å definere. I motsetning til innvendig trepanel og trebaserte plater med en glatt overflate, har spilepanel utforminger, geometri og sammensetninger som gir uforutsigbare egenskaper ved brann. Spilenes geometriske utforming gir økt materialoverflate per vegg- og takareal, som bidrar til raskere brannutvikling. Bak spilene benyttes det ofte en akustisk duk og lekter som spilene festes til. Noen duker er testet og oppnår en høy brannklassifisering, mens andre leveres uten dokumentasjon, og kan bidra til hurtig brannutvikling langs spilepanelet dersom den ikke oppnår forutsatt ytelse. En annen utfordring er at spilepanelene sjelden er identiske, og egenskapene ved brannpåvirkning er derfor uforutsigbare. Spilepanel produseres i en rekke ulike treslag og finnes i ulike tykkelser, utforminger og sammensetninger. Underlagsmaterialet bak spilepanelene varierer også, og i enkelte tilfeller monteres spilepanel utenpå massivtrekonstruksjoner, noe som gir en ytterligere økning i brannenergien. Hulrommet som oppstår mellom spilepanelet og underlagsmaterialet kan fylles med isolasjon, men noen løsninger utformes også med åpne hulrom. Ved bruk av spilepanel som overflatemateriale i en nedfôret himling kan oppdrift av varme branngasser og svak brannmotstand i spilepanelet føre til høy oppmagasinering av varme i hulrommet over spilepanelet, og rask brannspredning. I slike tilfeller kan det også være utfordrende å plassere sprinklerhodene for å tilrettelegge for effektiv slokking.

Uforutsigbarheten ved spilepanelenes egenskaper avdekkes ikke i brannkonseptet, da dette kun beskriver krav til overflate, for eksempel B-s1,d0. For å sikre at byggevarer bidrar til å opprettholde tilstrekkelig brannsikkerhet, stiller regelverket for dokumentasjon av byggevarer krav til at produktet testes på den måten det endelige produktet brukes. Variasjonen i spileløsningene skaper store utfordringer når disse skal testes i samsvar med den tiltenkte sluttbruken. For å kunne bruke produkter av tre der Byggteknisk forskrift stiller krav til overflate B-s1,d0, må produktene brannbeskyttes ved impregnering eller overflatebehandling for å oppnå påkrevd brannklasse. Det finnes aktører på markedet som selger slike produkter uten nødvendig tredjepartsdokumentasjon. Andre aktører har tredjepartsdokumentasjon som brukes for

spilepaneler, men der denne dokumentasjonen viser prøveresultater for andre trebaserte produkter med andre egenskaper. Spilepanel som ikke er testet kan i verste fall gi en betydelig reduksjon av brannsikkerheten i forhold til det forutsatte sikkerhetsnivået.

Forskriften inneholder ytelseskriterier for både overflater og kledninger. Spilepanel er i denne sammenhengen et produkt som er utfordrende å definere. I denne oppgaven diskuteres hovedsakelig regelverket for rømningsveier i brannklasse 2 og 3, der forskriftens strengeste kriterier til overflater og kledninger inngår. En annen problemstilling er tolkningen av hvilke krav som gjelder ved bruk av spillepanel i bygninger. Regelverket for kledninger og overflater i Byggteknisk forskrift (TEK) oppfattes av mange som uklart. I 2018 publiserte Direktoratet for byggkvalitet et høringsnotat med forslag til endringer i veiledningen til Byggteknisk forskrift. Dette har ført til en pågående diskusjon i bransjen om når regelverket stiller krav til kledning og når det er tilstrekkelig med kun en overflate. Bakgrunnen for denne diskusjonen er at flere mener det er uoverensstemmelser mellom intensjonen ved kravene og de preaksepterte ytelsene som endringsforslagene legger opp til. Den pågående diskusjonen omhandler hovedsakelig to ulike tolkninger av regelverket, der den ene medfører krav til ubrennbar kledning/overflate i rømningsveier i brannklasse 2 og 3, mens den andre gir aksept for overflater med klasse B-s1,d0, uten at ytelseskriteriet for kledningen må oppfylles. Tolkningen av begrepet overflate er heller ikke entydig, og noen tolkninger gir muligheter for bruk av spillepanel i rømningsveier. Hvorvidt en rømningsvei utformes med ubrennbar kledning/overflate eller et overflatemateriale av brennbart materiale, som spillepanel, har stor betydning for brannutviklingen, og dermed for bygningens brannsikringskonsept.

1.2 Problemstilling

Som beskrevet i kapittel 1.1, er det en rekke faktorer som påvirker spillepanelers egenskaper ved brann. For å kunne vurdere hvordan trespiler påvirker brannsikkerheten i et bygg, er det spesielt viktig å kartlegge dagens praksis for brannprøving og klassifisering av spillepanel, og hvorvidt dette tilfredsstillende regelverkets krav til produktokumentasjon. Samtidig vil bygningers sikkerhetsnivå i stor grad påvirkes av preaksepterte ytelsene for overflater og kledninger, som fremgår av Veiledning til byggteknisk forskrift. Manglende tydeliggjøring og eksemplifisering av hvordan de preaksepterte ytelsene skal tolkes, kan gi en stor reduksjon av sikkerhetsnivået. Noen tolker regelverket som at rømningsveier i brannklasse 2 og 3 skal ha ubrennbar kledning, mens andre tolkninger muliggjør bruk av brannbeskyttet spillepanel som overflateprodukt i de samme områdene i bygningen. I verste fall kan dette føre til at det benyttes løsninger som gir et svekket brannsikringskonsept i forhold til det som Byggteknisk forskrift legger opp til.

Det er definert tre forskningsspørsmål som skal være til hjelp for å underbygge og konkretisere problemstillingen:

1. Hvor utbredt er bruken av spiler i dag? I hvilke områder og type bygninger benyttes denne byggevaren?
2. Hvilke regler og kriterier i DOK, Byggevareforordningen og TEK/VTEK er relevante, og er de gode nok?
3. Utgjør spillebruken en brannrisiko?

1.3 Målsetting

Resultatmål

Resultatmål er knyttet til gjennomføringen av et prosjekt, og løsninger som frembringes av dette arbeidet (Klakegg, 2006). Oppgaven har som mål å foreta en grundig utredning av dagens praksis for bruk av trespiler i byggverk og dokumentasjon av egenskaper ved brannpåvirkning, for å kunne vurdere om dette gjøres i samsvar med krav i forskrifter og regelverk. I denne sammenhengen er det også et delmål å få oversikt over de ulike spileløsningene som brukes, og finne ut hva som kjennetegner løsninger som kan ha negativ innvirkning på brannsikringskonseptet.

Effektmål

Effektmål er knyttet til de langsiktige virkningene av et prosjekt, og skal formidle beslutningstakernes intensjoner og ambisjoner (Klakegg, 2006). Det er ønskelig at masteroppgaven skal bidra med en bevisstgjøring av hvordan bruk av trespiler påvirker brannsikkerheten i bygninger. Masteroppgavens effektmål er å undersøke hvordan brannsikker bruk av trespiler, som tilfredstiller forutsatt sikkerhetsnivå for overflatematerialer i dagens forskrifter og regelverk, kan oppnås.

Suksesskriterier

Følgende suksesskriterier vurderes som sentrale for å oppnå ønsket målsetting:

1. Kartlegge relevante forskrifter og regelverk i det norske og det europeiske systemet, og gi en god oversikt over hvordan dagens praksis samsvarer med dette grunnlaget.
2. En litteraturstudie skal gi god forståelse for hvordan materialparametere, oppbygning av konstruksjonsdeler, og plassering av disse påvirker egenskapene ved brannpåvirkning.
3. Utarbeide et datagrunnlag fra egen brannprøving av spilepanel med ulike sammensetninger, for å kontrollere og teste teorier og funn fra litteraturstudiet.
4. Gi eksempler på tiltak og løsninger som kan bidra til at det forutsatte sikkerhetsnivået i Byggteknisk forskrift opprettholdes.

1.4 Omfang og avgrensning

Oppgaven er begrenset å omhandle faktorer som innvirker på brannsikkerheten ved bruk av trespiler som overflatematerialer i vegger og himlinger. Andre overflatematerialer vil i begrenset grad omtales, og har til hensikt å danne et referanse- og sammenligningsgrunnlag for trespiler.

Teoridelen går inn på temaer som ikke er direkte knyttet til problemstillingen, men som er viktig for å danne et teoretisk grunnlag som videre kan brukes for å belyse problemstillingen. Dette gjelder spesielt gjennomgangen av Byggevareforordningen og Forskrift om dokumentasjon av byggevarer. Det er valgt å foreta en generell gjennomgang av den prinsipielle virkemåten og oppbygningen av det harmoniserte europeiske systemet for dokumentasjon av byggevarer. Dette er gjort fordi systemet vurderes som svært viktig for den helhetlige forståelsen av regelverket for omsetning og markedsføring av byggevarer i EØS-området. Her inngår også fastsatte kriterier og forpliktelser som gjelder dokumentasjon av byggevarer. Dette er avgjørende for omfanget av testing, klassifisering og dokumentering av egenskaper ved brann som gjøres for produkter, deriblant trespiler.

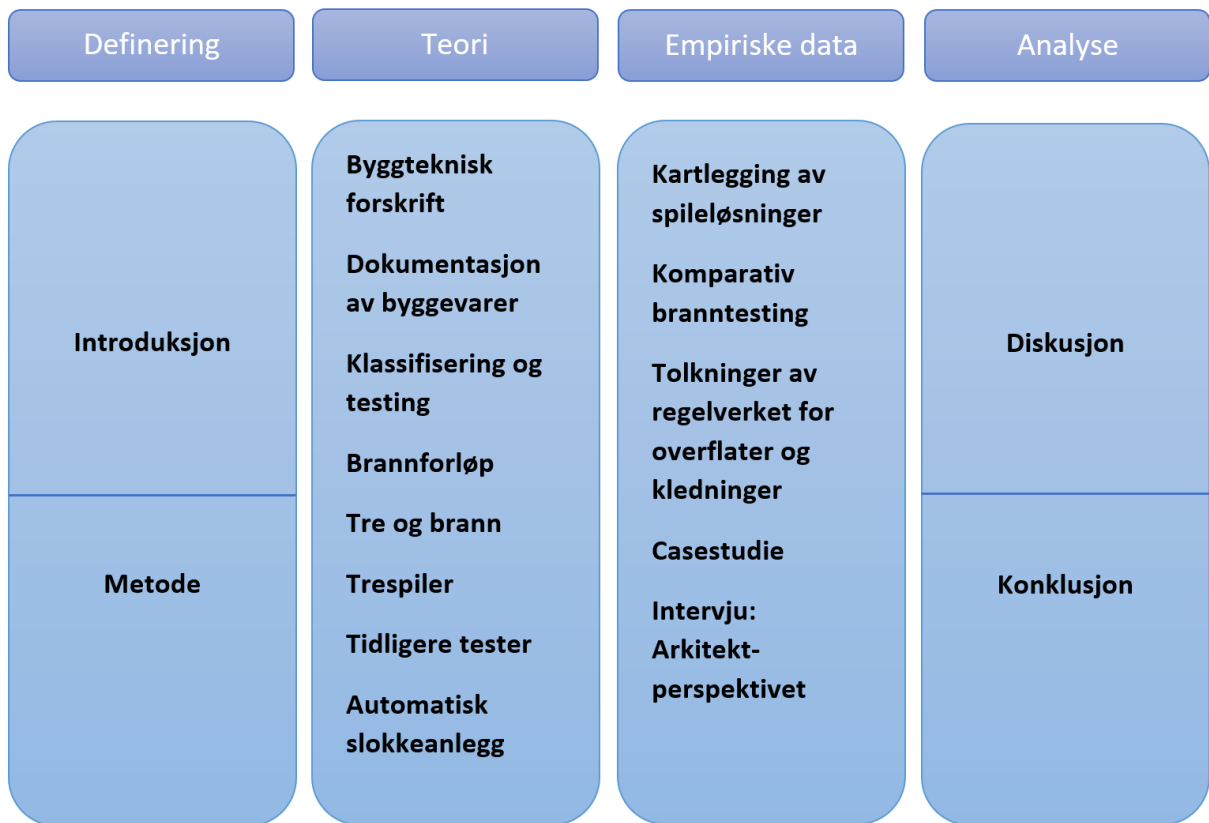
Vurderingen av dagens praksis for dokumentasjon av trespiler er blant annet gjort gjennom en dokumentstudie, der dokumentasjon som ble benyttet i reelle prosjekter er gjennomgått. Dokumentstudiet er begrenset til fire prosjekter der trespiler er benyttet, og det er kun dokumentasjonsgrunnlaget for komponentene i spilepanelene som er vurdert. Dette skyldes begrenset tilgjengelighet av dokumentasjon fra prosjekter, samtidig som denne typen dokumentasjon er av høyest relevans for masteroppgaven. Dokumentstudiet gir likevel et tydelig innblikk i dagens praksis, som er et viktig suksesskriterium for oppgaven.

Denne masteroppgaven har som hensikt å kartlegge mangfoldet av spileløsninger og bruksområder, men med hovedvekt på områder der forskriftens strengeste kriterier til ytelse for kledninger og overflater gjelder, eksempelvis rømningsveier. Årsaken til dette er at bruk av trespiler i disse områdene har stor innvirkning på bygningens totale sikkerhetsnivå. Branntesten er derfor avgrenset til å teste spiler som er brannbeskyttet gjennom overflatebehandling, siden slike produkter ofte brukes i områder i bygninger der forskriften stiller strenge kriterier til egenskaper ved brannpåvirkning.

1.5 Disposisjon

Masteroppgaven er inndelt i hovedkapitlene introduksjon, metode, teori, branntesting, kartlegging av spilebruk, tolkninger av regelverket for overflater og kledninger, casestudie, arkitektperspektivet, diskusjon og konklusjon. Under hovedkapitlene er det delkapitler med ulike nivåinndelinger.

Kapitelene om branntesting, kartlegging av spilebruk, tolkning av regelverket for overflater og kledninger, casestudie og arkitektperspektivet utgjør empirisk grunnlag i oppgaven. Disse kapitlene inneholder empiriske data som på ulike måter gir informasjon om brannsikkerheten ved bruk av trespiler i bygninger. Det er derfor valgt å dele opp resultatgrunnlaget i egne hovedkapitler for å gi oppgaven en mer leservennlig og ryddig struktur. Oppgavens disposisjon er illustrert i Figur 1.1.



Figur 1.1: Oppgavens disposisjon

1.6 Leserveiledning

Opgaven er rettet mot aktører som jobber med brannsikkerhet i bygninger eller har arbeidsområder som på andre måter har innvirkning på brannsikkerheten. Dette kan være branntekniske rådgivere, interiørarkitekter, entreprenører, byggherrer, samt produsenter, importører og distributører av byggevarer.

Språk og ordvalg i masteroppgaven er av et omfang som forutsetter en viss kjennskap til bygningstekniske og branntekniske begreper. Begreper, definisjoner og forkortelser som ikke forventes å være kjent informasjon, er systematisert i en definisjonsliste i kapittel 3.1. Det anbefales derfor at leseren gjennomgår begrepene i definisjonslisten. Noen av delkapitlene i teoridelen kan oppleves som overflødig blant lesere med grunnkunnskaper innen brannsikkerhet. Disse er likevel inkludert for å gjøre oppgaven mer leservennlig for andre lesere uten faglig bakgrunn innen brannsikkerhet.

Opgaven er delt inn i en innledende del, med introduksjon og metode, og tre påfølgende deler som utgjør oppgavens hoveddel, se Figur 1.1. Hoveddelen har følgende innhold:

- Del 1: Teoretisk grunnlag og litteraturgjennomgang (kapittel 3)
- Del 2: Empirisk grunnlag (kapittel 5 til 8)
- Del 3: Diskusjon, konklusjon og videre arbeid (kapittel 9 til 11)

Del 1 gir en oversikt over gjeldende regelverk, generell brannteori og relevante resultater fra tidligere forskning. All informasjon i del 1 er innhentet fra regelverk, standarder og faglitteratur. Informasjonen er gjengitt ved parafrasering, og er ikke forfatterens egne meninger og synspunkter. Referansene som er benyttet er synliggjort ved bruk av referansestilen Harvard. Referansene er fremhevet ved bruk av parenteser med forfatter

og årstall på slutten av en setning eller et avsnitt der den aktuelle referansen er parafrasert eller sitert.

Del 2 inneholder oppgavens resultater i form av empirisk grunnlag. Dette er hovedsakelig frembragt ved egen testing, observasjoner fra kartleggingen av spileløsninger, casestudier og intervjuer. Kapittel 6 skiller seg noe fra de øvrige kapitlene i del 2, da det gjengir ulike tolkninger av regelverket, som er innhentet fra litteraturen. Dette er likevel en viktig del av det empiriske grunnlaget som skal drøftes i del 3.

I del 3 knyttes resultatene til oppgavens problemstilling. Resultatene blir diskutert fortløpende. Del 3 avsluttes med en konklusjon der oppgavens forskningsspørsmål blir besvart og videre arbeid presentert.

2 Metode

I dette kapittelet beskrives det metodiske rammeverket for studien. De valgte metodene begrunnes, og det foretas en gjennomgang av deres styrker og svakheter.

Metodekapittelet har betydning for oppgavens validitet og reliabilitet, og har som formål å gi leseren et innblikk i hvordan informasjonen er innhentet, strukturert og tolket.

2.1 Forskningsdesign

Forskningsdesign er en overordnet plan for forskningen, som beskriver hvordan problemstillingen skal redegjøres og besvares (Sander, 2019). Metodekapittelet er bygget opp med inspirasjon fra Saunders et. al (2009) sin forskningsløk (hentet fra (Busch, 2013)). Denne består av de fire nivåer: Vitenskapsteori, forskningsdesign, datainnsamling og dataanalyse. Nivåene er sammenhengende, og valget i ett nivå påvirker valgene i påfølgende nivåer (Busch, 2013).

2.1.1 Kvalitativ og kvantitativ metode

Valget av kvantitativ eller kvalitativ metode er nært knyttet mot valgene av ekstensivt eller intensivt design (Busch, 2013). Et ekstensivt design innebærer at data samles inn fra mange kilder, mens det ved intensivt design foretas en grundigere datainnsamling fra et fåtall kilder.

Kvantitativ metode baseres på målbar og numerisk data. Metoden er ofte godt egnet for ekstensive design, da slike data er enklere å samle inn og analysere (Busch, 2013).

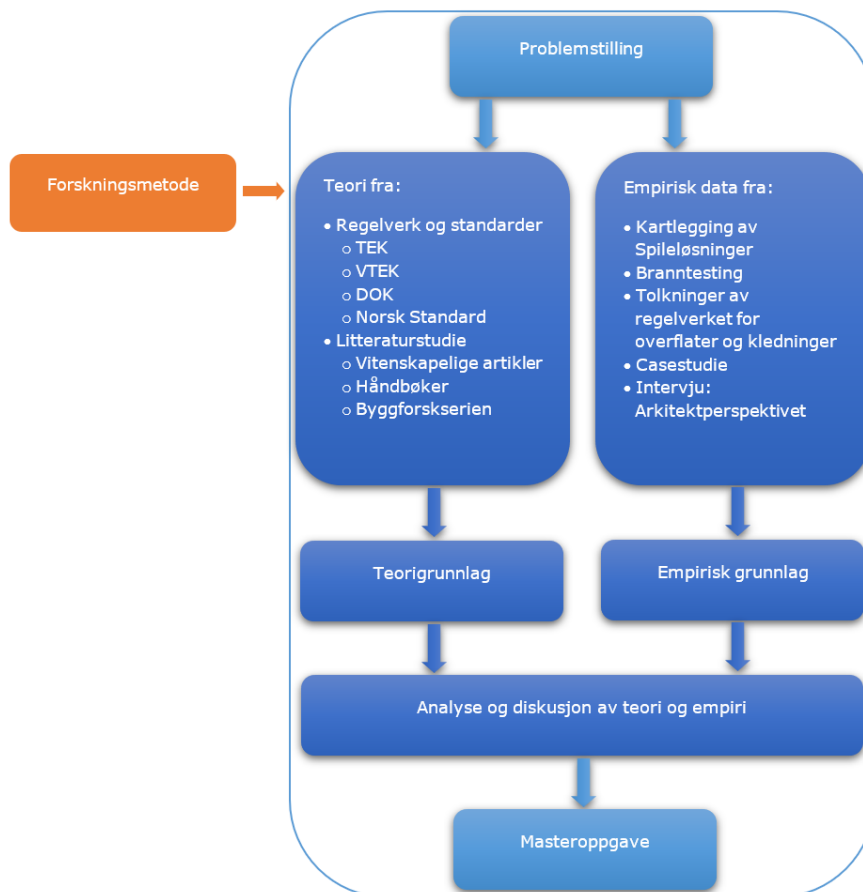
Kvalitativ metode er basert på tolkninger og erfaringer. Busch (2013) nevner observasjon, intervjuer og innsamling av dokumentdata som de viktigste metodene. Slike datagrunnlag korresponderer bedre med intensive design, som kommer fra få respondenter og flere variabler. Kvalitativ metode egner seg derfor ofte til analyse av komplekse sammenhenger (Busch, 2013).

Begge metodene har både positive og negative aspekter. Eksempelvis gjør bruk av kvantitativ metode det enklere å håndtere store mengder data, men gir i mindre grad et definert og avgrenset teorigrunnlag. Kvalitativ metode er mer egnet for å gå i dybden ved analyse av komplekse problemstillinger, men det kan være utfordrende å overføre resultatene til situasjoner utenfor den definerte problemstillingen (Busch, 2013). Av hensyn til de positive og negative aspektene ved kvantitativ og kvalitativ metode, kan en kombinasjon ofte være fordelaktig (Busch, 2013).

2.1.2 Valg av forskningsdesign

Denne studien er utformet med et intensivt design, der data er innhentet fra et begrenset antall kilder. Datainnsamlingen er utført ved bruk av kvalitative metoder. Dette er valgt fordi påvirkningen bruk av trespiler har på brannsikkerheten i bygninger er en kompleks problemstilling med mange variabler som må undersøkes. Datagrunnlaget samles gjennom kartlegging av spileløsninger, branntesting, utredninger av ulike tolkninger av regelverket, casestudier og intervjuer.

Figur 2.1 viser en grafisk fremstilling av studiens forskningsdesign.



Figur 2.1: Valgt forskningsdesign

2.2 Datainnsamling

Studiens problemstilling påvirker hvilken type data det er fornuftig å innhente (Busch, 2013). Datagrunnlaget i denne studien er primært innhentet ved de kvalitative metodene branntesting, kartlegging av spileløsninger, utredning av ulike tolkninger av regelverket, casestudier og intervjuer. Studiens overordnede målsetning er å finne ut hvordan vi kan oppnå brannsikker bruk av trespiler i vegger og himlinger. For å utarbeide et teoretisk grunnlag med faktorer som innvirker på dette, er det utført en litteraturstudie. I tillegg er gjeldende regelverk for bruk av spiler i byggverk og for dokumentasjon av egenskaper ved brannpåvirkning gjennomgått. Dette danner en viktig teoretisk basis med tydelige retningslinjer, og data som samles inn må vurderes tett opp mot dette teoretiske grunnlaget.

Fremgangsmåten for litteraturstudiet, kartlegging av markedet for trespiler, branntesting, casestudier og intervjuer gjennomgås i de påfølgende delkapitlene.

2.2.1 Regelverk og litteraturstudie

Bygningsteknisk regelverk og regelverket for dokumentasjon av byggevarers egenskaper er gitt som forskrifter fra Direktoratet for byggkvalitet. Teorigrunnlaget som beskriver relevante deler av regelverket er derfor hentet direkte fra disse forskriftene, samt standarder fra Standard Norge som forskriftene henviser til. Den øvrige litteraturen er funnet gjennom søk i databasene Google Scholar og Oria, i tillegg til gjennomgang av rapporter fra RISE og SINTEF, Byggforskblader, håndbøker og pensum fra tidligere emner ved studiet Bygg- og miljøteknikk. I tillegg har veilederne Anne Steen-Hansen og

Ole Henry Hallgren underveis i arbeidet med masteroppgaven bidratt med forslag til relevant litteratur.

Validering av litteraturen er gjort ved bruk av TONE-prinsippet, som innebærer vurdering av en kildes troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet (NTNU, 2019). Ifølge NTNU (2019), kan relevante vurderingskriterier være publiseringssted, hvilket år dokumentet er utgitt, om studiens forskningsmetode er tydelig beskrevet og om dokumentet passer til studiens formål. Dette er tatt hensyn til ved å anvende litteratur fra renommerte forskningsinstitusjoner og anerkjente norske og internasjonale forfattere.

2.2.2 Kartlegging av spileløsninger

Kartleggingen av spileløsninger ble utført for å undersøke hvilke typer spilepanel som er tilgjengelig på markedet og hvordan egenskapene dokumenteres, slik at ytterpunkter kunne identifiseres og brannsikkerhet tilknyttet de ulike variantene kunne vurderes. Som innledende arbeid, ble den offentliggjorte informasjonen fra aktørene som markedsfører trespiler gjennomgått. Der denne informasjonen ble vurdert som ufullstendig, eller utdypende informasjonsgrunnlag var ønskelig, ble den aktuelle aktøren kontaktet via telefon eller e-post. Sistnevnte fremgangsmåte ble i hovedsak benyttet ved forespørsel på produktdokumentasjon, siden flere aktører velger å ikke offentliggjøre slik informasjon. Figurene som illustrerer de ulike spileløsningene er utarbeidet i programvaren AutoCad 2020.

2.2.3 Branntesting

For å undersøke brannbeskyttede spileelementers ytelser ved brann, og hvordan ulike parametere innvirker på produktenes egenskaper ved brannpåvirkning, ble det utført komparativ branntesting. Det ble utført én referansetest og tre tester av spileelementer med ulike materialsammensetninger. Testene ble utført på brannlaboratoriet til RISE Fire Research AS i Trondheim. Figurene som illustrerer de ulike prøveelementene er utarbeidet i programvaren AutoCad 2020. For å legge til rette for bearbeiding av datagrunnlaget i ettertid av forsøket, ble hver test filmet, og det ble tatt bilder av prøveelementene før, under og etter testene. Testforløpene ble filmet ved bruk av både videokamera og et varmekamera som registrerer infrarød stråling og synliggjør temperaturforskjeller gjennom ulike farger.

2.2.4 Casestudie

Ifølge Busch (2013), kjennetegnes casestudier ved at fenomenet som skal studeres er nært tilknyttet konteksten, og at det er vanskelig å forstå fenomenet uten å kjenne situasjonen hvor det opptrer. I denne masteroppgaven er det utført en casestudie i form av en dokumentstudie, der produktdokumentasjon fra reelle byggeprosjekter er vurdert opp mot regelverket, som er gjengitt i oppgavens teorigrunnlag. Tjora (2017) betegner dette som casespesifikke dokumenter. Dokumentstudier kjennetegnes ved at dokumentene som brukes er produsert for andre formål enn forskning (Tjora, 2017). Denne metoden ble valgt fordi det var ønskelig å vurdere hvordan regelverket for dokumentasjon av byggevarer tolkes og anvendes i en reell kontekst.

2.2.5 Intervjuer

Ifølge Tjora (2017) er ulike former for intervjuer den mest utbredte datagenereringsmetoden innenfor kvalitativ forskning. Intervjuer kan gjennomføres på flere måter, men består som regel av fasene oppvarming, refleksjon og avslutning. Tjora (2017) skiller mellom semistrukturerte, som også kalles dybdeintervju, og fokuserte

intervjuer, som er en kortere form for semistrukturerte intervjuer. Fokuserte intervjuer kan være effektivt når temaet er avgrenset før intervjuene starter. Intervjuene som er gjennomført i denne studien vil kunne betegnes som fokuserte intervjuer. Før gjennomføringen av intervjuene ble det utarbeidet en intervjuguide, se Vedlegg C. Dette er et hensiktsmessig tiltak for å strukturere intervjuets innhold, og for å lede intervjueren gjennom samtalen (Tjora, 2017). Som hovedregel brukes det en form for lydopptak i både semistrukturerte og fokuserte intervjuer. Dette gir en visshet om at intervjuer får med seg det som blir sagt, og i større grad kan konsentrere seg om informanten som snakker, slik at god kommunikasjon og flyt i intervjuet opprettholdes. Dette gir også mulighet for å stille oppfølgingsspørsmål og be om utdyping der det trengs. Etter å ha forsikret seg om at informanten godtok bruk av lydopptak, ble dette derfor benyttet. Intervjuene ble gjennomført som telefonsamtaler. Tjora (2017) mener at dette kan føre til reduserte forhold ved samtaleaspektet, men av praktiske årsaker ble denne intervjuformen likevel foretrukket.

2.3 Metodekvalitet og -evaluering

Metodevalgene påvirker studiens kvalitet, og bestemmer i hvor stor grad resultatene kan stoles på (Busch, 2013). I denne masteroppgaven har intensjonen vært å velge forskningsmetoder som sikrer at studien oppnår tilfredsstillende kvalitet. Det kan likevel være svakheter og feilkilder ved de valgte metodene, som er viktig å identifisere og redegjøre for.

Ifølge Busch (2013), er det tre forhold som bør diskuteres i forbindelse med metodekvalitet:

- 1. Reliabilitet:** Knyttet til målesikkerhet, og om data som samles inn er pålitelig. Dersom metoden er reliabel, lar den seg etterprøve.
- 2. Validitet:** I hvor stor grad innsamlede data er gyldige for studiens problemstilling.
- 3. Generalisering:** Hvor overførbare resultatene er, og om de kan knyttes til andre situasjoner.

Kvalitativ metode kan ifølge Busch (2013) føre til problemer med generalisering. Det er derfor vektlagt å gi tydelige beskrivelser av metoder, referanser og resultater, for å legge til rette for at overførbarheten til andre situasjoner kan vurderes av leseren.

Litteraturstudie

Litteraturstudien ble utført med litteratursøk som metode. En av styrkene til metoden, er at den gir tilgang til et stort utvalg publikasjoner fra nasjonale og internasjonale utgivere, som bidrar til å gi god faglig dybde. En utfordring med litteratursøket i denne studien er at trespiller og brannikkerhet er et lite belyst tema, og det finnes derfor få publikasjoner som er direkte tilknyttet dette temaet. Problemstillingen er dermed undersøkt gjennom en indirekte fremtoning. En svakhet med denne fremgangsmåten er at gode og relevante kilder kan ha blitt oversett underveis i litteratursøket.

Kartlegging av spileløsninger

Kartleggingen av ulike spileprodukter ga oversikt over et bredt utvalg av mulige løsninger. Det var samtidig utfordrende å kartlegge hvilken produktdokumentasjon som finnes for spileproduktene. Årsaken til dette er at mange spileprodukter er uklassifiserte. I tillegg velger mange aktører å ikke offentliggjøre dokumentasjonen for produktene

sine. I noen tilfeller var det heller ikke mulig å få tilsendt produktdokumentasjon, selv om dette ble forespurt. En mulig metodesvakhet er derfor at det for noen produkter kan finnes dokumentasjon som det ikke ble gitt tilgang på.

Komparativ branntesting

En brann er en kompleks og uforutsigbar prosess, der en rekke faktorer ved materialeegenskaper og -sammensetninger innvirker på brannforløpet. Ideelt sett burde branntestingene muliggjøre prøving av flest mulig relevante faktorer. Som følge av begrensninger knyttet til tidsbruk og tilgjengelige materialer, ble testingen begrenset til én referansetest og tre tester av spilelementer. Det måtte derfor prioriteres hvilke parametere som skulle inkluderes i de fire testene. Det ble valgt å teste hvilken effekt geometri, isolerende underlag, brennbart underlag og hulrom bak spilepanel hadde på brannforløpet. Treproduktene som ble testet var brannbeskyttet med hensikt om å redusere bidraget til brannutviklingen. Spilene og trefiberplatene var brannbeskyttet gjennom overflatebehandling, mens lektene var brannimpregnerte. En mulig svekkelse av datagrunnlaget var dermed at det ikke ble testet hvordan utslaget ville blitt for ubehandlet tre og for ulike ventilasjonsbetingelser, treslag, spiledimensjoner og spalteåpninger. Forskjellen mellom spiler som var brannbeskyttet gjennom impregnering og overflatebehandling ble heller ikke testet. Branntestingene ga likevel et nyttig grunnlag for å sammenligne spilelementer med ulike sammensetninger mot referansetesten. I kapittel 5.1 ble det vektlagt å gi en detaljert beskrivelse av testprosessen, slik at god reliabilitet oppnås. Brannprøving gir et detaljert datagrunnlag for den spesifiserte testgjennomføringen, og er derfor en metode som gir høy validitet.

Casestudie

Casestudien, som ble gjennomført som en dokumentstudie, har som styrke at informasjonen er stabil, og endres dermed ikke over tid. Dokumentene er i tillegg spesifikke og reelle. Bruk av pålitelige dokumenter som er anvendt i tilknytning til reelle prosjekter bidrar til å øke studiens reliabilitet. En svakhet med dokumentstudier, er at dokumentene kan være utilgjengelige og vanskelige å få tak i, eller at de holdes tilbake av rettighetsinnehaver. Dersom bare deler av den obligatoriske dokumentasjonen for et produkt i en byggesak gjøres tilgjengelig, gir det et ufullstendig grunnlag, som gjør det krevende å gi en helhetlig vurdering. Dette har til dels vært tilfellet i denne masteroppgaven, der det til sammen er vurdert fire prosjektrelaterte caser. Begrenset tilgjengelighet av caser og dokumentasjon kan være en mulig metodesvakhet som reduserer studiens validitet. Dokumentasjonen tilhører opprinnelig ulike produsenter av trespiler. For å styrke studiens validitet, ble produktdokumentasjonen som ble gjort tilgjengelig gjennom kartleggingen av spileløsninger gjennomgått i tillegg. Dette ga tilgang på produktdokumentasjon for ytterligere ett spileprodukt, som ble vurdert i kapittel 4.2.

Intervju

For å få frem ulike perspektiver og synspunkter på bruk av trespiler i bygninger, ble det intervjuet arkitekter som representerer tre ulike typer arkitektkontor. Det begrensede antallet intervjuer gir en usikkerhet knyttet til metodens generaliserbarhet. Hensikten med intervjuene var likevel å få flere perspektiver på bruk av spilepanel i bygninger, og validiteten på intervju som metode vurderes derfor som god. Intervju er generelt vanskelig å etterprøve, men ved bruk av intervjuguiden er det ikke urimelig å anta at etterprøving av metoden vil gi deler av det samme datagrunnlaget.

3 Teori

I dette kapittelet beskrives relevante byggtekniske krav, det europeiske regelverket for produktokumentasjon, klassifisering og branntesting, samt generell brann- og materialteori. Videre beskrives trespiler som byggevare, hvilke utfordringer denne byggevaren kan medføre fra et brannsikkerhetsperspektiv og gjeldende klassifiseringskriterier for trespiler i henhold til produktstandarder. Avslutningsvis gjennomgås tidligere utført brannprøving og utfordringer ved installasjon av automatisk sløkkeanlegg i spilehimlinger.

3.1 Definisjoner

Begreper, definisjoner, forkortelser som ikke forventes å være kjent informasjon, er systematisert i definisjonslisten i Tabell 3.1. Noen av definisjonene og forklaringene er inkludert i den samordnede listen over branntekniske begreper i Norge, som er publisert av Kollegiet for brannfaglig terminologi (KBT, 2020). For å unngå tvetydige fortolkninger, er disse begrepene beskrevet i samsvar med definisjonene og forklaringene fra KBT.

Tabell 3.1: Definisjoner

Begrep	Definisjon/forklaring
AVCP-system	System for vurdering og verifikasjon av ytelse (Assessment and Verification of Constancy of Performance, AVCP). Dette avgjør hvilken type dokumentasjon som kreves for en byggevare.
Brannbeskyttet tre	Fellesbetegnelse på trevirke som er impregnert eller overflatebehandlet med formål om å redusere materialets bidrag til brannutviklingen.
Brannrisiko	KBT (2020) definerer brannrisiko som «kombinasjon av sannsynlighet for at en uønsket brann kan forventes å inntreffe, og omfanget av skaden som kan forventes hvis brannen inntreffer.»
CPR-sertifikat	CPR står for Construction Products Regulation, som på norsk kalles Byggevareforordningen. Et CPR-sertifikat er et samsvarssertifikat for forutsatt ytelse, som må utstedes for byggevarer i de strengeste AVCP-systemene. CPR-sertifikater omtales noen steder som «CE-sertifikat» eller «Samsvarssertifikat for forutsatt ytelse».
Euroklasse	Klassifiseringsbetegnelse for produkters egenskaper ved brannpåvirkning i det harmoniserte europeiske klassifiseringssystemet under EUs byggevareforordning.
Europeisk Teknisk Bedømmelse (ETA)	Utarbeides som grunnlag for CE-merking av byggevarer der produktet ikke er dekket av en harmonisert produktstandard.
Glatt treoverflate	Overflatemateriale som dekker hele vegg- eller himlingsarealet, uten geometriske variasjoner i rommets dybde som følge av perforeringer eller spalteåpninger. Dette kan for eksempel være tradisjonelle trepanel eller trebaserte plater.

Harmonisert teknisk spesifikasjon	Harmonisert produktstandard eller ETA.
Harmonisert produktstandard	Europeisk standard som gir opplysninger om byggevarens egenskaper, nødvendig kontrollomfang og informasjon om CE-merking.
Produktdokumentasjon	Fremstilling av informasjon om byggevarens egenskaper og ytelser. Denne dokumentasjonen skal følge med byggevaren.
Sluttbruk (end use condition)	Også kalt end use application. Brukes i sammenheng med kriterier i det europeiske regelverket om at byggevarer skal testes og klassifiseres på en måte som representerer sluttbruken av produktet i byggverk.
Spilemodul	Byggeelement bestående av flere komponenter, deriblant spiler. Kan også omtales som spileelement.
Teknisk bedømmelsesorgan (TAB)	Et foretak, offentlig organ eller lignende som er utpekt av myndighetene til å utstede europeiske tekniske bedømmelser (ETA)
Teknisk dokumentasjon	Teknisk data som utgjør grunnlaget for produktdokumentasjonen. Denne dokumentasjonen trenger ikke å følge byggevaren.
Teknisk kontrollorgan (TKO)	Et foretak, offentlig organ eller lignende som er utpekt av myndighetene til å utføre samsvarsvurderinger av produkter.
Teknisk spesifikasjon for ikke CE-merkede byggevarer	Dokument som inneholder tekniske krav som byggevaren skal oppfylle. Dette kan for eksempel være en nasjonal standard eller en teknisk godkjenning.
Typeprøving	Innledende prøving av byggevaren, som en del av den tekniske dokumentasjonen. Utføres enten av produsent eller av tredjepart, avhengig av gjeldende AVCP-system.
Ytelseserklæring (DoP)	Dokument som inneholder informasjon om produsent, egenskaper og tilsiktet bruk av en byggevare.

Tabell 3.2 viser en oversikt over forskrifter og standarder som er omtalt i masteroppgaven.

Tabell 3.2: Forskrifter og standarder

Forskrift/standard	Forklaring
Byggevareforordningen	Omtales ofte som CPR (Construction Products Regulation). Regulerer dokumentasjon av CE-merkede byggevarer i EØS-området.
Byggteknisk forskrift (TEK)	Inneholder tekniske krav til byggverk. Denne masteroppgaven omfatter hovedsakelig kapittel 11: Sikkerhet ved brann.
Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)	Inneholder regler for dokumentasjon og omsetning av produkter til byggverk.
NS-EN 11925 Prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning – Antennelighet av byggeprodukter ved direkte påvirkning av flamme.	Retningslinjer for antennelighetstesten. Resultatet innvirker på klassifiseringen et produkt kan oppnå.
NS-EN 13238 Prøving av byggevarers egenskaper ved brannpåvirkning - Kondisjoneringprosedyrer og generelle regler for valg av underlag.	Retningslinjer for valg av underlagsmateriale ved brannprøving i SBI-testen, samt hvilken sluttbruk disse representerer.
NS-EN 13501 Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler.	Europeisk klassifiseringsstandard.
NS-EN 13823 Prøving av byggevarers egenskaper ved brannpåvirkning – Byggeprodukter (unntatt gulvbelegg) som utsettes for termisk påkjenning fra en brennende gjenstand.	Retningslinjer for brannprøving i SBI-testen. Resultatet innvirker på klassifiseringen et produkt kan oppnå.
NS-EN 14135 Kledninger – Bestemmelse av evne til brannbeskyttelse.	Retningslinjer for prøving av brannbeskyttende egenskaper for kledninger.
NS-EN 14915 Panelbord og kledningsbord av heltre – Egenskaper, krav og merking.	Harmonisert produktstandard, som blant annet omfatter spilepanel av heltre.

3.2 Byggteknisk forskrift

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) er et nasjonalt kompetansesenter som i Norge er utpekt som den sentrale myndigheten innen bygningsdelen av Plan- og bygningsloven. Dette innebærer at Direktoratet for byggkvalitet blant annet har ansvar for det bygningstekniske regelverket og regelverket for dokumentasjon av byggevarers egenskaper. Brannegenskaper som kreves fra produkter og bygningsdeler fastsettes nasjonalt, men må settes med utgangspunkt i harmoniserte standarder og brannklasser (Mikkola, 2004). Dette innebærer at kravene skal beskrives med grunnlag i europeisk fastsatte klassifiseringssystemer for brannmotstand og egenskaper ved brannpåvirkning.

Byggteknisk forskrift (DiBK, 2017) er en forkortelse for Forskrift om teknisk krav til byggverk. Forskriften omtales ofte som TEK, etterfulgt av årstallet den aktuelle forskriften ble innført. Formålet med forskriften er å sikre at krav til planlegging, prosjektering og utføring av tiltak følges. Dette skal bidra til byggverk av god kvalitet, hvor det er tatt hensyn til helse, miljø, sikkerhet og energi. Tiltakene det stilles krav til i Byggteknisk forskrift er definert på et overordnet nivå i Plan- og bygningsloven, som er

underlagt Kommunal- og moderniseringsdepartementet. Funksjonen til Byggteknisk forskrift er derfor å beskrive og utdype krav til de overordnede målene i Plan- og bygningsloven.

Byggteknisk forskrift er funksjonsbasert. Dette betyr at det er definert kvalitative funksjonskrav, som er overordnede formål byggverket skal oppnå. Dette er minimumskrav som skal oppfylles. I flere tilfeller er funksjonskravene fortolket og beskrevet som ytelseskrav. For at funksjonskravene som er beskrevet kvalitativt skal kunne dokumenteres og kontrolleres, er det hensiktsmessig at de beskrives som målbare ytelser. Forskjellen mellom de to måtene å definere krav på, er at kvalitative krav er beskrevet med ord, mens ytelseskrav er tallfestede og kvantitativt angitte.

- Eksempel på funksjonskrav: «Materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen.»
- Eksempel på ytelseskrav: «Selv om sikkerhet ved brann dokumenteres ved analyse, må innvendige overflater på vegger og i himlinger ha minst klasse D-s2,d0 [In 2].»

Byggteknisk forskrift utgis med en tilhørende Veiledning til byggteknisk forskrift, som ofte forkortes til VTEK. Dette er myndighetenes tolkning av Byggteknisk forskrift, der funksjonskrav omsettes til preaksepterte ytelser som oppfyller kravene, samt anbefalinger og prinsipløsninger som kan anvendes i praksis. I motsetning til funksjonskrav, som skal følges, gir forskriften rom for at preaksepterte ytelser i veiledning kan fravikes. Et fravik må ikke forveksles med avvik, som innebærer manglende samsvar mellom krav i forskriften og det ferdige arbeidet eller produktet. § 2-2 i forskriften beskriver at oppfyllelse av funksjonskravene skal dokumenteres på en av følgende to måter:

1. Ved bruk av preaksepterte ytelser
2. Ved analyse som viser at ytelsene oppfyller funksjonskravene i forskriften

Ved å oppfylle de preaksepterte ytelsene er kravene i forskriften tilfredsstilt uten behov for ytterligere dokumentasjon. Valg av løsninger som ikke er preaksepterte betegnes som et fravik. Som grunnlag for dokumentasjon av slike løsninger må det gjøres en analyse. Forutsetningen for å oppnå en godkjent løsning ved fravik, er at de alternative ytelsene totalt sett oppnår minst like god kvalitet og sikkerhet som de preaksepterte ytelsene. Det skilles mellom kvalitative analyser, og mer omfattende kvantitative analyser. Omfanget av en analyse avhenger av hvor store fravik som gjøres. Veiledningen til byggteknisk forskrift inneholder henvisninger til standarder som beskriver fremgangsmåter for ulike analysemetoder. Standardene kan brukes for å dokumentere at krav og preaksepterte ytelser oppfylles. Veiledningen henviser også til Byggforskblader fra SINTEF Community, fagbøker, tekniske rapporter og annen anerkjent litteratur. Disse referansene gir anbefalinger som ikke inngår i lovverket, men oppfyller kravene i Byggteknisk forskrift. Hierarkiet av lover, forskrifter og veiledninger er illustrert i Figur 3.1.



Figur 3.1: Hierarkiet av lover, forskrifter og veiledninger

Byggteknisk forskrift er inndelt i 17 kapitler. Av disse er følgende tre kapitler omtalt i denne oppgaven:

- Kapittel 2 Dokumentasjon for oppfyllelse av krav
- Kapittel 3 Dokumentasjon av produkter
- Kapittel 11 Sikkerhet ved brann

Sistnevnte kapittel er inndelt i 17 delkapitler. I denne oppgaven er det hovedsakelig «§ 11-9. Materialers og produkters egenskaper ved brann» som er relevant. Dette delkapitlet inneholder to overordnede funksjonskrav:

- (1) «Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at det er liten sannsynlighet for at brann skal oppstå, utvikle og spre seg. Det skal tas hensyn til byggverkets bruk og den nødvendige tiden for rømning og redning.»
- (2) «Materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det skal legges vekt på muligheten for antennelse, hastigheten av varmeavgivelse, røykproduksjon, utvikling av brennende dråper og tid til overtenning.»

Veiledningen til § 11-9 utdyper videre at bruken av innvendige og utvendige overflater og kledninger påvirker utvikling og spredning av brann. Det er som oftest de innvendige, synlige overflatene som i størst grad har betydning for personsikkerheten. Innvendige overflater eksponeres ofte tidlig for brannpåvirkningen, og påvirker dermed antennelse, flammespredning, varmeavgivelse og røykproduksjon i en tidlig fase av brannforløpet. Utvendige overflater, som fasader og tak, involveres normalt på et senere tidspunkt i et brannforløp. Når et brannforløp spres til disse flatene, øker risikoen for brannspredning til andre deler av byggverket og til andre, nærliggende byggverk. I denne oppgaven er det kravene for innvendige overflater og kledninger som er aktuelle.

For å sikre rask evakuering og minimere risikoen for skader på mennesker i byggverket, må det velges produkter som bidrar til å forhindre eller redusere spredning av brann og

røyk tidlig i brannforløpet, noe som er spesielt viktig i rømningsveier. Dette utdypes i veiledningen til § 11-9:

«De branntekniske egenskapene til innvendige overflater (himling, vegger og gulv) har betydning for brannforløpet inntil det blir full overtenning. Valg av produkter vil derfor ha betydning for hvor raskt det antennes, og for varmeavgivelsen og røykutviklingen under brann.»

Det presiseres videre at overflater i hulrom må ha like gode, eller bedre, branntekniske egenskaper som den innvendige overflaten.

Forskriften stiller spesielt strenge krav til nedfôrede himlinger i rømningsveier. Dette skyldes at nedfôrede himlinger kan bidra til økt fare for brannspredning, og det er krevende å få oversikt over- og slukke en brann i dette området. Ved brannpåkjenning kan himlingen falle ned og forstyrre evakueringen. Preakseptert ytelse for nedfôrede himlinger i rømningsveier er klasse A2-s1,d0 og et monteringsystem som kan motstå branneksporing i 10 minutter, eller kledning med klasse K₂10 A2-s1,d0. Overflater og kledninger i hulrommet over den nedsenkede himlingen må oppnå minst like gode branntekniske ytelser som de øvrige overflatene og kledningene i rømningsveien.

Byggverk, eller bruksområder i et byggverk, plasseres i risikoklasser ut fra trusselen en brann kan utgjøre for skader relatert til liv og helse. Risikoklassen og antall etasjer i byggverket brukes videre for å bestemme brannklassen, som beskriver konsekvensen en brann kan innebære for skade på liv, helse, miljø og samfunnsmessige interesser. Risikoklassene og brannklassene legges til grunn ved prosjektering og utførelse av byggverk. Veiledning til § 11-9 inneholder to tabeller som inneholder ytelseskriterier til overflater og kledninger i henholdsvis risikoklasse 1-5 og risikoklasse 6. Tabellene viser overflatekrav for vegger, himling/tak, sjakter og hulrom, gulv og ytterkledning, samt krav til kledninger. Tabellverdiene som er relevante for innvendig bruk av trespiler er samlet og gjengitt i Tabell 3.3.

Tabell 3.3: Ytelseskriterier for overflater og kledninger

Brannklasse Risikoklasse	1		2		3	
	1-5	6	1-5	6	1-5	6
Overflater i brannceller som ikke er rømningsvei						
Overflater på vegger og i himling/tak inntil 200 m ²	D-s2,d0	B-s1,d0	D-s2,d0	B-s1,d0	D-s2,d0	B-s1,d0
Overflater på vegger og i himling/tak over 200 m ²	D-s2,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0
Overflater i sjakter og hulrom	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0
Overflater i brannceller som er rømningsvei						
Overflater på vegger og i himling/tak	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0
Kledninger						
Kledning i branncelle inntil 200 m ² som ikke er rømningsvei	K ₂ 10 D-s2,d0	K ₂ 10 B-s1,d0	K ₂ 10 D-s2,d0	K ₂ 10 B-s1,d0	K ₂ 10 D-s2,d0	K ₂ 10 B-s1,d0
Kledning i branncelle over 200 m ² som ikke er rømningsvei	K ₂ 10 D-s2,d0	K ₂ 10 B-s1,d0	K ₂ 10 B-s1,d0	K ₂ 10 B-s1,d0	K ₂ 10 B-s1,d0	K ₂ 10 B-s1,d0
Kledning i branncelle som er rømningsvei	K ₂ 10 B-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0
Kledning i sjakter og hulrom	K ₂ 10 B-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0	K ₂ 10 A2-s1,d0

I veiledningen til krav som gjelder innvendige overflater og kledninger, presiseres følgende:

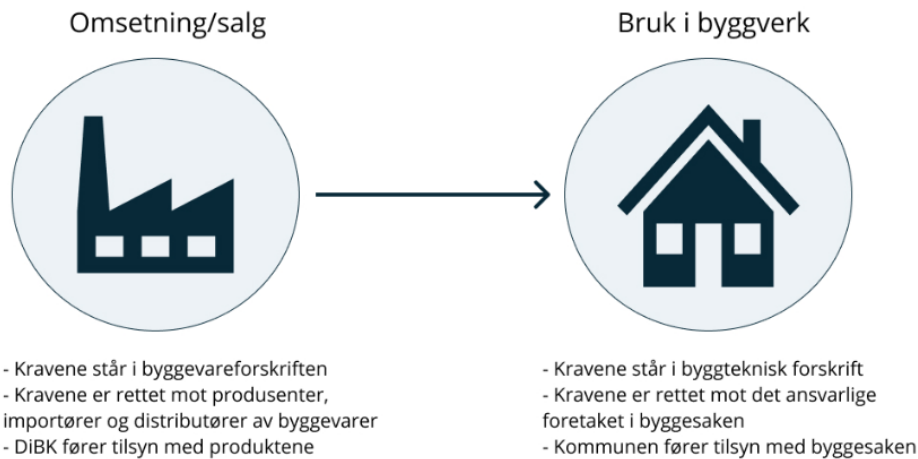
«Selv om sikkerhet ved brann dokumenteres ved analyse, må innvendige overflater på vegger og i himlinger ha minst klasse D-s2,d0 [In 2]. Lavere ytelse kan gi uakseptabelt bidrag til brannutviklingen. Dette kan utgjøre en fare for personsikkerheten.»

Ubehandlet trevirke oppnår normalt klassifisering D-s2,d0 (Mikkola, 2004). Veiledningen angir dette som et minimumskriterium for innvendige vegg- og himlingsoverflater som ikke kan fravikes.

Krav til dokumentasjon

Kapittel 3 i Byggteknisk forskrift omhandler krav til dokumentasjon av produkter til byggverk. Her stilles det krav til dokumentasjon av de produkttegenskapene som er nødvendige for at byggverket skal tilfredsstille krav i forskriften. I veiledningen til § 3-1 presiseres en viktig forskjell mellom kravene til markedsføring og omsetning av produktet, og kravene som må oppfylles for at produktet kan brukes i byggverk. Dette

innebærer at et produkt lovlig kan omsettes og markedsføres uten å tilfredsstille krav til et gitt byggverk, se Figur 3.2. Dette kan eksemplifiseres med utgangspunkt i ytelseskriteriene i Tabell 3.3, som viser at et CE-merket materiale med klassifisering D-s2,d0 lovlig kan omsettes og markedsføres, uten å tilfredsstille overflatekravet i brannceller som er rømningsvei. § 3-1 er kortfattet, og henviser videre til forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk for utdypende informasjon om krav til produktdokumentasjon. Denne forskriften er nærmere gjennomgått i kapittel 3.3.



Figur 3.2: Forskjell mellom omsetning og bruk av byggevarer (DiBK, 2013)

3.3 Dokumentasjon av byggevarer

Byggevarer defineres som produkter som bygges inn i bygninger, konstruksjoner eller anlegg, og som har påvirkning på byggverkets egenskaper (DiBK, 2018b). Regler for omsetning og markedsføring av byggevarer i EU fastsettes av Byggevevareforordningen (EU-forordning nr. 305/2011), som gir et felles teknisk språk for å vurdere ytelsen til byggevarer (Europakommisjonen, n.a.). Hensikten er å fastsette et harmonisert og tydelig markedsføringsreglement for å optimalisere EUs indre marked og sikre fri flyt av byggevarer i EU. Byggevevareforordningen har vært gjeldende i EU siden 01.07.2013, og ble innlemmet i Norge gjennom Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (heretter omtalt som DOK) 01.01.2014. Forordningen erstattet da det tidligere gjeldende Byggevevaredirektivet. Byggevevareforordningen fastsetter regler om (DiBK, 2016):

- Grunnleggende krav til byggverk som byggevevarene vurderes opp mot
- Hvordan produsenter skal angi ytelse for byggevevaren ut ifra harmoniserte tekniske spesifikasjoner
- Regler for CE-merking og ytelseserklæring
- Forpliktelser til markedsdeltakere på EØS-markedet
- Systemer for vurdering og verifikasjon av byggevevarens ytelse
- Krav til tredjepartsorganer som foretar vurdering og verifikasjon av byggevevarens ytelse

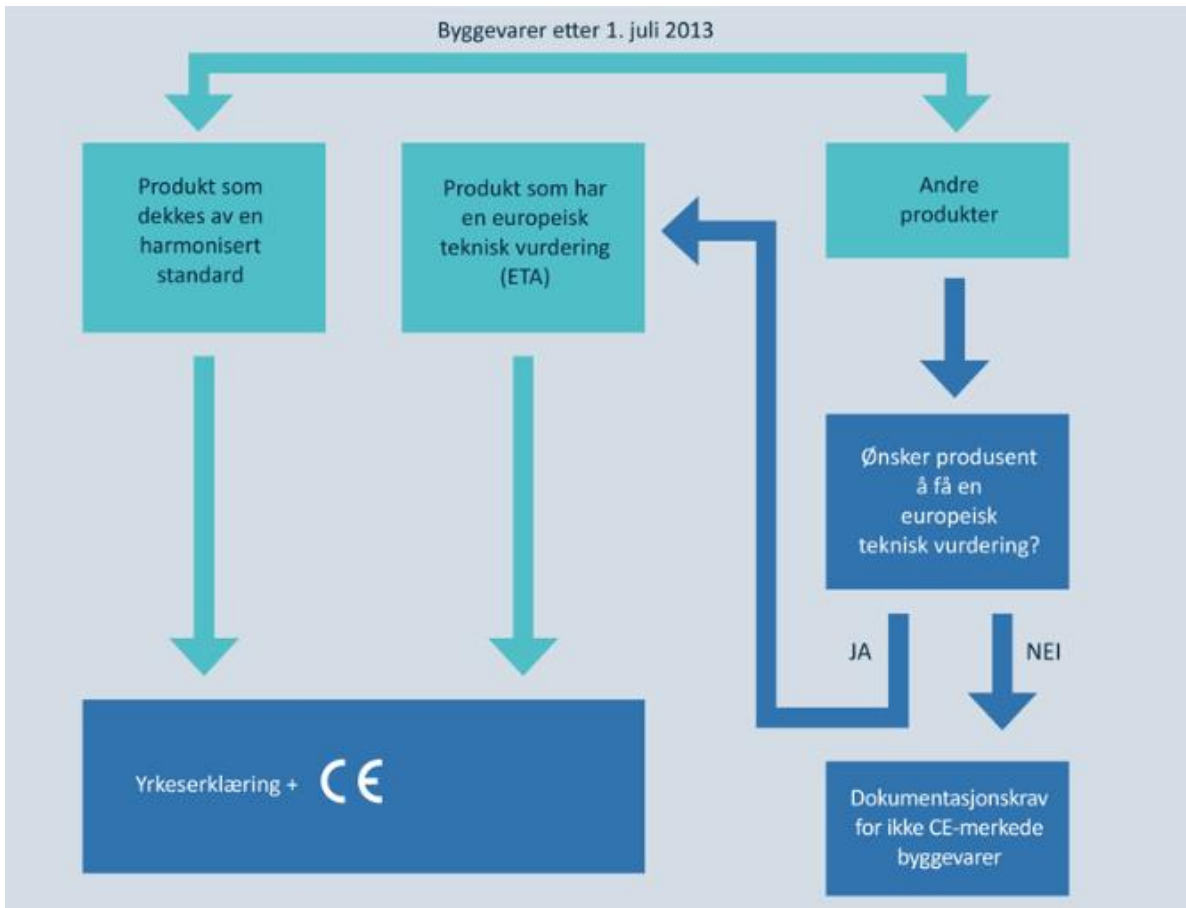
Forordninger som vedtas av EU er direkte gjeldende i EUs medlemsstater, der de føres inn i den nasjonale lovgivningen (DiBK, 2016). Norge er ikke en del av EU, men er tilknyttet EU gjennom EØS-avtalen. Dette knytter Norges politikk og rettsutvikling til EUs lovgivninger (Trondal, 2019). For EØS-land gjelder ikke lovgivning fra EU direkte, men må innlemmes via lov eller forskrift. Byggevevareforordningen er derfor gjort til norsk rett gjennom DOK.

I tillegg til å fastslå vilkår for markedsføring av byggevarer, angir Byggevareforordningen fremgangsmåter for å vurdere ytelsen til byggevarer og kriterier for bruk av CE-merking. Ved å CE-merke et produkt garanterer produsenten at alle krav som stilles til produktet i tilhørende direktiv eller forordning oppfylles (Standard Norge, 2019c). CE-merket er en deklarasjon som viser at sikkerhetskrav i EØS er tilfredsstilt og at produktet kan selges fritt i EØS-området. For flere av produkttypene som ofte benyttes i byggverk finnes det en tilhørende harmonisert produktstandard. Dette er en europeisk standard som er utarbeidet av Den europeiske standardiseringsorganisasjonen (CEN). Produktstandarder gir en felles oppskrift på hvilke egenskaper som er relevante og hvilke prøvingsmetoder som skal anvendes for å bestemme disse egenskapene for produkttypen. Produsenter av produkter med en tilhørende harmonisert produktstandard er pålagt å CE-merke produktene sine etter kriteriene som beskrives i standarden. For produkter som ikke er dekket av en harmonisert produktstandard er det to mulige fremgangsmåter for å tilfredsstille kravet til produktdokumentasjon: CE-merke byggevaren med utgangspunkt i en europeisk teknisk bedømmelse (ETA) eller dokumentere egenskaper for byggevarer som ikke er CE-merket.

De ulike fremgangsmåtene for produktdokumentering som er beskrevet kan deles inn i tre scenarier:

- 1) Byggevaren er dekket av en harmonisert produktstandard, og CE-merking er obligatorisk.
- 2) Byggevaren er ikke dekket av en harmonisert produktstandard, men det utarbeides en ETA. Produsenten er da pålagt å CE-merke byggevaren i henhold til kriteriene i den relaterte ETA.
- 3) Det finnes ingen harmonisert produktstandard for byggevaren, og produsenten velger å ikke CE-merke produktet. Vesentlige produktegenskaper og -ytelser må uansett dokumenteres.

De tre fremgangsmåtene for å oppnå tilstrekkelig produktdokumentasjon er vist i flyttdiagrammet i Figur 3.3.



Figur 3.3: Krav til produktdokumentasjon (DiBK, 2016)

I Byggevareforordningens Vedlegg I, listes det opp syv grunnleggende krav til CE-merkede byggevarers egenskaper. Hensikten med kravene er å sikre at byggverket er egnet for sin tiltenkte bruk, og sikre tilfredsstillende helse og sikkerhet for berørte mennesker gjennom byggverkets livssyklus. Det stilles grunnleggende krav til:

- 1) Mekanisk motstandsevne og stabilitet
- 2) Brannsikkerhet
- 3) Hygiene, helse og miljø
- 4) Sikkerhet og tilgjengelighet ved bruk
- 5) Vern mot støy
- 6) Energiøkonomisering og varmeisolering
- 7) Bærekraftig bruk av naturressurser

Kravene til brannsikkerhet utdypes slik (DiBK, 2016):

«Byggverket skal være utformet og bygget på en slik måte at

- a. byggverket kan antas å ha sin bæreevne i behold en viss tid,
- b. utvikling og spredning av ild og røyk inne i byggverket er begrenset,
- c. spredning av ild til byggverk i nærheten er begrenset,
- d. personer som befinner seg i byggverket, kan forlate bygningen eller reddes på annet vis,
- e. redningsmannskapets sikkerhet er ivaretatt.»

Dersom produsenten angir flere av egenskapene det stilles grunnleggende krav til, er det lettere for brukerne å vurdere byggevaren før den tas i bruk i byggverk. I henhold til kapittel 5 i Veiledning til byggeveforordningen, er produsenter pålagt å angi minst én egenskap for å kunne omsette byggevaren på EØS-markedet. Enkelte egenskaper er likevel obligatorisk å oppgi. Produsenter er pålagt å oppgi egenskaper som uttrykkes i klasser eller terskelnivåer i harmonisert produktstandarder eller ETA, og egenskaper det stilles krav til i TEK. Egenskaper ved brannpåvirkning og brannmotstand må derfor alltid oppgis.

3.3.1 Ytelseserklæring

For produkter som er underlagt krav om CE-merking skal produsenten utarbeide en ytelseserklæring. Denne omtales ofte som DoP (Declaration of Performance). Dette dokumentet inneholder detaljert informasjon om byggevaren og produsenten. Veiledningen til byggeveforordningen kapittel 13 viser til åtte punkter som alltid skal inkluderes i ytelseserklæringen (DiBK, 2016):

- 1) Produkttype
- 2) Vareidentifikasjon (type-, parti-, eller serienummer)
- 3) Tiltent bruk av byggevaren
- 4) Navn, registrert varemerke og adressen til produsenten
- 5) Hvilket system for vurdering og kontroll av ytelse som er benyttet
- 6) Identifisering av sertifiserings- eller prøvingsorgan, dersom det er aktuelt
- 7) Henvisning til den relevante harmoniserte produktstandard eller til den europeiske tekniske vurderingen
- 8) Byggevarens ytelse(r)

Disse punktene danner grunnlaget for en fastlagt mal som skal følges ved utformingen av ytelseserklæringen, se Vedlegg A. Hvilket språk som brukes bestemmes nasjonalt. I Norge er det tillatt med språkene norsk, svensk og dansk. Ytelseserklæringen ferdigstilles med en forpliktende underskrift.

Ytelseserklæring og CE-merking er eksempler på det som betegnes som produktdokumentasjon. I veiledning til byggeveforordningen kapittel 6 påpekes forskjellen mellom teknisk dokumentasjon og produktdokumentasjon. Teknisk dokumentasjon innebærer blant annet innledende typeprøving, beskrivelse av byggevaren og beregninger av egenskaper. Dette danner grunnlaget for utarbeidelse av produktdokumentasjon, som skal gi informasjon om byggevarens egenskaper og ytelser. Produktdokumentasjon skal følge byggevaren, og fungerer som et bevis på at byggevaren tilfredsstiller kravene som stilles.

3.3.2 Markedsdeltakeres forpliktelser

I Veiledning til byggeveforordningen kapittel 17 settes forpliktelser til produsenter, importører og distributører, som er markedsdeltakere med ulike roller i omsetningskjeden. Produsenter fremstiller byggevarer, og har hovedansvaret for utarbeidelse av teknisk dokumentasjon og produktdokumentasjon. Importører markedsfører byggevarer som er produsert utenfor EØS-området, mens distributører er fysiske eller juridiske personer, bortsett fra produsenter og importører, som tilgjengeliggjør byggevarer på markedet. Alle disse aktørene har ansvar for at byggevarene de omsetter er i samsvar med Byggeveforordningen. I Veiledning til byggeveforordningen kapittel 18 presiseres det videre at importører og distributører som omsetter byggevarer under sitt eget navn eller varemerke må sikre at

tredjepartsvurderinger fra tekniske kontrollorgan er utført. Tredjepartsvurderingen som må utføres avhenger av produktets system for vurdering og verifikasjon av ytelser, se kapittel 3.3.4. I Norge skal anvisninger, sikkerhetsinformasjon og produktdokumentasjon være tilgjengelige for brukerne på et skandinavisk språk. Dette gjelder også for importører som markedsfører byggevarer produsert utenfor EØS-området.

3.3.3 Byggevarer som ikke er CE-merket

Produsenter som ønsker å CE-merke produkter som ikke er dekket av en harmonisert produktstandard kan gjøre dette med utgangspunkt i en europeisk teknisk bedømmelse (ETA), som utarbeides med grunnlag i et europeisk bedømmelsesdokument (EAD). Dette er et bedømmelsesdokument som beskriver hvilke produkttegenskaper som bør ligge til grunn for CE-merkingen, i tillegg til hvordan egenskapene bestemmes og kontrolleres. ETA utarbeides av tekniske bedømmelsesorganer (TAB) som utpekes av myndighetene i hvert enkelt europeisk land. Tekniske bedømmelsesorganer i Europa er medlemmer av en felles organisasjon (European Organisation for Technical Assessment, EOTA). Dersom det er utarbeidet en ETA for et produkt er det obligatorisk å CE-merke produktet ut ifra denne.

For produkter der det ikke foreligger en ETA, er det valgfritt om produsenten ønsker å CE-merke produktet. I tilfeller der det ikke finnes en harmonisert produktstandard og produsenten velger å ikke søke om en europeisk teknisk bedømmelse, må dokumentasjonskrav for ikke CE-merkede byggevarer følges. Slike produkter vil ikke være knyttet til Byggevareforordningens regler for markedsføring og omsetning av byggevarer (DiBK, 2016). Selv om manglende CE-merking vil begrense produktets markedsadgang i EØS-området, skal sentrale produkttegenskaper og -ytelser likevel dokumenteres. Årsaken til dette er at ikke CE-merkede byggevarer kan ha tilsvarende betydning for byggverkets grunnleggende funksjon og sikkerhet som CE-merkede byggevarer. Dokumentasjonen må derfor ligge til grunn for at det skal kunne vurderes om produktet er egnet til bruk i byggverket og om det tilfredsstillende krav fra Byggteknisk forskrift. Krav til byggevarer som ikke er CE-merket fastsettes i kapittel III i DOK.

Dokumentasjonen for ikke CE-merkede byggevarer skal i stor grad tilnærmes prinsippene for CE-merking. Som for CE-merkede byggevarer stilles det dermed grunnleggende krav til mekanisk motstandsevne og stabilitet, brannsikkerhet, hygiene helse og miljø, sikkerhet og tilgjengelighet ved bruk, vern mot støy, energiøkonomisering og varmeisolering og bærekraftig bruk av naturressurser. Minst én egenskap skal alltid dokumenteres, og egenskaper ved brannpåvirkning og brannmotstand skal alltid deklarerer for produkter hvor det stilles krav til dette. Nødvendige anvisninger må følge byggevaren, og skal være på et skandinavisk språk. I henhold til DOK § 10, skal vesentlige egenskaper dokumenteres med grunnlag i en tilfredsstillende teknisk spesifisering. Dette kan være en nasjonal standard fra et EØS-land, en teknisk godkjenning fra et tredjepartsorgan eller produsentens egne tekniske spesifiseringer. Den tekniske spesifiseringen må inneholde en beskrivelse av byggevarens relevante egenskaper og testmetoder som skal benyttes. Prinsippet om å anvende relevante beregnings-, prøvings- og klassifiseringsstandarder gjelder dermed på samme måte som for CE-merkede byggevarer.

3.3.4 System for vurdering og verifikasjon av ytelser

Kapittel 4 i Veiledning til byggevareforordningen omhandler harmoniserte tekniske spesifiseringer, som omfatter harmoniserte produktstandarder og ETA. Formålet med

disse er å gi et felles rammeverk for hvordan egenskaper til byggevarer skal angis i EØS-området. Harmoniserte tekniske spesifikasjoner skal sørge for at produsenter CE-merker produkter på samme grunnlag. Harmoniserte produktstandarder skal inneholde et ZA-t tillegg med regler for CE-merking av den aktuelle produktkategorien. I henhold til Byggevareforordningen er produsenter og medlemsstater forpliktet til å bruke dette tillegget. Tillegg ZA består av tre deler:

1. ZA.1: Beskriver omfanget av standarden og relevante egenskaper ved den aktuelle produkttypen. Det henvises til hvilken del av standarden som er relevant for de ulike produktegenskapene, hvilke klasser og grenseverdier produktene skal oppnå, samt hvilke standarder egenskapene skal prøves etter.
2. ZA.2: Hvilket system for vurdering og verifikasjon av ytelse (Assessment and Verification of Constancy of Performance, AVCP) som skal brukes for produktkategorien.
3. ZA.3: Beskrivelse av oppgaver som må gjennomføres før produktet kan CE-merkes. Oppgavene gjøres av enten produsenten eller et tredjepartsorgan, avhengig av hvilket AVCP-system produktet plasseres i.

Systemene for vurdering og verifikasjon av ytelse (AVCP), som det henvises til i harmoniserte produktstandarders Tillegg ZA, brukes for å bestemme grad av kontroll som må gjøres under produksjonen av produktet. EU-kommisjonen har definert fem ulike systemer for produksjonskontroll: 1+, 1, 2+, 3 og 4. Systemene er rangert etter hvor grundig kontroll som skal gjøres, der system 1+ må gjennom den strengeste produksjonskontrollen. EU-kommisjonen vurderer fire kriterier for å bestemme hvilket system som skal gjelde for en byggevare (DiBK, 2016):

1. Betydningen byggevaren har i byggverket
2. Type byggevare
3. Variasjon av byggevarens egenskaper over tid
4. Sannsynligheten for mangler i produksjonsprosessen

Grad av kontroll som skal gjøres for de ulike systemene er beskrevet i Tabell 3.4. I tabellen er det fremhevet at det i system 1+, 1 og 2+ stilles krav til CPR-sertifisering. CPR er den offisielle forkortelsen for Byggevareforordningen, og står for Construction Products Regulation. For at et produkt skal tilfredsstillere kravene til sertifisering må det utstedes et europeisk CPR-sertifikat som grunnlag for CE-merkingen av produktet. Et CPR-sertifikat er et samsvarssertifikat for forutsatt ytelse, som noen steder også omtales som «CE-sertifikat». Dette er nærmere omtalt i kapittel 3.3.6.

Tabell 3.4: Systemer for vurdering og verifikasjon av ytelse ved produksjon

System 1+	Systemet gjelder for byggevarer som vurderes til å være av stor betydning for at grunnleggende krav til byggverket oppfylles. Dette omfatter produkter der produksjonsprosessen påvirker egenskaper og ytelser ved brann, eksempelvis der trematerialer påføres overflatebehandling for å begrense bidraget til tidlig brannutvikling. Jevnlig overvåking av produksjonen må utføres av et utpekt sertifiseringsorgan. I system 1+ skal i tillegg selve produktet sertifiseres av et utpekt sertifiseringsorgan. Dette skal gjøres etter at typeprøving er utført av et uavhengig utpekt prøvingsorgan (Byggforsk, 2016). CPR-sertifisering kreves.
System 1	System 1 er tilsvarende som system 1+, men det er ikke nødvendig med stikkprøver av egenskaper og ytelser før varen markedsføres (Byggforsk, 2016). CPR-sertifisering kreves.
System 2+	Sertifisering av produsentens produksjonskontroll gjøres for å sikre at grunnleggende krav til byggverk oppfylles. I dette systemet har produsenten mer frihet, slik at produktets egenskaper og ytelser i større grad kan tilpasses leveransen. Produsenten utfører selv typeprøvingen, som innebærer prøving og fastsetting av produktets ytelser i samsvar med metodene som oppgis i harmonisert produktstandard og klassifiseringsstandard (Byggforsk, 2016). CPR-sertifisering kreves.
System 3	Produsenten utfører en produksjonskontroll i fabrikk. Videre må et teknisk kontrollorgan vurdere byggevarens egenskaper og ytelser på grunnlag av typeprøving i et prøvingslaboratorium, beregninger eller beskrivende dokumentasjon før CE-merking kan gjennomføres (DiBK, 2016).
System 4	Produsenten utfører produksjonskontroll i fabrikk og fastsetter produktets ytelser. Produktegenskapene vurderes å være mindre kritiske for at tilfredsstillende sikkerhet og helse skal kunne oppnås i byggverket. CE-merking kan derfor utføres uten teknisk kontroll fra en tredjepart (Byggforsk, 2016).

Tabell 3.5 viser produktstandarder som er relevante for trespiler i vegger og himlinger.

Tabell 3.5: Produktstandarder

Standard	Produkt	Beskrivelse
NS-EN 14915:2013+A1:2017+NA:2017	Panelbord og kledningsbord av heltre Egenskaper, evaluering av samsvar og merking	Harmonisert produktstandard for panel- og kledningsbord
NS-EN 13964:2014	Nedsenkede himlinger Krav og prøvingsmetoder	Harmonisert produktstandard for nedsenkede himlinger

Byggevarer plasseres i ett av systemene fra Tabell 3.4. NS-EN 14915, produktstandard for panelbord og kledningsbord av heltre, omfatter relevante egenskaper og testmetoder for panel i både vegger og himlinger, men ikke nedfôrede himlinger. For spilehimling som

er montert som nedfôret himling, gjelder i tillegg produktstandarden NS-EN 13964 for himlingssystemet. Tillegg ZA i NS-EN 14915 gir retningslinjer for hvilke AVCP-systemer som gjelder for spiler av heltre:

- **AVCP-system 1:** Produkter som har gjennomgått prosess for å oppnå høyere klassifisering av egenskaper ved brannpåvirkning. Dette kan eksempelvis være tilsetning av brannhemmende midler til produktet.
- **AVCP-system 3:** Produkter som ikke har gjennomgått en prosess for å oppnå forbedret brannklassifisering. Ubehandlet tre plasseres i dette systemet.
- **AVCP-system 4:** Enkelte produkter av ubehandlet tre som produseres etter bestemte kriterier for densitet og tykkelse, kan klassifiseres uten behov for brannprøving, se kapittel 3.4.4.

Som beskrevet i Tabell 3.4, kreves det ulike former for kontroll i system 1, 1+, 2+ og 3. Tredjepartsorganene som utfører kontrollene kalles tekniske kontrollorganer (TKO). Disse velges ut av myndighetene på nasjonalt nivå. Det skilles mellom tre typer tekniske kontrollorganer (Byggforsk, 2016):

1. Produktsertifiseringsorganer (system 1 og 1+)
2. Tekniske organer for sertifisering av produksjonskontroll (system 2+)
3. Prøvingslaboratorier (system 3)

I henhold til DOK § 8, kan tekniske kontrollorgan velges ut av norske myndigheter ved Direktoratet for byggkvalitet (DiBK, 2016). Som grunnlag for utvelgingen, skal organet være akkreditert av et nasjonalt akkrediteringsorgan. I Norge er Norsk akkreditering nasjonalt organ for teknisk akkreditering.

Veiledning til byggevarerforordningen kapittel 8 (DiBK, 2016) presenterer en liste over utpekte tekniske kontrollorgan i Norge:

- SINTEF
- Kontrollrådet
- Norsk Treteknisk Institutt
- Nemko
- SP Fire Research AS
- Applicia
- Det Norske Veritas

De ulike tekniske kontrollorganene dekker produktgrupper og harmoniserte tekniske spesifikasjoner der de har tilstrekkelig kompetanse. De kan derfor bare utføre tekniske kontroller for de områdene de er utpekt til å dekke (DiBK, 2016). EU har opprettet en oversikt, kalt NANDO-basen, som viser tekniske kontrollorgan og hvilke områder utpekingen til de ulike organene dekker.

3.3.5 System for vurdering og verifikasjon av ytelser til ikke CE-merkede byggevarer

Tredjepartsvurderinger fra et teknisk kontrollorgan er også påkrevd for ikke CE-merkede byggevarer. I henhold til DOK § 12 skal slike byggevarer, på samme måte som CE-merkede byggevarer, kontrolleres etter EU-kommisjonens systemer for vurdering og verifikasjon av ytelser (AVCP). Disse kriteriene er satt for å sikre at to sammenlignbare byggevarer med den samme tilsiktede bruken, der kun den ene er CE-merket, omfattes av like krav til tredjepartsvurdering. I EU-kommisjonens NANDO-base er det mulig å

søke etter hvilket system for vurdering og verifikasjon av ytelser som gjelder for en produktkategori. Hvis det ikke er fastlagt hvilket system som gjelder for en byggevare, skal systemet for tilsvarende og sammenlignbare CE-merkede byggevarer legges til grunn. Noen produkter kan være krevende å kategorisere, og tvilstilfeller kan oppstå. I henhold til DOK § 12 anbefales det derfor å undersøke hvilket system for vurdering og verifikasjon av ytelse som er beskrevet i et relatert europeisk bedømmelsesdokument (EAD), dersom det eksisterer et slikt for det aktuelle produktet. Som for CE-merkede byggevarer, avgjør det aktuelle systemet om det kreves et produktsertifikat (system 1+ og 1), sertifisering av produksjonskontroll (system 2+), dokumentasjon av typeprøving fra et teknisk kontrollorgan (system 3) eller om produsenten selv kan angi ytelser (system 4). I DOK § 12 oppgis brannmaling som et eksempel på en ikke CE-merket byggevare som plasseres i system 1, og dermed må sertifiseres av et akkreditert organ før den kan omsettes på markedet (DiBK, 2016).

3.3.6 Krav til tilleggsdokumentasjon

I henhold til Byggteknisk forskrift § 3-1(2) skal produktegenskapene som er av betydning for at byggverk skal tilfredsstillere forskriftens krav være dokumenterte. Hvilken type dokumentasjon som kreves er avhengig av flere faktorer. Det skilles mellom produkter med krav til CE-merking, som er pålagt krav fra Byggevareforordningen, og produkter uten krav til CE-merking, som må følge retningslinjer i kapittel III i DOK. Ut over CE-merkingen kreves det ofte tilleggsdokumentasjon, slik at ansvarlige foretak i byggesaker kan vurdere om byggevarers egenskaper og ytelser tilfredsstiller kravene i Byggteknisk forskrift. I Norge kan slik tilleggsdokumentasjon utarbeides av tredjepartsorganer som tilbyr godkjennings- og sertifiseringsordninger (Edvardsen og Ramstad, 2014). Hvilken type tilleggsdokumentasjon som kreves, er blant annet avhengig av byggevarens AVCP-system, som beskrevet i kapittel 3.3.4 og 3.3.5.

I Byggesaksforskriften (SAK10) § 12-3 a) pålegges ansvarlig prosjekterende ansvar for at prosjekteringen er kvalitetssikret og dokumentert i henhold til byggteknisk forskrift kapittel 2 og at det foreligger produktdokumentasjon i henhold til DOK, dersom prosjekterende står for valg av produkt (DiBK, 2010). Tilsvarende bestemmelse for ansvarlig utførende blir gitt i byggesaksforskriften § 12-4 c). Dette innebærer at i tilfeller der ansvarlig prosjekterende kun angir kriterier for ytelsesnivået til et produkt, og ansvarlig utførende står for innkjøp av produktet, er den utførende ansvarlig for at det foreligger produktdokumentasjon og -godkjenning. I veiledningen til § 12-4 c) presiseres det at dette ansvaret også innebærer å være oppmerksom på om produktet som brukes er i samsvar med et eventuelt tilhørende sertifikat fra et teknisk kontrollorgan. Det må da kontrolleres at serienummeret til produktet som brukes er i samsvar med produktet sertifikatet gjelder for. Ansvarlig utførende har i henhold til SAK10 § 12-4 c) ansvar for at produktet brukes som forutsatt av produsenten. Ved manglende eller uriktig dokumentasjon kan myndighetene kreve stans i omsetningen, tilbaketrekking av produktet fra markedet og eventuelt bøter.

De påfølgende avsnittene beskriver tre typer tilleggsdokumentasjon, som er aktuelle for ulike systemer for vurdering og verifikasjon av ytelse.

CPR-sertifikat

Ved sertifisering av produkter etter system 1+, 1 og 2+ skal det utstedes et CPR-sertifikat i henhold til Byggevareforordningen som grunnlag for CE-merking. Et CPR-sertifikat er et samsvarssertifikat for at forutsatt ytelse tilfredsstilles. I system 2+ skal

produksjonskontrollsystemet sertifiseres, mens det i system 1+ og 1 er selve produktet som skal sertifiseres (Byggforsk, 2016). Et CPR-sertifikat utstedes av et teknisk kontrollorgan, og fungerer som en bekreftelse på at produktet og/eller produksjonskontrollen tilfredsstiller krav fra den aktuelle harmoniserte produktstandard eller ETA (SINTEF Certification, n.a.-c). Utstedelse av et CPR-sertifikat for et produkt innebærer også at et teknisk kontrollorgan jevnlig skal besøke fabrikken der produktet produseres, for å kontrollere produksjonsprosessen og verifisere at forutsetningen for sertifikatet fortsatt er gjeldende. Det spesifiseres i harmoniserte produktstandarder og ETA hvor ofte det skal foretas kontroller. I NS-EN 14915, produktstandard for trepanel, spesifiseres det at kontroller skal utføres én gang per år. Vedlegg B inneholder en mal som viser oppsettet og utformingen til CPR-sertifikater som utstedes fra SINTEF Certification.

Produktsertifikat

I Norge er SINTEF utpekt instans for utstedelse av produktsertifikat. Dette er en frivillig sertifiseringsordning, som bare kan utstedes for produkter som ikke er dekket av en harmonisert produktstandard eller en ETA, og som dermed ikke er pålagt CE-merking (SINTEF Certification, n.a.-b). Selv om ordningen er frivillig, er det obligatorisk å oppfylle krav til dokumentasjon i DOK. Et produktsertifikat fungerer som dokumentasjon på at et produkt tilfredsstiller relevante tekniske krav fra en teknisk spesifisering, som nasjonale eller internasjonale produktstandarder, eller at det oppnår spesifikke produktegenskaper. Utstedelse av et produktsertifikat forutsetter dermed at det eksisterer et grunnlag i form av en relevant teknisk spesifisering. Produktsertifikatet kan for eksempel dokumentere at et produkt tilfredsstiller en gitt brannklassifisering i samsvar med NS-EN 13501. Denne tilleggsdokumentasjonen kan anvendes for å oppfylle krav i DOK kapittel III: Krav til byggevarer som ikke er CE-merket. Sertifikatet er også en bekreftelse på at tilstrekkelig kvalitetskontroll utføres under produksjon.

Teknisk godkjenning

I Norge er SINTEF utpekt instans for utstedelse av teknisk godkjenning. SINTEF Teknisk Godkjenning er en frivillig ordning der produktegenskaper kan testes og vurderes av en objektiv tredjepart (SINTEF Certification, n.a.-a). Selv om ordningen er frivillig, er det obligatorisk å oppfylle krav til dokumentasjon i DOK. For produkter som er underlagt krav om CE-merking, fungerer teknisk godkjenning som en dokumentasjonsordning som verifiserer at byggevarer vurderes som egnet i bruk og tilfredsstiller krav i TEK for bruksområdene og betingelsene som er oppgitt godkjenningen. For slike produkter er fullført CE-merking og ytelseserklæring en forutsetning for at en teknisk godkjenning kan utstedes. En teknisk godkjenning dekker minstekravet til produktdokumentasjon i henhold til DOK, og inneholder i tillegg dokumentasjon av egenskaper, bruksområder og anbefalte forutsetninger for bruk (SINTEF Certification, n.a.-a). Det akkrediterte organet (SINTEF) overvåker intern produksjonskontroll, og utfører jevnlig tester i akkrediterte laboratorier.

For ikke CE-merkede byggevarer forutsettes det, i henhold til DOK, tilsvarende sertifisering når produkter har tilnærmet lik funksjon som sammenlignbare CE-merkede byggevarer. For slike produkter er både produktsertifikat og teknisk godkjenning en mulig dokumentasjonsordning, som skal dekke kravet til produktdokumentasjon i DOK. Teknisk godkjenning er spesielt aktuelt for produktområder der det ikke finnes en relevant teknisk spesifisering, eller dersom det ønskes en mer omfattende dokumentasjonsordning enn et produktsertifikat (SINTEF Certification, n.a.-a).

Mens CE-merkingen gir produktet tilgang til fri handel på EØS-markedet, er teknisk godkjenning et bevis på at produktets egenskaper og ytelser samsvarer med krav i Byggteknisk forskrift. Prøving av produkter må følge felles europeiske retningslinjer, men en SINTEF Teknisk Godkjenning er kun gyldig i Norge (Byggforsk, 2016). Årsaken til dette er at byggeforskriftene i europeiske land ikke er harmoniserte, og byggtkniske krav kan derfor i stor grad variere mellom ulike land. Teknisk godkjenning skal ha følgende innhold (SINTEF Certification, n.a.-a):

- Produktbeskrivelse
- Bruksområder
- Produktegenskaper
- Bruksbetingelser
- Ansvar for overvåkende produksjonskontroll
- Grunnlag for godkjenningen
- Produktbeskrivelse

En teknisk godkjenning kan også dokumentere andre egenskaper utover de som er deklartert i CE-merkingen. Godkjenningen gjelder for fem år fra utstedelse, men må revideres ved endringer i produktet, bruksområdet eller betingelser for bruken.

Tabell 3.6 viser en oppsummering av hovedtrekkene ved tilleggsdokumentasjonsordningene.

Tabell 3.6: Tilleggsdokumentasjon

Krav til produkt	Bruksområde	Obligatorisk	Beskrivelse
CPR-sertifikat	Produkter med krav til CE-merking	Obligatorisk for produkter som sertifiseres etter AVCP-system 1+, 1 eller 2+	Bekrefter samsvar med forutsatt ytelse
Produktsertifikat	Produkter uten krav til CE-merking	Frivillig	Bekrefter samsvar med en relevant teknisk spesifikasjon og tilfredsstillende kvalitetskontroll, i henhold til krav i DOK.
Teknisk godkjenning	Produkter med og uten krav til CE-merking	Frivillig	Bekrefter samsvar med en relevant teknisk spesifikasjon og tilfredsstillende kvalitetskontroll, i henhold til krav i DOK, i tillegg til dokumentasjon av egenskaper, bruksområder og anbefalte forutsetninger for bruk.

3.3.7 Dokumentasjonskrav for spilemoduler

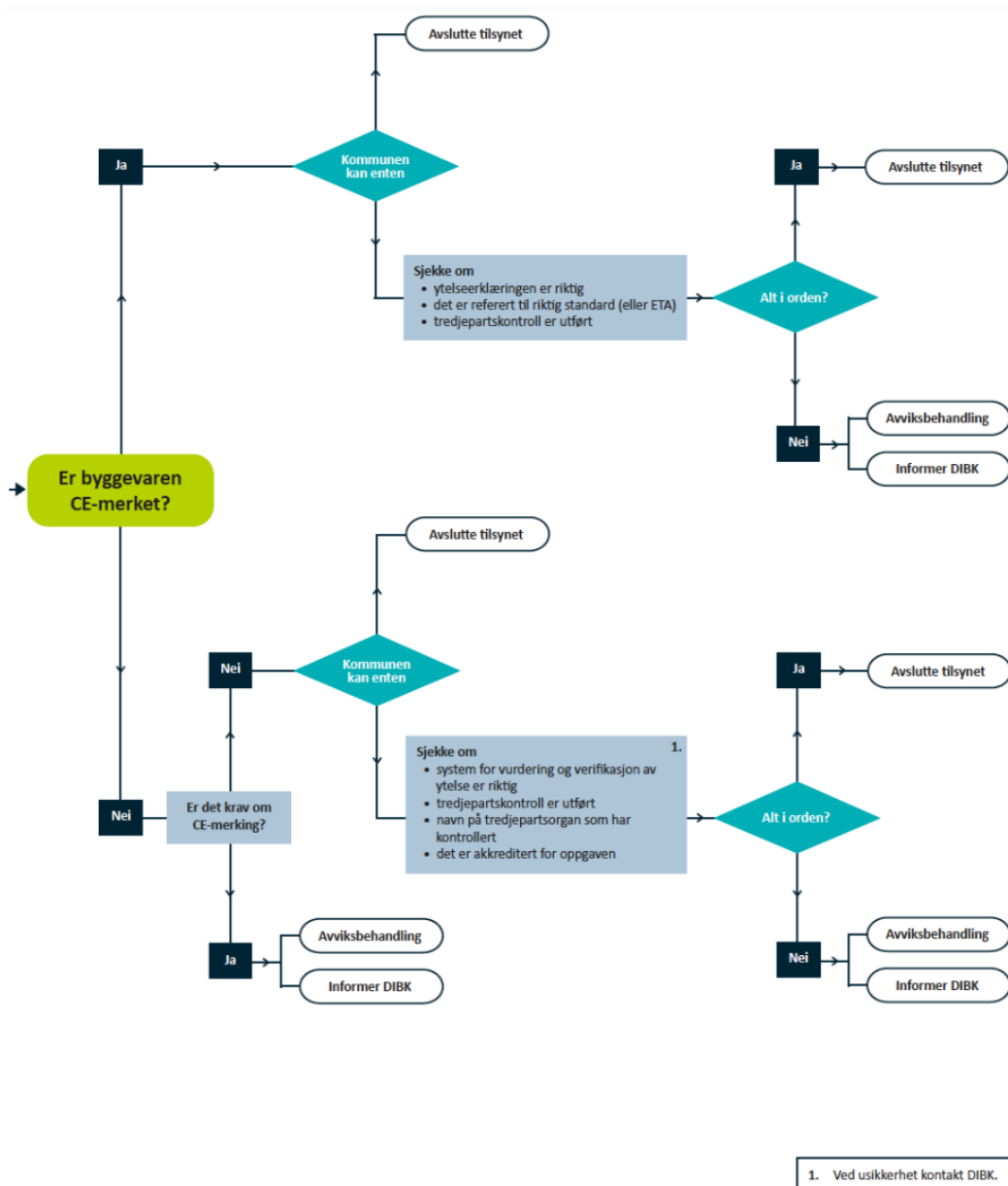
Direktoratet for byggkvalitet har utarbeidet retningslinjer for kommunalt tilsyn med produktdokumentasjon, som gir et innblikk i DOK og krav om CE-merking (DiBK, 2018b). Som en del av kapittel 3.1 i Veiledning til kommunalt tilsyn med produktdokumentasjon, inngår dokumentasjon av byggesett. Det stilles forskjellige krav til lukkede elementer,

der byggesettet må dokumenteres som helhet, og åpne elementer, der det er tilstrekkelig at produktene dokumenteres hver for seg.

Trespiler leveres ofte som en del av en byggmodul, se kapittel 4.1. Modulen er sammensatt av flere produkter, for eksempel spiler, akustikkduk og lekter. Etter kommunikasjon med Vidar Stenstad, Sjefingeniør ved DiBK, pr. e-post den 31. mars 2020, ble det avklart at spilemoduler regnes som åpne elementer.

Dokumentasjonskriteriene for åpne elementer, der alle delproduktene enkelt kan sees og inspiseres på byggeplassen, må derfor tilfredsstilles. For slike byggevarer er det tilstrekkelig at delproduktene dokumenteres hver for seg (DiBK, 2018b). Delproduktene må oppfylle kravene til dokumentasjon i DOK, som er beskrevet tidligere i kapittel 3.3.

Figur 3.4 viser et flytdiagram med punktene som kontrolleres når det er behov for en dypere gjennomgang av produktdokumentasjon ved tilsyn fra kommunen (DiBK, 2018b). I flytdiagrammet oppsummeres sjekkpunktene som er gjennomgått i underkapitlene til kapittel 3.3.



Figur 3.4: Gjennomgang av produktdokumentasjon ved tilsyn (DiBK, 2018b)

3.4 Klassifisering

Preaksepterte ytelser i Veiledning til byggteknisk forskrift blir ofte angitt med en klassifisering som produktet eller bygningsdelen må tilfredsstillere. Det benyttes to ulike systemer for brannteknisk klassifisering:

- Brannmotstand (for bygningsdeler og konstruksjoner)
- Egenskaper ved brannpåvirkning (for materialer og produkter)

Brannmotstanden uttrykker hvor lenge en bygningsdel kan opprettholde viktige funksjoner, som bæreevne, integritet og isolasjonsevne, ved brann (Byggforsk, 2017b).

Egenskaper ved brannpåvirkning angir produktets antennelighet, brennbarhet, varmeavgivelse, flammespredning, røykproduksjon og eventuelt produksjon av brennende dråper. Det relaterte klassifiseringssystemet brukes for å sette krav til overflater til tak og vegger (DiBK, 2017), og er dermed relevant for vurdering av trespilerr i vegger og himlinger.

3.4.1 Det europeiske klassifiseringssystemet

Dagens klassifiseringsregler for materialers egenskaper ved brannpåvirkning er felles for hele EØS-området. Standarden NS-EN 13501, som første gang ble utgitt i 2002 (DiBK, 2017), benyttes til brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler. Det har i senere år kommet oppdaterte versjoner av klassifiseringsstandardene. Før prøvingsmetoder og klassifiseringsregler ble harmoniserte i EØS-området, ble dette utført på nasjonalt nivå. NS3919:1997 var den siste nasjonale klassifiseringsstandard som ble innført i Norge før det harmoniserte Europeiske systemet ble tatt i bruk. Denne standarden vil i henhold til Byggteknisk forskrift være gjeldende så lenge det er behov for nasjonal godkjenning og klassifisering. Systemer for prøving og klassifisering har i flere land blitt utviklet siden starten av 1900-tallet (Hovde, 2012). Fra 1970 skjedde utviklingen raskt, noe som ga mange og varierte prøvingsmetoder. Av de mange nasjonale og internasjonale metodene som finnes i dag, har flere av dem begrenset anvendelsesområde. Flere av metodene er eksempelvis utviklet for én type materiale eller en spesifikk materialegenskap. Teorigrunnlaget og den grunnleggende forståelsen for brannodynamikk har også utviklet seg siden flere av disse prøvingsmetodene ble utviklet. Det finnes derfor et stort utvalg forskjellige prøvingsmetoder og regler for å vurdere en og samme materialegenskap (Hovde, 2012).

For å legge til rette for internasjonal handel og samarbeid i forskning og utvikling mellom ulike land, ble det iverksatt tiltak for å oppnå internasjonal standardisering. Samarbeidet gjøres i standardiseringsorganisasjoner. Blant de største internasjonale organisasjonene, er Norge medlem av European Committee for Standardization (CEN) og International Organization for Standardization (ISO). Som medlem av CEN er Norge forpliktet til å implementere den europeiske klassifiseringsstandard som Norsk Standard (Standard Norge, 2019b). NS-EN 13501 er derfor fastsatt som Norsk Standard.

Klassifiseringssystemet for overflater til vegger og himlinger består av syv nivåer, som ofte betegnes som Euroklasser: A1, A2, B, C, D, E og F. Nivåene A2, B, C og D kan kombineres med tilleggsklasser for røykproduksjon og brennende dråper, som angis med henholdsvis bokstavene s og d. Tilleggsklassen for røykutvikling består av tre nivåer (Byggforsk, 2017a):

- s1: Svært begrenset røykutvikling
- s2: Begrenset røykutvikling
- s3: Ingen begrensning i røykutvikling

Produksjon av brennende dråper er delt inn i tre tilsvarende nivåer:

- d0: Ingen brennende dråper
- d1: Begrenset mengde brennende dråper
- d2: Ingen begrensning av brennende dråper

Tabell 3.7 viser en beskrivelse av de ulike nivåene i klassifiseringssystemet med eksempler på materialer og produkter som oppnår klassifiseringen (Edvardsen og Ramstad, 2014).

Tabell 3.7: Klassifisering av egenskaper ved brannpåvirkning

Klassifisering	Beskrivelse	Eksempler på produkter
A1	Ubrennbart materiale uten røykproduksjon	Stein, betong
A2	Tilnærmet ubrennbart materiale, som kan inneholde noen brennbare stoffer	Gipsplate
B	Begrenset bidrag til brann	Brannhemmet tre
C	Noe bidrag til brann	Tapet på gipsplate
D	Brennbart materiale	Tre
E	Relativt lett antenkelige og brennbare materialer	Lett trefiberplate
F	Produkter som ikke oppfyller kriteriene for klasse E	Noen typer plast

Ubehandlet tre kan oppnå klassifiseringen D-s2,d0 uten testing, dersom fastsatte kriterier for tykkelse og densitet oppfylles. Dette prinsippet er nærmere forklart i kapittel 3.4.4. For at en bedre klassifisering skal oppnås, må det utføres brannprøving av produktet. Noen trematerialer oppnår kun klasse E. Dette avhenger blant annet av produktets densitet og tykkelse, der verdier under henholdsvis 350-400 kg/m³ og 5 mm normalt ikke tilfredsstill kriteriene for klasse D (Apte, 2006). Ved å beskytte trevirket med brannhemmende produkter, kan det oppnå klasse C eller B (Mikkola, 2004).

Klassifiseringsstandarden NS-EN 13501 har satt klassifiseringskriterier for Euroklassene. Tabell 1 i standarden lister opp Euroklassene med korresponderende prøvingsmetoder og klassifiseringskriterier for bygningsmaterialer, med unntak av gulvbelegg. Tabell 3.8 viser et utdrag fra denne tabellen for Euroklasse B og D (Standard Norge, 2019a). Disse Euroklassene kan oppnås for henholdsvis brannbeskyttet og ubehandlet trevirke, og er dermed av størst relevans for denne oppgaven. Kapittel 7 i klassifiseringsstandarden presiserer at alle korresponderende klassifiseringskriterier i tabellen må være innfridd for at et produkt skal oppnå en gitt Euroklasse.

Tabell 3.8: Prøvningsmetoder og klassifiseringskriterier (Standard Norge, 2019a)

Klasse	Prøvningsmetode(r)	Klassifiseringskriterier	Tilleggsklassifisering
B	NS-EN 13823 (SBI); og	FIGRA \leq 120 W/s; og LFS < kant av prøvelegeme; og THR _{600s} \leq 7.5 MJ	Røykproduksjon; og flammende dråper/partikler
	NS-EN ISO 11925-2: Eksposering = 30s	Fs \leq 150 mm innen 60s	
D	NS-EN 13823 (SBI); og	FIGRA \leq 750 W/s	Røykproduksjon; og flammende dråper/partikler
	NS-EN ISO 11925-2: Eksposering = 30s	Fs \leq 150mm innen 60s	

Klassifiseringsstandarden viser også til prøvningsmetodene NS-EN ISO 1716: Prøving av byggeprodukters egenskaper ved brannpåvirkning - Bestemmelse av forbrenningsvarme (brennverdi) og NS-EN ISO 1182: Prøving av produkters egenskaper ved brannpåvirkning - Prøving av ubrennbarhet. Disse er relevante for produkter som skal oppnå Euroklasse A1 eller A2.

Klassifiseringskriteriene i Tabell 3.8 er definert i de respektive standardene. For klasse B og D gjelder klassifiseringskriterier for følgende parametre:

- **FIGRA** (fire growth rate index [W/s]) er en brannvekstindeks som benyttes til klassifisering av overflatematerialer.
- **LFS** (lateral flame spread) er et mål på sideveis flammespredning. Dette skal registreres som forekomsten av vedvarende flammer på kanten til den lengste siden av prøvematerialet, altså kanten som er lengst unna brenneren. Grenseverdien for vedvarende flammer ved overflaten til materialet settes til 5 sekunder (Standard Norge, 2015).
- **THR_{600s}** (total heat release [MJ]) angir total varmeavgivelse fra prøvematerialet de første 600 sekundene det eksponeres for flammer fra brenneren (Standard Norge, 2015).
- **F_s** beskriver kriteriet for vertikal flammespredning. Ved prøving etter NS-EN ISO 11925 gjøres det målinger for å undersøke om flammestoppen når 150 mm over punktet hvor materialet eksponeres for flammen, og på hvilket tidspunkt dette skjer (Standard Norge, 2011). Denne prøvningsmetoden utføres på samme måte for klasse B og D. Materialet eksponeres først for en flammepåkjennning i 30 sekunder. Testens varighet er 60 sekunder fra tidspunktet flammepåkjenningen startet. For å oppnå klasse B eller D må den vertikale flammespredningen maksimalt være 150 mm.
- **SMOGRA** (smoke growth rate [m²s²]) er en indeks for å angi røykutviklingshastighet. Denne er definert som den største verdien av forholdet mellom røykproduksjonshastighet fra prøvematerialet og tidspunktet dette forholdet oppstår (Hovde, 2012).
- **TSP_{600s}** (total smoke production [m²]) angir total røykproduksjon fra prøvematerialet de første 600 sekundene det eksponeres for flammer fra brenneren (Standard Norge, 2015).

Kriteriene for tilleggsklassifisering er gitt som fotnoter til Tabell 1 i NS-EN 13501:

- $s1 = \text{SMOGRA} \leq 30 \text{ m}^2/\text{s}^2$ og $\text{TSP}_{600\text{s}} \leq 50 \text{ m}^2$
- $s2 = \text{SMOGRA} \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ og $\text{TSP}_{600\text{s}} \leq 200 \text{ m}^2$
- $s3 =$ Ikke $s1$ eller $s2$
- $d0 =$ Ingen brennende dråper eller partikler i EN 13823 innen 600s
- $d1 =$ Ingen brennende dråper eller partikler som vedvarer lengre enn 10s i EN 13823 innen 600s
- $d2 =$ Ikke $d0$ eller $d1$

NS-EN 13823 beskriver at SMOGRA kun skal beregnes dersom følgende kriterier oppnås i løpet av prøvingen:

- Gjennomsnittlig røykproduksjon, $\text{SPR}_{\text{av}} > 0,1 \text{ m}^2/\text{s}$
- Total røykproduksjon, $\text{TSP} > 6 \text{ m}^2$

Dersom en av disse forutsetningene ikke er til stede, settes SMOGRA lik null. SPR_{av} [m^2/s] er røykproduksjonen, som måles fra tidspunktet hvor hovedbrenneren antennes (ved $t \approx 300 \text{ s}$) til endt prøving. Verdien beregnes som gjennomsnitt over 60 sekunders perioder.

3.4.2 Kledningsklasser

Klassifisering av kledninger angis, i henhold til klassifiseringsstandarden NS-EN 13501-2, med bokstaven K, etterfulgt av antall minutter kledningen opprettholder tilstrekkelig beskyttelse. Dette angir hvor lenge en kledning på vegg eller himling skal beskytte sin bakside, bakenforliggende materiale og eventuelle hulrom i kledningen mot antenning, forkulling og annen skade fra brannpåkjenningen (Byggforsk, 2017a). I motsetning til klassifisering av overflater, som bestemmes av egenskaper ved brannpåvirkning, er det brannmotstanden som avgjør kledningsklassen. Prøvmingsmetoden for kledninger er gitt i standarden NS-EN 14135. Prinsippet for denne testen er illustrert i Figur 3.5.



Figur 3.5: Prinsippet for testing av brannbeskyttende egenskaper i henhold til NS-EN 14135 (Östman, Hilling og Boström, 2012)

Under testen eksponeres en kledning, festet på undersiden av et horisontalt underlag (substrat), for en brenner. Testen utføres i henhold til spesifiserte betingelser, forhold og

prosedyrer, som angitt i standarden NS-EN 1363 – Prøving av brannmotstand. I klassifiseringsstandarden, NS-EN 13501-2, angis to ulike kledningsklasser:

- **K₁:** Kledningen er testet på et underlag av sponplate, et lavdensitetsmateriale (densitet under 300 kg/m³ og tykkelse under 50 mm) eller et annet spesifikt materiale. Klassifiseringskriteriet gir begrensninger på tillatt forbrenning, forkulling, smelting og krymping for underlaget. Ved testing på underlag av sponplate, er klassifiseringen bare gyldig ved bruk av kledning på underlag med en densitet på minst 300 kg/m³.
- **K₂:** Kledning er testet på et underlag av sponplate eller et annet spesifikt materiale. Klassifiseringskriteriet gir begrensninger på tillatt forbrenning og forkulling, men stiller ingen krav til smelting eller krymping. Testresultater som oppnås ved sponplate som underlag, er for klasse K₂ gyldig for kledning på alle typer underlag.

NS-EN 13501-2 gir videre retningslinjer på at K₁ bare kan oppnå en klassifiseringsperiode på 10 minutter, mens K₂ kan klassifiseres for beskyttelse i 10, 30 eller 60 minutter. Som kravene til ytelse for overflater og kledninger i Tabell 3.3 viser, er K₂10 det eneste kravet til kledninger som benyttes i Byggteknisk forskrift. I henhold til kapittel 10 i NS-EN 14135, kan kledninger i klasse K₂ anvendes på alle substrat (Standard Norge, 2004).

Tabell 3.9 viser betingelser, krav og metoder ved prøving av kledninger etter NS-EN 13501-2, som er systematisert av Östman *et al.* (2012).

Tabell 3.9: Prøving av kledninger (Östman *et al.*, 2012)

Klasse	Prøvings-betingelser		Funksjonskrav			Prøvings-metode
	Underlag bak kledningen	Temperatur-økning bak kledningen	Ingen nedfall	Ingen forkulling på underlaget	Tid, min	
K ₁ 10	Standard sponplate eller underlag ≤ 300 kg/m ³	<250	X	X	10	NS-EN 14135
K ₂ 10	Standard sponplate	<250	X	X	10	NS-EN 14135

3.4.3 Nedforet himling

Materialvalg i nedførede himlinger er av stor betydning for brannrisiko og brannspredning (Byggforsk, 2018). Dette skyldes himlingens plassering i øvre del av rommet, der det vil samles store mengder røyk og varme gasser ved brann. Preakseptert ytelse for nedførede himlinger i rømningsvei i TEK17 er klasse A2-s1,d0 og opphengssystem med dokumentert brannmotstand i 10 minutter. Dette kriteriet er satt for å redusere faren for brannspredning og forhindre at himlingen kan falle ned på et tidlig tidspunkt i brannforløpet. NS-EN 13964, produktstandard for nedsenkede himlinger, inneholder bestemmelser for testmetoder og retningslinjer for montering og festing ved prøving av nedsenkede himlinger. I henhold til kapittel 4.4 i produktstandarden skal testingen av et nedføret himlingsprodukt være representativt for det komplette himlingsystemet,

inkludert monteringsystem og overflatemateriale i himlingen. EU-systemets regler for testing i samsvar med sluttbruken gjelder dermed også for spilepanel som nedfôret himling. Himlingsystemer skal klassifiseres etter NS-EN 13501-2, se kapittel 3.4.2. Egenskaper ved brannpåvirkning skal prøves etter antenlighetstesten i NS-EN 11925 og SBI-testen som anvist i NS-EN 13823.

3.4.4 Klassifisering uten prøving, CWFT

Hovedprinsippet i det europeiske klassifiseringssystemet er at produkter må testes under forhold som representerer den tiltenkte sluttbruken. For å unngå unødvendig testing, er det likevel utarbeidet en prosedyre for klassifisering av produkter med stabil ytelse under brann (Mikkola, 2004). Prosedyren kalles klassifisering uten prøving (Classified without further testing, CWFT). Denne anvendes vanligvis for tradisjonelle byggeprodukter og materialer, der egenskapene ved brannpåvirkning er kjent og testresultatene er stabile. Det tillatte omfanget av variasjon i produktegenskaper er som angitt i den relaterte harmoniserte produktspesifikasjonen (produktstandard eller ETA). Reglene for hvilke produkter som kan klassifiseres på denne måten er vedtatt av EUs stående byggeutvalg (Standing Committee on Construction, SCC) (DiBK, 2017).

Listen over produkter som kan klassifiseres uten prøving er generisk (Östman og Mikkola, 2004). Dette innebærer at klassifiseringen gjelder generelt for den aktuelle produkttypen, med gitte minimumskriterier. Et eksempel på dette er at plater av heltre med minimumsdensitet 400 kg/m^3 , minimumstykkelse 12 mm og som oppfyller kriteriene i produktstandarden EN 13353, oppnår klassifisering D-s2,d0 uten videre prøving. Dette forutsetter at platen monteres uten luftespalte direkte på underlag av klasse A1 eller A2-s1,d0 med minimumsdensitet 10 kg/m^3 eller produkter med minst klasse D-s2,d0 med minimumsdensitet 400 kg/m^3 (Mikkola, 2004). Treprodukter og tiltenkt sluttbruk som ikke inngår i EUs CWFT-liste må prøves og klassifiseres på ordinær måte. Dette kan i noen tilfeller gi en høyere klassifisering, siden klassifiseringen kan gjøres uten sikkerhetsmarginene som brukes ved klassifisering uten prøving. Klassifisering uten prøving er ikke tillatt for brannbeskyttede treprodukter, siden denne behandlingen gjør produktenes brannegenskaper uforutsigbare (Apte, 2006).

3.4.5 Gyldighetsområde for klassifiseringen

Kapittel 15 i NS-EN 13501 beskriver gyldige bruksområder for klassifiserte produkter. Standarden beskriver at anvendelsesområdet for et produkt skal være identisk med anvendelsen av produktet under prøvingen, eller i samsvar med kriterier fra en eventuell utvidet søknadsprosess. Tiltentk anvendelsesområde omtales som «end use application», og omfatter substratet bak prøvematerialet, hulrom mellom prøvemateriale og substrat, festeanordning og -metode, skjøter og andre aspekter ved prøvematerialets sluttbrukstilstand (Standard Norge, 2019a). Dersom bruken av produktet fraviker disse rammebetingelsene, kan det resultere i en annen klassifisering. Klassifiseringen av egenskaper ved brannpåvirkning kan i enkelte tilfeller være gyldig for lignende produkter med egenskaper som varierer innenfor gitte grenser. Dette gjelder parametere som tykkelse, densitet og endelig bruksområde. Forutsetningen er at produktets egenskaper ved brannpåvirkning er uendret, eller at en rapport om utvidet bruksområde ligger til grunn.

3.4.6 Prøvningsrapport og klassifiseringsrapport

Kapittel 16 i NS-EN 13501 gir retningslinjer for utarbeidelse av en klassifiseringsrapport, som skal utstedes for konstruksjonsdeler og materialer som er testet i henhold til det

felles europeiske systemet. Standarden beskriver en harmonisert måte å utforme klassifiseringsrapporten for et produkt, der resultater fra anvendte prøvingsmetoder, samt endelig brannklassifisering som følge av disse, skal inkluderes. Godkjent bruksområde og eventuelle begrensninger skal også beskrives.

En prøvingsrapport inneholder en beskrivelse av det testede produktet, fremgangsmåte under testingen, hvilken teststandard som er benyttet og resultatene fra testingen. I motsetning til klassifiseringsrapporter gir prøvingsrapporter ingen informasjon om produktets klassifisering. En klassifiseringsrapport må inneholde resultater fra alle tester som kreves for å oppnå den aktuelle klassifiseringen, mens en prøvingsrapport kan omfatte én spesifikk test, for eksempel SBI-testen. For at resultatene fra SBI-testing av et produkt skal kunne brukes i en klassifiseringsrapport, må det utføres tester for tre prøveeksemplarer (Standard Norge, 2015). I henhold til NS-EN 13823, må prøvingsrapporten inneholde en erklæring om at resultatene fra prøvingen er relatert til testprøvens virkemåte under gjeldende forhold ved prøvingen, og at resultatene ikke skal være eneste kriterium for å vurdere potensiell brannfare ved bruk av produktet.

En klassifiseringsrapport må ikke forveksles med produktsertifisering, og er derfor ikke gyldig tilleggsdokumentasjon i AVCP-system 1+, 1 og 2+. Hovedforskjellen er at klassifiseringsrapporter viser resultater fra prøving, produktets ytelse og Euroklassen produktet oppnår, mens sertifisering av et produkt mot en harmonisert produktstandard eller ETA gir en offisiell godkjenning, der produktegenskaper og/eller produksjonsprosessen verifiseres. I henhold til NS-EN 13501 Tillegg B.5, er en klassifiseringsrapport tilstrekkelig tilleggsdokumentasjon for produkter i AVCP-system 3, der sertifisering ikke kreves.

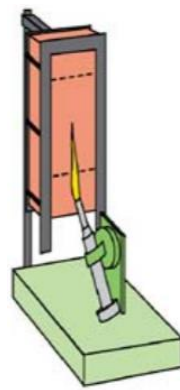
3.5 Testteori

Tidligere var det i de fleste land vanlig å anta tilfredsstillende egenskaper ved brann for treprodukter, uten behov for testing (Mikkola, 2004). Innføringen av dagens klassifiseringssystem medførte endringer, og testprinsippet i det europeiske systemet er at produkter skal testes på en måte som representerer den tiltenkte bruken. Innføringen av Euroklasser ga et harmonisert system, som forenklet omsetting av byggevarer mellom land og fjernet handelsbarrierene som oppsto som følge av egne nasjonale prøvingsmetoder og klassifiseringssystemer i hvert enkelt land (Mikkola, 2004). Utviklingen i Norge har de siste årene vært at det bygges flere høye bygninger, samt en rask utvikling av byggemetoder, produkter og materialer (DiBK, 2018a). Mellomskalaprøving ligger til grunn for klassifiseringen, og produkter vil reagere ulikt i mellomskalaprøver sammenlignet med en reell brann, der alle brennbare produkter vil bli involvert og gi bidrag til brannutviklingen. Klassifisering ved mellomskalaprøving gir kun en rangering mellom produkter som testes med begrenset brannpåvirkning (DiBK, 2018a).

For å oppnå klasse B eller D må det utføres tester som følger fremgangsmåten i teststandardene det er henvist til i Tabell 3.8. For klasse B og D skal prøvingsmetoder fra to ulike standarder anvendes:

- **NS-EN 13823:** Prøving av byggevarers egenskaper ved brannpåvirkning - Kondisjoneringsprosedyrer og generelle regler for valg av underlag.
- **NS-EN ISO 11925:** Prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning - Antennelighet av byggeprodukter ved direkte påvirkning av flamme - Del 2: Prøving med én enkelt flamme.

NS-EN 13823 spesifiserer en prøvingsmetode for å bestemme byggevarers egenskaper ved brann, ved bruk av SBI-testen. SBI er en forkortelse for «Single Burning Item». Prøvingsmetoden i NS-EN ISO 11925 brukes for å bestemme antenneligheten til byggevarer ved å eksponere vertikalt orienterte prøvestykker for direkte flammepåvirkning. I Figur 3.6 illustreres oppsettet for denne prøvingsmetoden.



Figur 3.6: Prøvingsmetode etter NS-EN ISO 11925 (Östman og Mikkola, 2006)

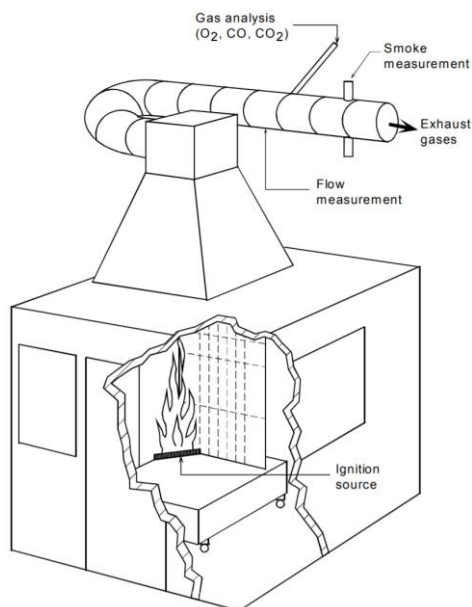
3.5.1 SBI-testen

Single burning item-testen (SBI) fra standarden NS-EN 13823 er en sentral prøvingsmetode for klassifisering i henhold til Euroklassene. Testen ble utviklet i forbindelse med innføring av det harmoniserte Euroklasse-systemet, og muliggjorde testing av flere egenskaper samtidig (Hovde, 2012). SBI er en mellomskalatest, der to vegger med størrelser 0,5 m x 1,5 m og 1,0 m x 1,5 m dekkes av materialet som skal testes. Som anvist i Figur 3.7, møtes de to veggflatene i et hjørne, der en gassbrenner er plassert. Åpningen er plassert i toppen av brenneren, som gir en oppadrettet varmeavgivelse. Kriteriet for gjennomsnittlig varmeeffekt, HRR_{av_burner} , er gitt i NS-EN 13823:

$$HRR_{av_burner} = (30,7 \pm 2,0) \text{ kW}$$

Denne varmeeffekten skal simulere en brennende gjenstand, for eksempel en papirkurv (Mikkola, 2004). Testoppsettet består av to identiske brennere. Den ene er en sekundær brenner, som festes til en stolpe i rammekonstruksjonen, mens hovedbrenneren plasseres ved bunnen av hjørnet der prøveelementene møtes. Brennerne gir en oppadrettet varmeavgivelse. Testen starter ved at den sekundære brenneren antennes. Etter 300 sekunder byttes propantilførselen fra den sekundære brenneren til hovedbrenneren. Deretter registreres data fra brannprøvingen over en periode på 1200 sekunder, som utgjør 20 minutter. Røyk og forbrenningsgasser som dannes under testen, samles opp i en avtrekkshette, og sendes videre gjennom et avtrekkørør som er utstyrt med sensorer. Disse måler blant annet temperatur, trykkforskjell, røykproduksjon

og molfraksjoner av O_2 , CO og CO_2 i forbrenningsgassene. Disse måledataene brukes for å beregne varmeavgivelsesrate og røykproduksjonsrate. Horizontal flammespredning og produksjon av brennende partikler eller dråper måles ved visuell observasjon. Horizontal flammespredning måles som forekomst av vedvarende flammer (minimum 5 sekunder) som når kanten av den lengste veggen i løpet av SBI-testen. Produksjon av brennende partikler eller dråper skal bare måles innen de første 600 sekundene av testen, og det er kun brennende partikler og dråper som faller utenfor en spesifisert sone ved brenneren som skal registreres (Standard Norge, 2015).

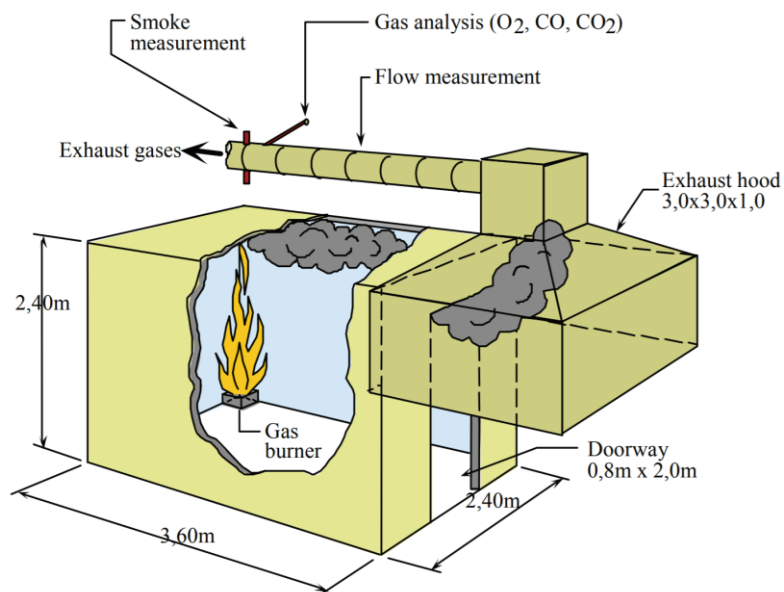


Figur 3.7: Testoppsett for SBI (Sundström, 1999)

Ved å måle oksygenforbruket i SBI-testen, kan varmeavgivelsesraten (HRR, heat release rate) beregnes. Dette gjøres ved å ta utgangspunkt i at brennbare materialer avgir en tilnærmet konstant energimengde per enhet forbrukt oksygen (Huggett, 1980). Klassifiseringskriteriene fra SBI-testen som gjelder for Euroklasse B og D er presentert i Tabell 3.8.

3.5.2 Room Corner-testen

Room Corner-testen var referansescenariet som ble anvendt da SBI-testen ble utviklet i forbindelse med innføringen av harmoniserte Euroklasser. Testen utføres i henhold til NS-EN 14390, som i stor grad samsvarer med den internasjonale standarden ISO 9705 (DiBK, 2017). Room Corner er en storskalatest, som muliggjør vurdering av flammespredning, tid til overtenning, varmeavgivelsesrate, røykproduksjon og produksjon av giftige gasser (Steen-Hansen og Hovde, 2000). Dimensjonene til rommet som brukes i testen er 3,6 m x 2,4 m x 2,4 m. Som illustrert i Figur 3.8, skal en av sideveggene inneholde en døråpning, mens de øvrige tre sideveggene og taket kles med testproduktet. Testens varighet er 20 minutter, der varmeeffekten fra brenneren er 100 kW de første 10 minuttene og 300 kW de påfølgende 10 minuttene. Selv om SBI-testen er den grunnleggende testmetoden for Euroklassesystemet, kan Room Corner-testen i enkelte tilfeller brukes for testing av produkter som ikke egner seg i SBI-testen (DiBK, 2017).



Figur 3.8: Testoppsett for Room Corner (Sundström, 1999)

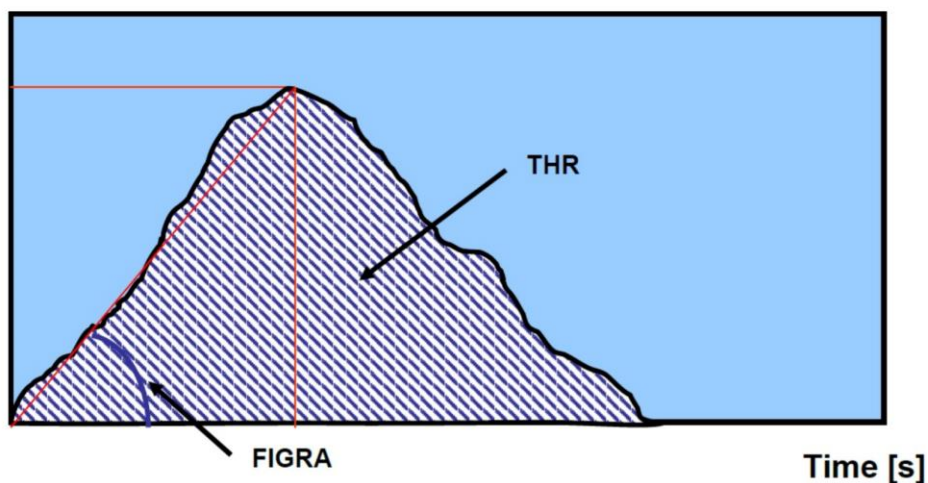
3.5.3 FIGRA

For å skille FIGRA-verdier fra SBI og Room Corner, navnesettes FIGRA ofte med indeksene SBI og RC. $FIGRA_{RC}$ og $FIGRA_{SBI}$ er ikke direkte sammenlignbare. Av disse inngår $FIGRA_{SBI}$ som klassifiseringskriterium i NS-EN 13501. Denne verdien beregnes ved å sette opp varmeavgivelsesraten som en funksjon av tid, og deretter finne forholdet mellom varmeavgivelse og tiden det tar å nå denne varmeavgivelsen. FIGRA-verdien som er relevant for klassifiseringen til et produkt er testforløpets maksimale verdi av forholdet mellom varmeavgivelse og tiden det tar å nå denne varmeavgivelsen:

$$FIGRA_{SBI} = \max \left(\frac{HRR_{av}(t)}{t-300} \right) \text{ for } 300 \text{ s} < t \leq 1500 \text{ s},$$

hvor HRR_{av} er varmeavgivelsesrate [W], målt som gjennomsnittsverdi over 30 sekunder, og t [s] er tiden siden starten av testen. Prinsippet for beregning av FIGRA er vist i Figur 3.9. For å oppnå en gitt Euroklasse, må denne verdien tilfredsstillere klassifiseringskriteriet i Tabell 3.8.

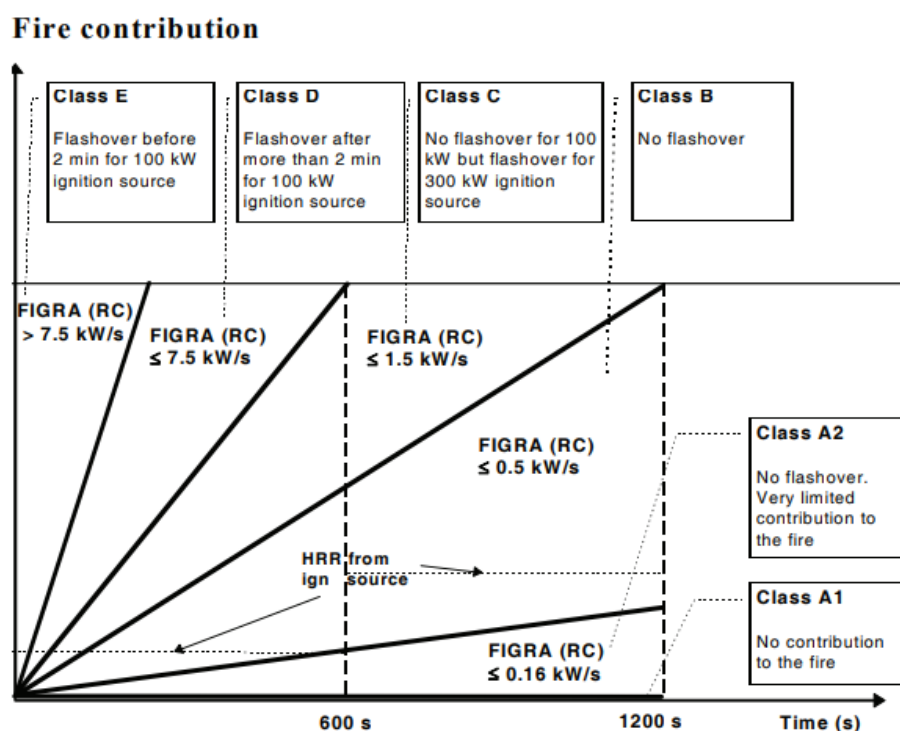
Heat release rate [kW]



Figur 3.9: Prinsippet for beregning av FIGRA (Steen-Hansen, 2019)

Tankegangen bak FIGRA er at trusselen en brann utgjør påvirkes av hvor stor brannen er og hvor raskt den utvikler seg (Steen-Hansen og Hovde, 2000). Enkelte produkter kan antenne raskt, men avgi lite varme, noe som kan gi en høy FIGRA-verdi. I NS-EN 13823 er det derfor satt en terskelverdi for total varmeavgivelse som må overstiges før en gyldig FIGRA-verdi kan beregnes. Terskelverdien er 0,2 MJ for klasse A2 og B, og 0,4 MJ for klasse C og D. Det er i tillegg satt en terskelverdi på 3 kW for midlet varmeavgivelsesrate (HRR) over 30 sekunder. FIGRA beregnes fra tidspunktet hvor begge terskelverdiene blir overskredet. Dersom minst en av terskelverdiene ikke nås ved brannprøving, settes FIGRA-verdien lik null.

Hvorvidt et produkt bidrar til overtenning, er en viktig parameter som ligger til grunn for klassifisering etter Euroklassene (Hovde, 2012). Figur 3.10 viser en sammenheng mellom Euroklasse og tid til eventuell overtenning, etter analyse av prøveresultater fra over 60 produkter i Room Corner-testen (Sundström, 1999).



Figur 3.10: Sammenheng mellom Euroklasser og resultater fra prøving etter NS-EN 14390 (Sundström, 1999)

3.5.4 Standardiserte testoppsett

Ved brannprøving, kan sjiktene bak prøvematerialet være av stor betydning for testresultatet. FIGRA-indeksen som oppnås ved brannprøving av et materiale avhenger blant annet av substratets varmemotstand og brennbarhet, om det er hulrom mellom prøvematerialet og substratet, og om eventuelle hulrom er lukket eller ventilert. Klassifiseringsrapporter og sertifikater for branntestete produkter gir derfor noen restriksjoner for sjiktene bak prøvematerialet.

NS-EN 13823 definerer substrat som produktet som benyttes direkte bak produktet som testes (Standard Norge, 2015). NS-EN 13238 gir bestemmelser for kondisjoneringsprosedyrer og generelle regler for valg av underlag ved prøving av byggevarers egenskaper ved brannpåvirkning (Standard Norge, 2010b). For å redusere antall tester, beskriver denne standarden noen typer standardsubstrat, der hver av disse

tillater bruk av bestemte typer substrat for den tiltenkte sluttbruken av produktet. I henhold til kapittel 5.2.1 i NS-EN 13823, er det også mulig å teste produktet uten bruk av standardisert oppsett og substrat, men dette vil begrense den tillatte sluttbruken til substratet som ble benyttet under testingen. Dersom produktets sluttbruk innebærer hulrom mellom produktet og substratet, skal det også testes med et slikt oppsett.

NS-EN 13238 setter følgende restriksjoner for standardsubstratet:

- Testing ved standardsubstrat med klasse A1 eller A2-s1,d0 representerer kun sluttbruk med klasse A1 og A2-s1,d0.
- Testing ved standardsubstrat av sponplate eller kryssfinerplate representerer sluttbruk med trebasert substrat og også sluttbruk med klasse A1 og A2-s1,d0.
- Testing ved standardsubstrat av gipsplate representerer sluttbruk med gipsplate og også sluttbruk med klasse A1 og A2-s1,d0.
- Ved testing av et overflatemateriale hvor det er et sjikt bak substratet som kan påvirke produktets ytelse, for eksempel et isolasjonsmateriale bak substratet, skal denne materialsammensetningen inkluderes i testprøven og representere sluttbruken.

Fra et brannsikkerhetsperspektiv er det både positive og negative aspekter ved bruk av ubrennbare isolasjonsmaterialer i hulrom bak spiler, som substrat eller direkte bak substratet. Den største negative effekten er at overflatematerialet kan varmes opp raskere enn ved åpent hulrom (Buchanan og Abu, 2017). Dette kan føre til tidligere deformering og mulighet for at panel i vegg eller himling faller ned. Fordelen ved bruk av ubrennbar isolasjon som holder seg på plass, er at det beskytter nærliggende bygningsdeler, som bindingsverk og uekspionerte overflater. Buchanan og Abu (2017) fremhever viktigheten av at isolasjonen er godt tilpasset og riktig plassert, og henviser til studier som viser at løstsittende isolasjon kan føre til forverret ytelse ved brann sammenlignet med ingen isolasjon. Buchanan og Abu (2017) presiserer likevel at bruk av materialer som opprettholder sin integritet ved høy temperatur, som steinull, kan utgjøre en betydelig positiv effekt i et brannforløp.

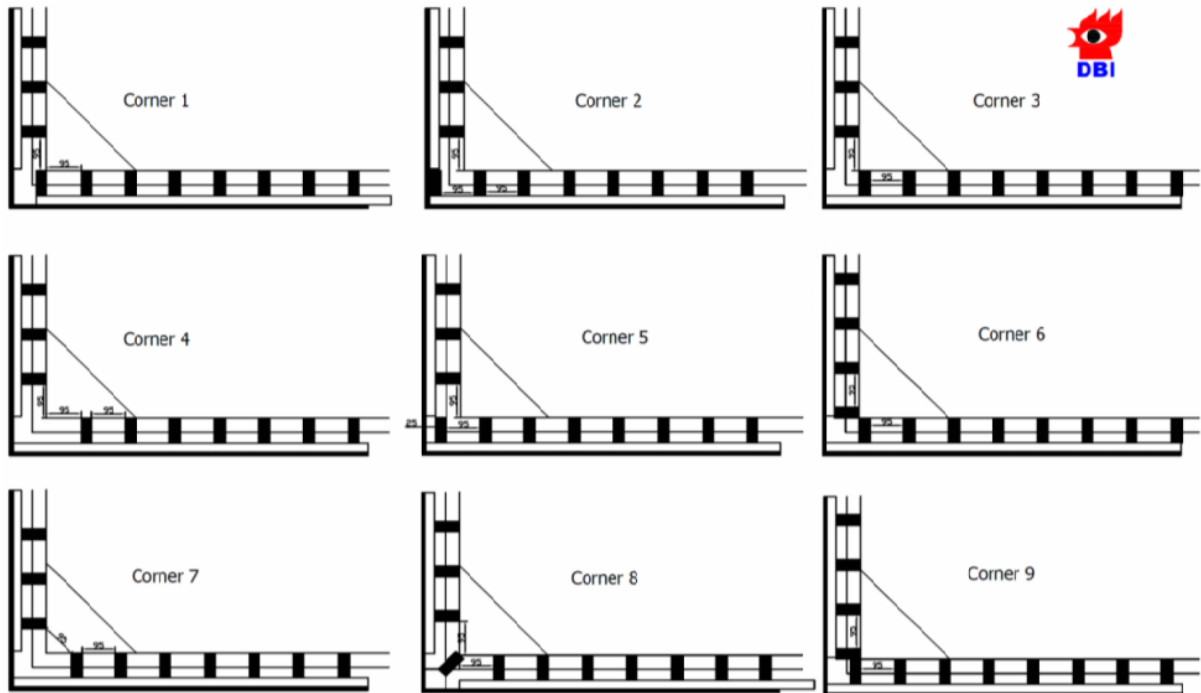
EU-kommisjonens veiledningsdokument for testing av spilepanel i SBI-testen

I januar 2020 ble et veiledningsdokument for testing av spilepanel i SBI-testen publisert på EU-kommisjonens brannsektorgruppe av tekniske bedømmelsesorgan for Byggevevareforordningen. Dette ble utarbeidet av Pauner (2020) ved DBI – Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut. Formålet med dette dokumentet var å oppnå en mer tydelig og harmonisert fremgangsmåte for testing av spilepanel. Veiledningsdokumentet er skrevet med utgangspunkt i betingelser for montering og festing av spilepanel i henhold til NS-EN 14915, som er gjengitt i Tabell 3.10 og Figur 3.22. I Tabell 3.10 er fotnote h, i og j spesifikt rettet mot testing og klassifisering av trespiler. Basert på informasjonen i fotnotene er testlaboratorier uvitende om hvordan trespiler skal brannprøves i SBI-testen (Pauner, 2020). Mangelfull informasjon om montering og oppsett av trespiler ved brannprøving er derfor problemstillingen som ligger til grunn for dette veiledningsdokumentet.

I veiledningsdokumentet er det presentert ni ulike forslag for spesifikt testoppsett, se Figur 3.11. Problemstillingene som diskuteres i veiledningsdokumentet er knyttet til disse testoppsettene. Testoppsett nummer 4 og 7 skiller seg ut ved at det ikke plasseres spiler i hjørnet. Disse beskrives som foretrukne oppsett blant kunder som skal teste spileproduktene sine, som følge av størst sjanse for å oppnå klassifisering B-s1,d0. Et

annet aspekt som diskuteres er hvorvidt kapittel 5.2.1 i NS-EN 13823, som omhandler montering i samsvar med sluttbruk, muliggjør bruk av disse to testoppsettene.

DBI konkluderer med at testoppsett nummer 4 og 7 ikke er representativt for produktets sluttbruk, da de ikke vil gi et realistisk resultat for produktets egenskaper ved brannpåvirkning. Forslaget fra DBI er derfor at et av de syv andre testoppsettene bør anvendes ved branntesting av spiler.



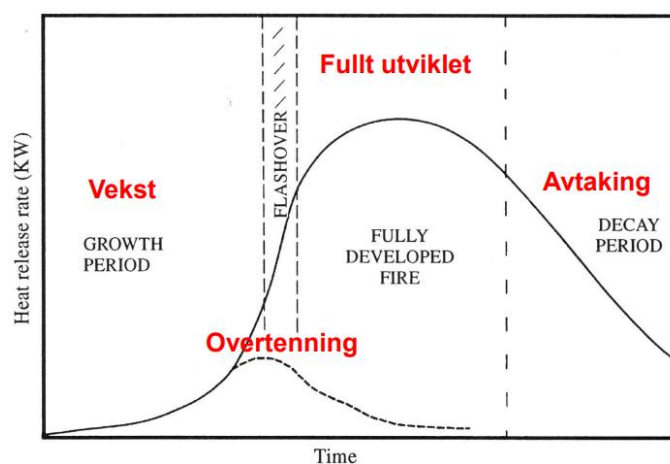
Figur 3.11: DBIs eksempeloppsett av spiler i SBI-testen (Pauner, 2020)

3.6 Brannforløp

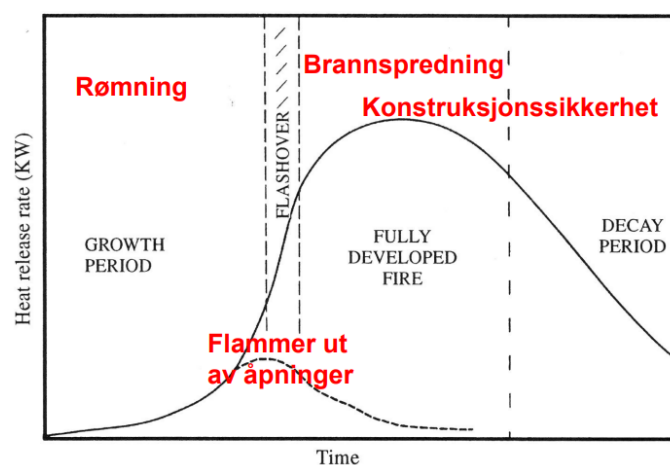
Brannforløpet i et rom kan deles inn i fire faser: Inkubasjon, vekst, fullt utviklet brann og avtanking (Buchanan og Abu, 2017). I inkubasjonsfasen varmes brenselet opp, og det dannes flyktige gasser. Ved antenning av de flyktige gassene starter forbrenningen, og brannen går over til vekstfasen. I denne fasen spres flammen langs overflaten av brennbare materialer, som inventar og overflater, og omfanget av brannen øker. Varm røyk og varme gasser stiger ved konveksjon, spres langs taket, og danner et varmt øvre lag som gir tilbakestråling av varme til brensel i nedre del av rommet. I de tidlige fasene av brannutviklingen er ofte tilgangen på brennbart materiale og brenselets egenskaper avgjørende for brannens utvikling. Dette kalles en brenselskontrollert brann.

Hvis temperaturen i det øvre laget når omtrent 500-600°C, kan det oppstå overtenning. Dette er et tidspunkt hvor det skjer en plutselig antenning av alle brennbare flater i rommet, og brannforløpet går over i en fullt utviklet brann. I denne fasen spres brannen videre ved direkte flammespredning, varmestråling og strømning av varme gasser, og påvirker selve bygningskonstruksjonen. Hastigheten på varmeavgivelsen styres vanligvis av tilgjengelig ventilasjon. I avtakingsfasen reduseres brannen av mangel på brennbart materiale. Brannen går igjen over til å bli brenselskontrollert, og temperaturen synker gradvis (Buchanan og Abu, 2017). De fire fasene er plassert langs grafen for sammenhengen mellom varmeutviklingsrate og tid i Figur 3.12, mens Figur 3.13 viser typiske kjennetegn ved fasene. Materialeegenskapene til eksponerte overflater er av stor

betydning for utviklingen av brannforløpet, og har særlig betydning i de tidlige fasene av brannutviklingen. Forbrenningsintensitet, varmeverdi og mengde er avgjørende for hvor stort bidrag materialet gir til brannutviklingen (Edwardsen og Ramstad, 2014). Som illustrert i Figur 3.13, påvirkes rømningssikkerheten av overflatematerialets egenskaper ved brann. Røykutvikling fører til spredning av røygasser, som hovedsakelig består av CO₂ og vandamp, men som også kan inneholde hydrokarboner og den giftige gassen karbonmonoksid (Edwardsen og Ramstad, 2014). Røykutvikling og avgivelse av giftige gasser er kritiske faktorer for personsikkerheten, da de fleste dødsfall ved brann skyldes forgiftning fra karbonmonoksid og mangel på oksygen (Edwardsen og Ramstad, 2014).



Figur 3.12: Brannforløp for innvendige bygningsbranner (Knarud, 2018)



Figur 3.13: Kjennetegn ved fasene i et brannforløp (Knarud, 2018)

3.7 Tre som byggemateriale

Trevirke har mange egenskaper som gjør det til et attraktivt byggemateriale. Tre er et naturlig, fornybart materiale med liten negativ miljøpåvirkning, forutsatt at tømmeret som brukes kommer fra en bærekraftig forvaltet skog (Edwardsen og Ramstad, 2014). Tradisjonelt har tre vært et viktig materiale i konstruksjoner grunnet enkel produksjon og lokal tilgang, samt positive egenskaper som stor styrke i forhold til vekt, lett bearbeidelig og et naturlig utseende.

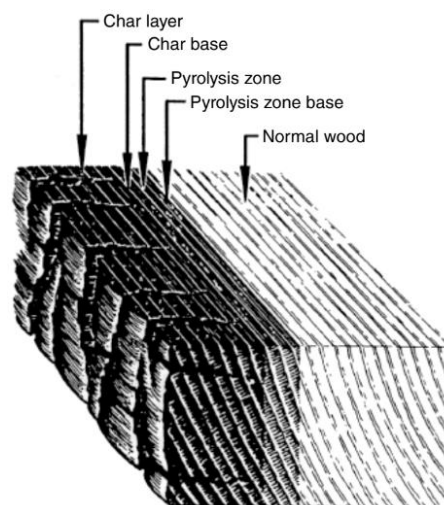
På verdensbasis er byggenæringen ansvarlig for nesten 40% av energibruken og klimagassutslippene (UNEP & IEA, 2018). For å redusere den globale oppvarmingen er det derfor viktig å redusere energiforbruket til byggenæringen. Regjeringens målsetning

er at Norge skal være karbonnøytralt innen 2030 (Regjeringen, n.a.). Et av virkemidlene som benyttes for å oppnå dette er å øke bruken av tre i byggverk. Karbon er treet hovedbestanddel, og bindes i trevirket gjennom fotosyntesen, der det lagres frem til det frigis ved nedbrytning eller forbrenning. Tre er i tillegg en fornybar ressurs med lavt energibruk under produksjon, og som kan gjenbrukes eller gjenvinnes. Bruk av tre som byggemateriale er derfor lite energikrevende, og gir et lavere CO₂-utslipp til atmosfæren, sammenlignet med materialer med en mer energikrevende fremstillingsprosess (Östman og Lagerström, 2010).

3.8 Materialers egenskaper ved brann

3.8.1 Tre

Tre er et inhomogent og anisotrop materiale som hovedsakelig består av cellulose, hemicellulose og lignin (Drysdale, 2011). Når tre eksponeres for en brann, vil en omfattende pyrolyseprosess starte. Ved temperaturer som overstiger 100°C vil fukten i treet fordampe, og strukturen vil delvis deformeres. Ved 200-250°C gjennomgår treet langsom pyrolyse. Dette er en termisk nedbrytning der treet bestanddeler dekomponeres, og det dannes en brennbar blanding av flyktige gasser, kull og tjære (Östman *et al.*, 2012). Den brennbare blandingen kan antenne ved å reagere med oksygen. Denne prosessen resulterer i et porøst forkullingslag, bestående av karbonforbindelser og rester av cellulose. Forkullingshastigheten, som også omtales som innbrenningshastighet, avhenger av treslag, densitet, fuktinnhold, temperatur og tverrsnittstørrelse (Edvardsen og Ramstad, 2014). I Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner er innbrenningshastigheten for trepanel gitt som 0,9 mm/min ved en karakteristisk densitet på 450 kg/m³ og paneltykkelse på 20 mm (Standard Norge, 2010a). Forkullingsprosessen danner et markant skille mellom forkullet og upåvirket tre, der forkullingslaget har mistet tilnærmet all mekanisk styrke, mens det friske treet opprettholder sin mekaniske styrke. Temperaturen ved dette skillet er omtrent 300°C. Forkullingslaget har lavere varmeledningsevne enn upåvirket tre, og kan i noen tilfeller fungere som et isolerende sjikt som beskytter underliggende lag i trevirket. Den gradvise laginndelingen mellom forkullet og upåvirket tre er illustrert i Figur 3.14.



Figur 3.14: Forkullingslag og pyrolysesoner i en brannekspontert tre (Buchanan og Abu, 2017)

Treets ytelse ved brann påvirkes av flere faktorer (Östman *et al.*, 2012):

- **Treets fuktinnhold:** Påvirker brannegenskapene, men forandrer ikke brannklassen ettersom trematerialer skal bringes i likevekt med foreskrevet fuktighetsnivå før prøving.
- **Tretype, densitet:** Egenskaper ved brann varierer mellom ulike treslag, som har egne, unike cellestrukturer. Trevirkets densitet er den fysiske faktoren med størst påvirkning på dette, og treslag med høyere densitet har ofte gode egenskaper ved brann. Tid til antenning og varmeutvikling påvirkes av type treslag og dets mikrostruktur.
- **Dimensjoner, tykkelse og tverrsnitt:** Treslag som kan betraktes som termisk tykke (> 10 mm) har mer forutsigbare egenskaper ved brann, mens tre med tykkelse under 10 mm kan være mer utsatt ved brann.
- **Trekompositter:** Trekompositter, som kryssfinér, sponplater og OSB, har lignende brannegenskaper som tre, grunnet tilnærmet lik densitet.
- **Behandlinger (overflatebehandling, impregnering, brannbeskyttelse):** Trematerialer behandles ofte ved overflatebehandling eller impregnering for å beskytte mot biologisk nedbrytning. Brannbeskyttende behandling kan i tillegg forbedre trematerialets brannklasse fra D til B.
- **Tremodifisering:** Gjøres ofte ved kjemisk modifisering i form av furfurylering eller acetylering. Dette kan ofte svekke brannegenskapene noe, hovedsakelig på grunn av lavere fuktinnhold. Dette påvirker vanligvis ikke brannklassen alene, men kombinasjon med andre faktorer kan redusere brannklassen til E.
- **Skjøter:** Ved bruk av skjøter mellom ulike deler av treproduktet, kan brannegenskapene påvirkes. Dette gjelder spesielt dersom det er en luftspalte bak produktet.

3.8.2 Geometri

En brann er en svært kompleks prosess, med mange variabler som innvirker på brannens utvikling og forløp. Før overtenning er type brensel, oppbygging av røyklag, mengde og lokasjonen til brenselet, romgeometri, eventuelle slukketiltak og overflaters plassering, størrelser og orientering viktige aspekter som påvirker brannens utvikling. Etter overtenning er åpningsfaktor, romgeometri, termiske egenskaper i omhyllingsflater og brannlast faktorene som i størst grad bestemmer brannforløpet. På grunn av kompleksiteten og usikkerheten som er knyttet til et brannforløp, gjøres det ofte forenklinger ved brannsimuleringer og beregninger. Bygningsdelers geometri og utforming er parametere som ofte neglisjeres. I dette delkapittelet oppsummeres to ulike studier som omhandler trematerialers geometriske utforming, og hvordan dette innvirker på materialenes bidrag til brannutviklingen.

Varmeavgivelsesrate

Babrauskas og Peacock (1992) beskrev varmeavgivelsesraten som den viktigste enkeltvariabelen ved karakterisering av et brannforløp. Denne forkortes ofte til HRR (heat release rate). Drysdale (2011) uttrykte varmeavgivelsesraten som:

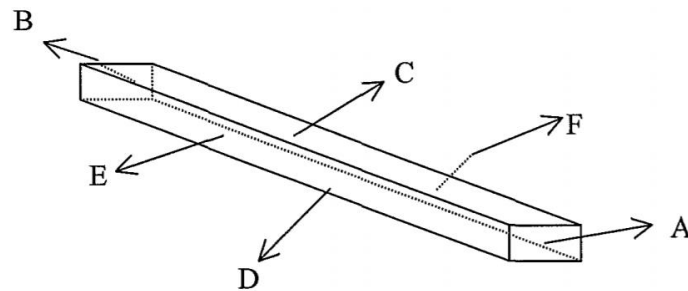
$$\dot{Q}_c = \chi * \dot{m}'' * A_F * \Delta H_c,$$

der \dot{Q}_c er varmeavgivelsesraten [kW], χ er en faktor (<1.0) som inkluderes for å ta hensyn til ufullstendig forbrenning, \dot{m}'' er massetapsraten per enhetsareal [kg/sm²], A_F er overflatearealet som eksponeres for brannpåkjenning [m²] og ΔH_c er brennverdien

[kJ/kg]. Brennverdien er energien som frigjøres ved forbrenning av én masseenheter av materialet.

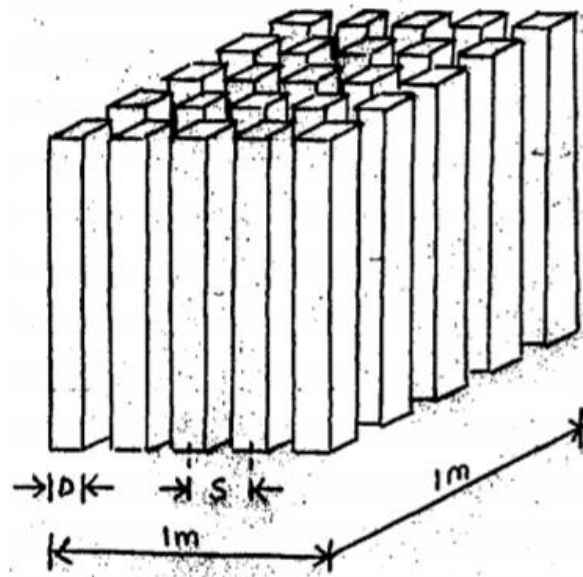
Effekten av økt overflateareal og tykkelse

Yii (2000) utførte en studie om effekten materialers overflateareal og tykkelse har på varmeavgivelsen og varigheten i et brannforløp. Studien omfattet materialer med ulik geometrisk utforming, blant annet materialer av tre med tilsvarende geometrisk utforming som trespiler, se Figur 3.15. Beregningene er gjort med utgangspunkt i uttrykket for varmeavgivelsesrate, slik dette ble definert av Drysdale (2011). Den anvendte beregningsmodellen gjelder for forbrenning etter overtetting, hvor det antas at alt brensel antennes og at hele overflatearealet eksponeres for brannen samtidig.



Figur 3.15: Geometrisk utforming av materialet i beregningen (Yii, 2000)

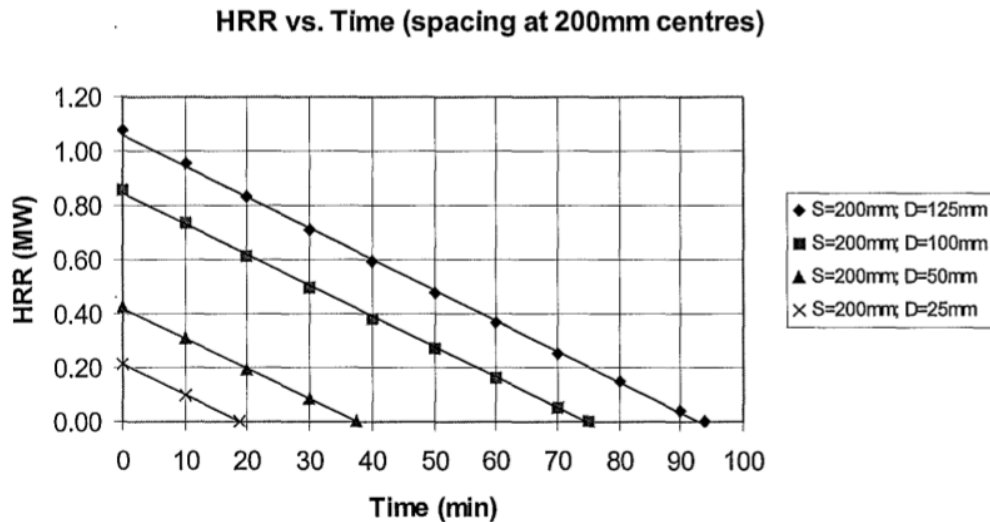
Yii (2000) presiserte at slike beregninger i realiteten er svært komplekse og innebærer en betydelig grad av usikkerhet. Det ble derfor gjort forenklinger, hvor viktige faktorer kan ha blitt neglisjert. Det ble blant annet ikke tatt hensyn til varmestråling i hulrommet mellom trespilene, som ifølge Yii kan ha en betydelig innvirkning på varmeutviklingen. Yii har antatt en densitet på 450 kg/m^3 for trevirket, en konstant forkullingsrate på $1,11 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (0,667 mm/min) og en brennverdi på $16,7 \text{ MJ/kg}$ for sine beregninger. Trespilene ble fordelt innenfor 1 m^2 , som vist i Figur 3.16.



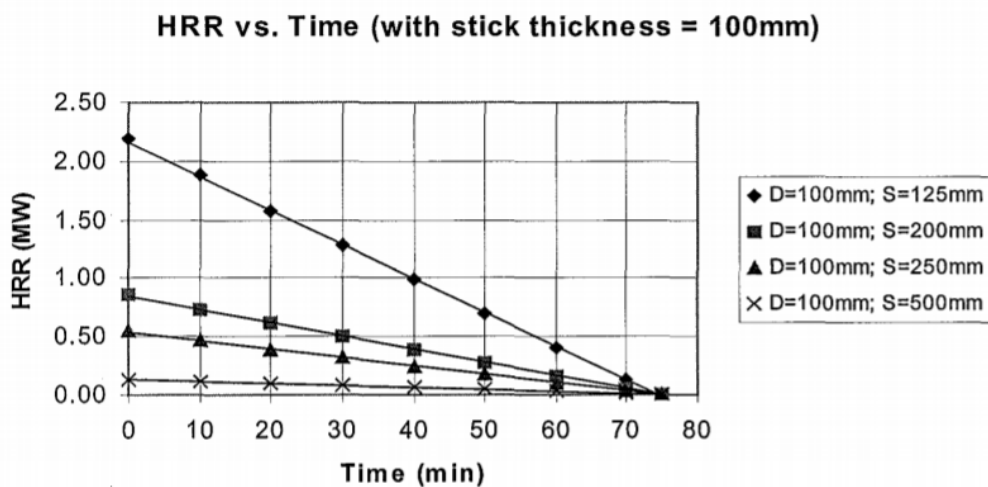
Figur 3.16: Fordeling av trespiler ved beregning av varmeavgivelsesrate (Yii, 2000)

For å estimere effekten ved endring av overflateareal, utførte Yii gjentatte iterasjoner av prosedyren for beregning av varmeavgivelsesrate. Disse ble utført for ulike verdier av

spiletykkelsen, D , og senteravstand, S . En av disse parameterne ble holdt konstant, mens den andre gradvis ble endret for hver iterasjon. Figur 3.17 viser hvordan varmeavgivelsesraten endret seg over tid for ulike spiletykkelser og konstant senteravstand. Figur 3.18 viser tilsvarende utvikling ved konstant spiletykkelse og varierende senteravstand.



Figur 3.17: Varmeavgivelsesrate plottet mot tid for konstant senteravstand og varierende spiletykkelse (Yii, 2000)



Figur 3.18: Varmeavgivelsesrate plottet mot tid for konstant spiletykkelse og varierende senteravstand (Yii, 2000)

Resultatene til Yii viste at økt eksponert treoverflate ga høyere varmeavgivelsesrate, mens økning i spiletykkelse forlenget varigheten av brannforløpet.

Innvirkningen brenselstype og geometri har på temperaturer etter overtenning

Yii, Buchanan og Fleischmann (2006) undersøkte effekten av brenselstype og geometri på forutsatte temperaturer fra datasimulering av rombranner etter overtenning. Hensikten med studien var å fremheve påvirkningen brenselets overfalte og tykkelse har på brannforløpet, da dette normalt ikke inkluderes i parametriske temperatur-tid kurver. Studien tar til dels utgangspunkt i beregningene til Yii (2000), men beregningsmodellene i denne studien er mer avanserte enn modellen Yii brukte for trespilene. Beregningene

omfatter brensel med mer komplisert geometri, som bokhyller og kontorpulter, og tar blant annet hensyn til om forbrenningen er ventilasjons- eller brenselkontrollert. Yii, Buchanan og Fleischmann (2006) undersøkte både tykt brensel, med lite overflate-masseforhold, og tynt brensel med høyt overflate-masseforhold. Resultatene fra simuleringen viste at det tynne brenselet med stort overflateareal ga høyere temperaturer ved brann, mens tykkere brensel førte til lengre avtakingsfase, og dermed et lengre brannforløp.

3.8.3 Brannbeskyttet tre

Trematerialers bidrag til brannutvikling kan reduseres ved å behandle treet med brannhemmende kjemikalier (Buchanan og Abu, 2017). Hovedformålet med en slik behandling er å begrense tid til antennelse, flammespredningshastigheten over treet overflate og røykutvikling. Disse faktorene er av stor betydning for rømningssikkerheten tidlig i brannforløpet og tid til overtenning, se kapittel 3.6. Sett i sammenheng med kriterier i Byggteknisk forskrift, utføres brannbeskyttende behandling med formål om at trevirket skal oppnå klassifisering B-s1,d0, som er den høyest oppnåelige Euroklassen for brennbare byggematerialer (Östman *et al.*, 2012). Brannbeskyttede treprodukter kan dermed benyttes der det i forskriften er satt strenge ytelseskriterier til overflater og kledninger, som i himlinger og vegger i brannceller over 200 m², jf. Tabell 3.3.

Det finnes mange typer brannbeskyttet tre på markedet, der egenskapene varierer mellom ulike fabrikat. Fremstillingsprosessen kan inndeles i to hovedkategorier (Östman *et al.*, 2012):

- Industrielt fremstilte produkter, som behandles ved impregnering eller overflatebehandling.
- Produkter som påføres på byggeplassen. Dette kan bare gjøres ved overflatebehandling.

Brannimpregnert tre er maskinelt vakuumptrykkimpregnert med en brannhemmende væske. Impregnering innvirker på trevirkets cellestruktur og tillegger materialet endrede egenskaper ved brann. Brannbeskyttende overflatebehandling gjøres ved å påføre et produkt, for eksempel lakk eller maling, på treet overflate. De vanligste formene for overflatebehandling er bruk av produkter som danner en beskyttende film på materialets overflate og produkter som forlenger tiden til forkullingen starter ved at produktet sveller ved brannpåkjenning. Effekten av en beskyttende film er en glassaktig overflate som hindrer pyrolysegasser i å komme til trevirkets overflate (Evans, 2003). Midler som sveller opp ved varmpåvirkning har som hensikt å isolere bakenforliggende sjikt og begrense pyrolysen, samtidig som pyrolysegasser hindres i å komme ut til overflaten (Evans, 2003). Trepanel som behandles med brannhemmende kjemikalier er plassert i AVCP-system 1 jf. Tillegg ZA.3 i NS-EN 14915, og det stilles derfor strenge krav til produksjons- og kvalitetskontroll. En viktig årsak til dette er at materialers egenskaper ved brann i stor grad avhenger av at denne prosessen er korrekt utført. For overflatebehandlet tre er ytelse og vedheft i stor grad avhengig av riktig antall påførte lag med maling eller lakk, riktig mengde per areal og lag og at produktene som benyttes er kompatible.

Fremstillingsprosessen er også viktig for brannimpregnert tre, der hvert treslag har unike egenskaper som må tas hensyn til under impregneringsprosessen. Winberg og Boström (2014) vurderte impregnerte og overflatebehandlede produkter som tilnærmet sidestilte løsninger tidlig i et brannforløp, men at sistnevnte løsning kan svekkes på et senere

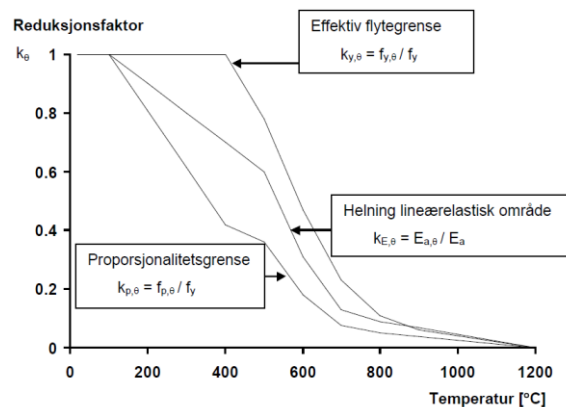
stadium i brannforløpet ved at det ytre beskyttelsessjiktet løsner og beskyttelsesevnen reduseres. Ifølge Buchanan og Abu (2017), anses impregnering som et mer effektivt brannbeskyttelsestiltak enn overflatebehandling, men som også kan ha negative effekter som redusert materialfasthet og korrosjon av festeordninger. Ifølge Östman *et al.* (2012) har brannbeskyttelsestiltakene mindre betydning under en fullt utviklet brann, siden tre fortsatt vil gjennomgå pyrolyse og forkulling ved en tilstrekkelig kraftig brannpåvirkning.

En utfordring med slike behandlingsformer er å beholde treets øvrige egenskaper, samtidig som bidraget til brannutvikling reduseres (Östman *et al.*, 2012). Det er viktig at langtidsbestandigheten til brannbehandlet tre verifiseres, ettersom kjemikalier som gir den beskyttende effekten kan migrere og vaskes ut over tid. Östman *et al.* (2012) viser til to hovedfaktorer som kan påvirke langtidsbestandigheten til brannbeskyttet tre:

- Ved bruk av saltbaserte produkter, kan høyt fuktinnhold og migrering av kjemikalier i treproduktet gi saltutslag på treets overflate.
- De brannbeskyttende egenskapene til brannbeskyttet trevirke kan forverres ved at kjemikalier utvaskes. Dette er hovedsakelig et problem ved utvendig bruk av brannbeskyttet tre.

3.8.4 Stål

I noen typer spilehimlinger festes spilene til stålprofiler, se kapittel 4.1.4. Stål er ubrennbart, og vil ikke bidra til brannutviklingen på samme måte som tre. Mens tre vil gjennomgå langsom pyrolyse fra rundt 200-250°C, med et resulterende forkullingslag med redusert mekanisk styrke, vil stål ved denne temperaturen opprettholde omtrent 80% av opprinnelig elastisitetsmodul, se Figur 3.19.



Figur 3.19: Reduksjon i elastisitetsmodulen til stål ved økt temperatur (Standard Norge, 2009)

3.8.5 Brannenergi

I NS-EN 1991 del 1-2, Laster på konstruksjoner ved brann, defineres brannenergi som «summen av varmemengde som frigis ved forbrenning av alle brannbare materialer i et område (bygningdeler og brennbart innhold)». Det skilles mellom permanent brannenergi, som omfatter bygningskonstruksjonen og gjenstander som ikke er flyttbare, og variabel brannenergi, som omfatter flyttbare gjenstander (Byggforsk, 2013).

Spesifikk brannenergi er den totale brannenergien per arealenhet i en branncelle, og kan uttrykkes som (Standard Norge, 2008):

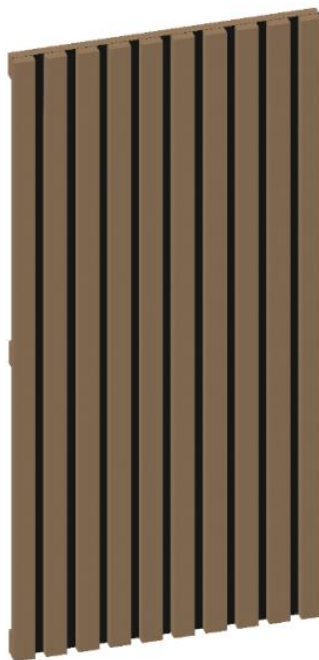
$$q = \frac{1}{A} \sum M_i * H_{ui} = \sum q_i ,$$

Der q er den totale brannenergien per arealenhet [MJ/m^2], M_i er mengden brennbart materiale for materiale i [kg] og H_{ui} er netto brennverdi for materiale i [MJ/kg]. Arealenheten, A [m^2], kan være gulvarealet eller omhyllingsflaten. Spesifikk brannenergi for en branncelle kan uttrykkes som $\sum q_i$, som er spesifikk brannenergi for materiale i .

Spilepanel vil dermed være inkludert i branncellens permanente brannenergi. Spilepanelets bidrag til den permanente brannenergien er en funksjon av mengden brennbart materiale [kg] og netto brennverdi [MJ/kg] for hver av komponentene spilepanelet består av.

3.9 Trespiler

Spilepanel er et produkt som har mange anvendelsesområder og som finnes i en rekke ulike varianter. Panelene er bygget opp av trespiler, ofte i smale dimensjoner, der tykkelse, plassering, utforming og spalteåpning mellom spilene varierer, se Figur 3.20 for illustrasjon av en type spilepanel. Disse faktorene innvirker på panelets egenskaper ved brannpåkjenning, samt akustiske egenskaper, som regulering, spredning og absorbering av lyd. Spilene finnes i mange ulike treslag, kan leveres med eller uten duk, kan monteres som frittstående paneler eller direkte på et underlagsmateriale, og monteres enten enkeltvis eller som ferdige moduler. Spilemoduler har ingen standard utforming, og finnes i en rekke ulike dimensjoner og med ulike sammensetninger av komponenter. Hulrommet som dannes bak spilene kan fylles med isolasjon, mens andre løsninger utformes med åpne hulrom. Spilepanel brukes ofte som overflatemateriale i vegger og himlinger i store brannceller. I noen tilfeller anvendes også slike paneler i rømningsveier, som trapperom.



Figur 3.20: Spilepanel

Med et økende miljøfokus i byggebransjen, er det for mange aktører sterkt ønskelig å oppføre bygninger ved bruk av en stor andel trebaserte byggematerialer. Dette gjelder også innvendige overflater, der spilepanel kan benyttes som det synlige overflatematerialet i vegger og himling. Spilepanel er ofte ønskelig blant arkitekter av miljømessige- og akustiske hensyn, og for å skape estetiske og naturlige omgivelser, se kapittel 8.

Fra et brannsikkerhetsperspektiv er spilepanelenes utforming og variasjon en utfordring. Innbyrdes plassering av spilene og en vesentlig større eksponert overflate sammenlignet med en glatt treoverflate, gjør at spilepanelene kan gi et større bidrag til den tidlige brannutviklingen. Dette skyldes pyrolysing og dannelse av flyktige gasser fra en større samlet treoverflate. En utfordring er at dette ofte ikke fanges opp av brannkonseptet, siden byggt teknisk forskrift har et funksjonsbasert regelverk som setter kriterier for overflateklassifisering, eksempelvis B-s1,d0. Spilenes utforming fraviker fra den tradisjonelle definisjonen av en overflate. Dette kan skape forvirring rundt hvilke preaksepterte ytelser for overflater og kledninger i TEK som er relevante.

Klassifisering av trespiler

I Tabell 3.10 gjengis en uoffisiell oversettelse Tabell 1 fra NS-EN 14915, produktstandarden for panelbord og kledningsbord av heltre (Standard Norge, 2017). Hensikten med denne tabellen er todelt:

- Når panelbord og kledningsbord av heltre brannprøves i SBI-testen, skal produktene monteres som angitt i Tabell 3.10 og tilhørende fotnoter.
- Dersom panelbord og kledningsbord av heltre oppfyller kriteriene i tabellen, kan det klassifiseres til angitt Euroklassen uten behov for videre testing (CWFT). Dette forutsetter at kriterier til produktdetaljer, minimumsdensitet, minste tykkelse og bruksbetingelser tilfredsstilles. I tillegg må bruksbetingelser i tilhørende fotnoter følges. Disse spesifiserer blant annet monteringsbetingelser, godkjent underlagsmateriale og utforming av hulrom. Klassifisering uten prøving er nærmere omtalt i kapittel 3.4.4.

Tabell 3.10 omfatter flere typer trepanel, blant annet trespiler, som her omtales som «elementer av trelameller». Fotnote h, i og j fra Tabell 3.10 er spesifikt rettet mot testing og klassifisering av trespiler. Fotnote h beskriver hvordan trespiler utformes og hvordan de monteres på støtterammen, fotnote i gir en øvre grense for eksponert areal for å kunne oppnå klasse D-s2,d0 uten videre testing, mens fotnote j omfatter bruksbetingelser for trespiler.

Tabell 3.10: Kriterier for brannklassifisering av trepanel (Standard Norge, 2017)

Materiale	Opplysninger om produktet^e	Minste middel-densitet^f [kg/m³]	Minste tykkelse total/laveste^g [mm]	Bruks-betingelser^d	Klasse^c
Panel og kledning ^a	Trepanel med eller uten not og fjær, og med eller uten profilert overflate	390	9/6	Uten luftespalte eller med lukket luftespalte bak materialet	D-s2,d0
			12/8		D-s2,d0
Panel og kledning ^b	Trepanel med eller uten not og fjær, og med eller uten profilert overflate	390	9/6	Med åpen luftespalte ≤ 20 mm bak materialet	D-s2,d0
			18/12	Uten luftespalte eller med åpen luftespalte bak materialet	D-s2,d0
Elementer av trelameller ^h	Trelameller montert på støtteramme ⁱ	390	18	Omgitt av fri luft på alle kanter ^j	D-s2,d0

a Mekanisk montert på støtteramme av tre, med luftgapet lukket eller fylt med et substrat av minst klasse A2-s1,d0 med en minste densitet på 10 kg/m³ eller fylt med et substrat av celluloseisolasjon med minst klasse E og med eller uten dampspærre bak. Treproduktet skal utformes slik at det kan monteres uten åpne skjøter.

b Mekanisk montert på støtteramme av tre, med eller uten åpen luftespalte bak materialet. Treproduktet skal utformes slik at det kan monteres uten åpne skjøter.

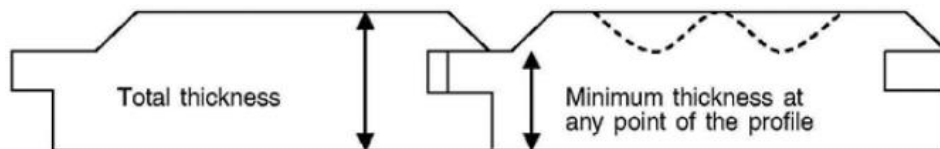
c Klasse som forutsatt i Tabell 1 i vedlegget til Kommisjonsvedtak 2000/147/EC.

d Et åpent gap kan omfatte mulighet for ventilasjon bak produktet, mens et lukket luftgap utelukker slik ventilasjon. Underlaget bak luftgapet skal minst være i klasse A2-s1,d0 med en minste densitet på 10 kg/m³. Bak et lukket luftgap på høyst 20 mm og med vertikale trepaneler kan underlaget minst være i klasse D-s2,d0.

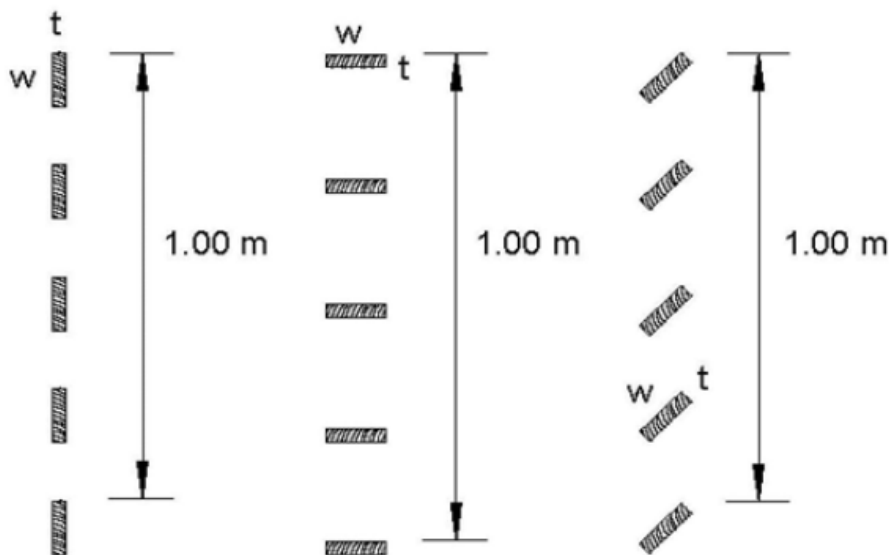
e Alle typer skjøter, f.eks. sammenføyninger og not og fjær-skjøter.

f Kondisjonert i henhold til NS-EN 13238.

- g** Som illustrert i Figur 3.21. Profilert areal på den eksponerte siden av panelet skal ikke være større enn 20 % av det plane overflatearealet, eller 25 % hvis det måles på både eksponert og ueksponert side av panelet. For sammenføyninger gjelder den største tykkelsen ved skjøten.
- h** Rektangulære trepaneler, med eller uten avrundede hjørner, som monteres horisontalt eller vertikalt på en støtteramme og er omgitt av luft på alle sider, som hovedsakelig brukes til å lukke andre bygningsdeler, både innendørs og utendørs.
- i** Maksimalt eksponert område (alle sider av rektangulære trepaneler og støtterammer av tre), ikke mer enn 110 % av det samlede planområdet, se Figur 3.22.
- j** Andre bygningselementer som er nærmere enn 100 mm fra kledningselementet (unntatt støtterammen), skal minst være i klasse A2-s1,d0, i 100mm-300mm avstand minst i klasse B-s1,d0, og i avstand over 300 mm minst i klasse D-s2,d0.



Figur 3.21: Profiler for trepanel og -kledning



Figur 3.22: Største eksponerte areal, utdyping av fotnote i (Standard Norge, 2017)

Figur 3.22 viser en illustrasjon av kriteriet i fotnote i. Største tillatte eksponerte areal av trellemellelement for å kunne klassifiseres uten videre prøving er:

$$2n(t+w) + a \leq 1,10$$

der

n er antallet bord per meter

t er tykkelsen på hvert bord, i meter

w er bredden på hvert bord, i meter

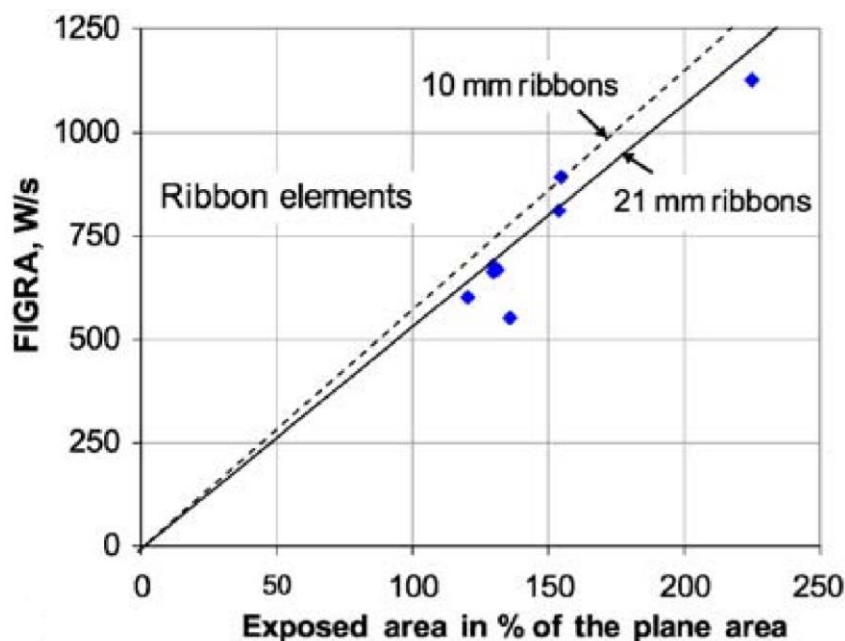
a er eksponert areal av (den eventuelle) støtterammen av tre, i m², per m² trellemellelement

Eksponert areal påvirkes av spiledimensjonene, avstanden mellom spilene, samt dimensjoner på støtterammen.

3.10 Tidligere utførte tester

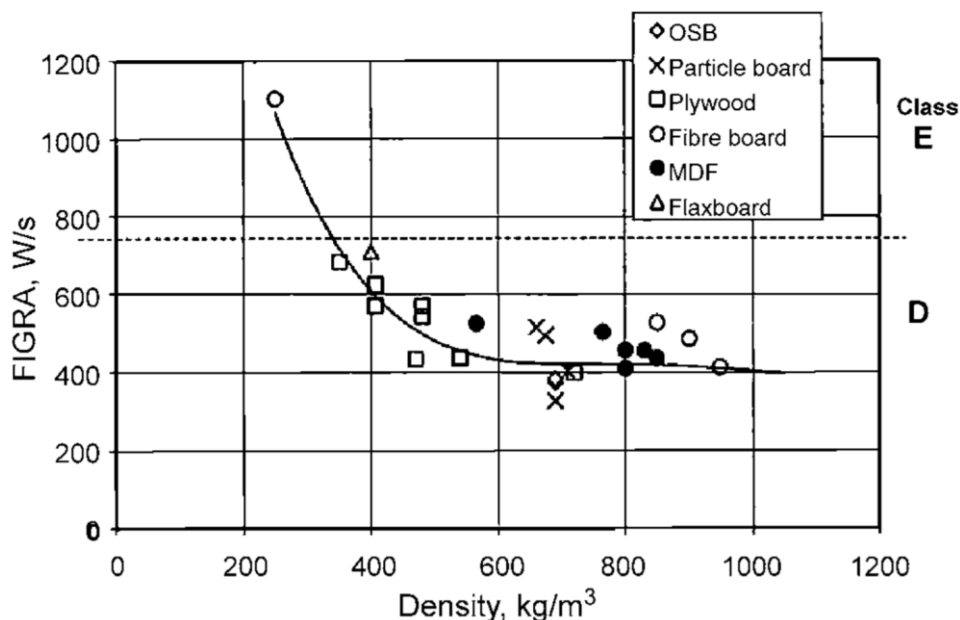
Sammenligninger av testresultater

Östman og Mikkola (2004) fant, ved sammenligning av testresultater for ulike trebaserte produkter, sammenhenger mellom produkttegenskaper og ytelser tilknyttet Euroklassene. For trespiler montert på en støtteramme, der alle fire sidene av spilene var eksponert for brannpåkjenningen, ble produktets FIGRA-indeks gitt som en funksjon av eksponert spileareal (inkludert areal av støtterammen) i forhold til nominelt areal i SBI-testen (2,25 m²). Denne sammenhengen er illustrert i Figur 3.23 for spiletykkelser på 10 mm og 21 mm. Som en referanseverdi viste Tabell 3.8 at FIGRA-indeksen maksimalt kan være 750 W/s for at produktet skal oppnå klasse D. Testresultatene i Figur 3.23 viste at denne grensen ble oversteget ved omtrent 130% og 140% av eksponert spile- og lektareal i forhold til nominelt areal for henholdsvis 10 mm og 21 mm spiletykkelse.



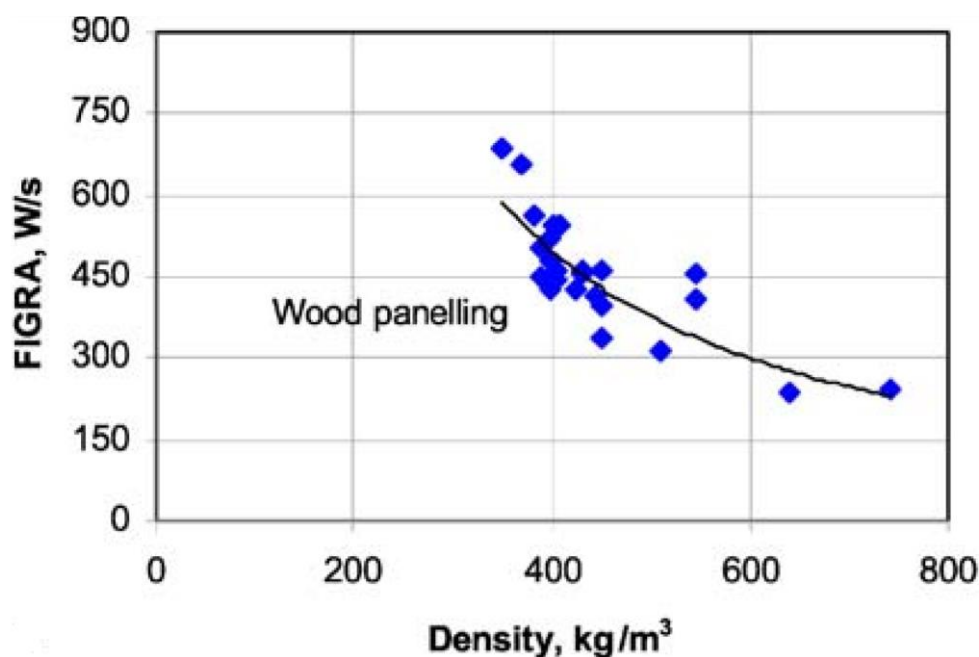
Figur 3.23: FIGRA som en funksjon av relativt eksponert areal for trespiler som eksponeres på alle fire sider (Östman og Mikkola, 2006)

Til sammenligning ble en tilsvarende gjennomgang av testresultater gjort for trebaserte komposittplater og panel av heltre med glatte overflater. Figur 3.24 viser testresultatene for seks ulike typer komposittplater. Disse ble montert direkte på substrat av kalsiumsilikat og har varierende densiteter og tykkelser, der den minste tykkelsen var 6 mm.



Figur 3.24: Testresultater for komposittplater (Östman og Mikkola, 2006)

Figur 3.25 viser testresultatene for panel av heltre. Testresultatene omfatter panel med ulike profiltyper, densitet og tykkelser, der det tynneste panelet var 9 mm tykt. Grafen viser tester som er utført både med og uten hulrom mellom panel og substrat. Av de testede komposittplatene og trepanelene var det kun trefiberplaten med densitet på omtrent 250 kg/m³ som oppnådde Euroklasse E, se Figur 3.24.



Figur 3.25: Testresultater for panel av heltre (Östman og Mikkola, 2006)

Branntesting av spilepanel

I 2010 ble det utført en brannteknisk prøving av spilepanel ved brannlaboratoriet til RISE Fire Research (SINTEF NBL, 2010). Det ble utført én enkelttest av malte trespiler (ikke brannhemmende maling) montert på en vindsperre i SBI-testen, se kapittel 3.5.1. I henhold til NS-EN 13823 må det utføres tester for tre prøveeksemplarer for at resultatene skal kunne brukes i en klassifiseringsrapport. Dette ble derfor utført som indikativ brannteknisk prøving, som resulterte i en prøvingsrapport. Produktet som ble testet hadde følgende komponenter og dimensjoner:

- Spalteavstand: 20 mm
- Spilebredde: 45 mm
- Spiletykkelse: 15-20 mm
- Vindsperretykkelse: 0,6 mm
- 45 mm mineralull bak vindsperre
- Underlagsmateriale: 12 mm gipsplater



Figur 3.26: Prøvematerialet før og etter testen (SINTEF NBL, 2010)

Resultatene fra brannprøvingen er presentert i Tabell 3.11.

Tabell 3.11: Resultater fra indikativ brannteknisk prøving av spilepanel (SINTEF NBL, 2010)

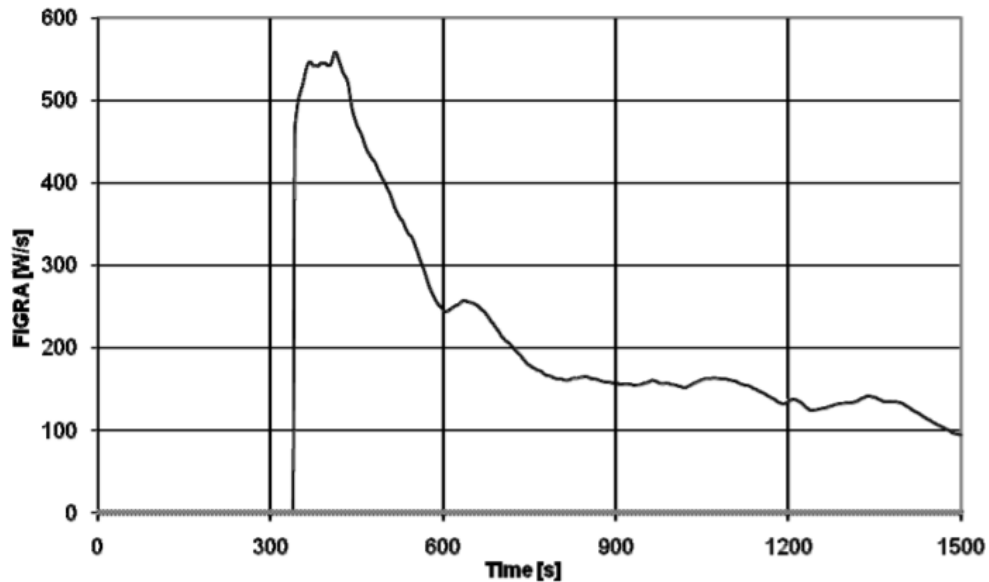
Parameter	Resultat
FIGRA terskelverdi: 0,2 MJ [W/s]	559
FIGRA terskelverdi: 0,4 MJ [W/s]	559
THR ₆₀₀ [MJ]	43
Sideveis flammespredning (LFS) til enden av den største siden av prøvestykket?	Nei
SMOGRA [m ² s ²]	0*
TSP ₆₀₀ [m ²]	10
Brennende dråper/partikler (flammetid ≤ 10 s)?	Nei
Brennende dråper/partikler (flammetid > 10 s)?	Nei

* I henhold til NS-EN 13823 skal SMOGRA kun beregnes dersom følgende kriterier oppnås i løpet av prøvingen:

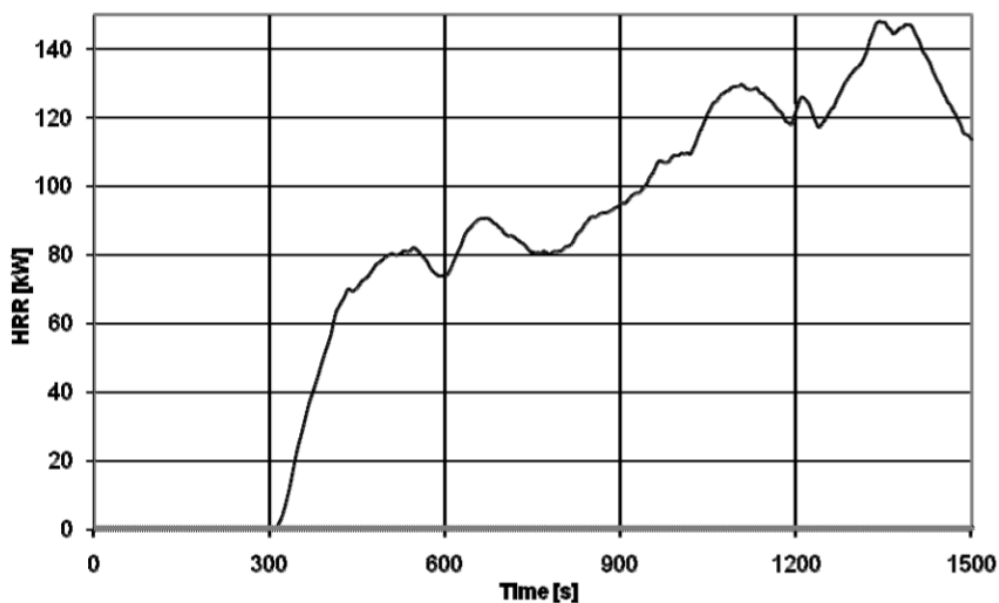
- Gjennomsnittlig røykproduksjon, $SPR_{av} > 0,1 \text{ m}^2/\text{s}$
- Total røykproduksjon, $TSP > 6 \text{ m}^2$

Dersom en av disse forutsetningene ikke er til stede, settes SMOGRA lik null

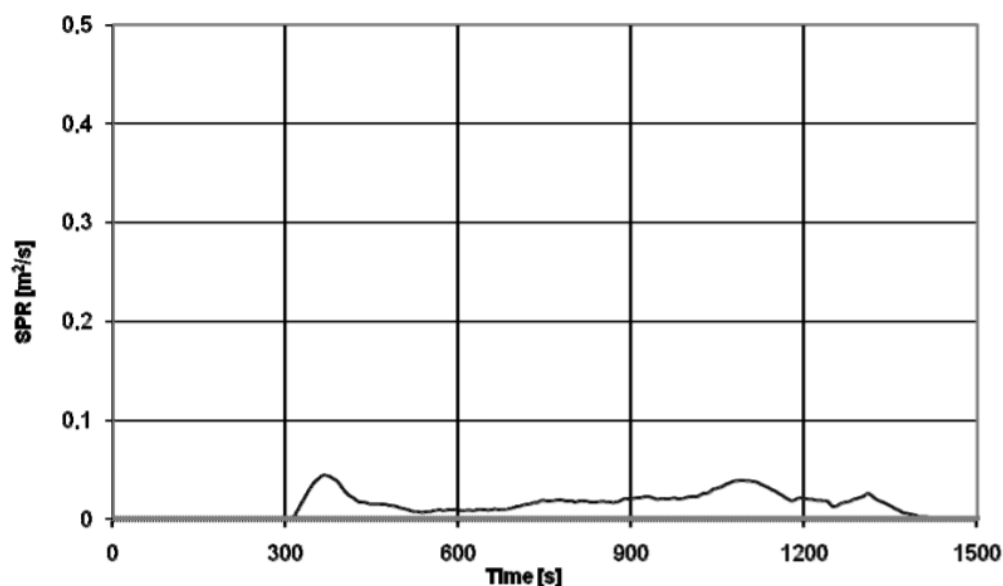
Figur 3.27 viser hvordan FIGRA-indeksen varierer gjennom brannforløpet. Denne ble beregnet som $1000 \times HRR_{av} / (t-300)$ [W/s]. Grafen for gjennomsnittlig varmeavgivelseshastighet (HRR_{av}) vises i Figur 3.28, mens Figur 3.29 viser gjennomsnittlig røykproduksjon SPR_{av} .



Figur 3.27: Brannutviklingsindeks (FIGRA) for prøvematerialet (SINTEF NBL, 2010)



Figur 3.28: Gjennomsnittlig varmeavgivelseshastighet, HRR_{av} , for prøvematerialet, beregnet som 30 sekunders gjennomsnitt (SINTEF NBL, 2010)



Figur 3.29: Gjennomsnittlig røykproduksjon, SPR_{av} , for prøvematerialet, beregnet som 60 sekunders gjennomsnitt (SINTEF NBL, 2010)

3.11 Automatisk sløkkanlegg

Figur 3.27 i kapittel 3.10 viste en umiddelbar økning i FIGRA-indeksen ved starten av brannprøvingen av spilepanelet. Overflatematerialer som bidrar til hurtig brannvekst, kan i noen tilfeller utgjøre en økt brannrisiko i forhold til sikkerhetsnivået som forutsettes i TEK. Ved å installere automatisk sløkkanlegg i byggverket kan det i noen tilfeller aksepteres en økt usikkerhet og en reduksjon av ytelser i de passive brannsikringstiltakene. Bruk av automatisk sløkkanlegg er derfor et tiltak som i enkelte tilfeller kan åpne for et økt omfang av spiler i bygninger.

Forskriften åpner for bruk av en kombinert prosjekteringsmodell, som innebærer en kombinasjon av preaksepterte ytelser og analyse (DiBK, 2017). Da må da gjøres analyse

for de delene av tiltaket der det gjøres fravik fra de preaksepterte ytelsene. Dette utdypes i veiledningen til tredje ledd i § 2-2:

«Der et sett av preaksepterte ytelsers må til for å oppfylle et funksjonskrav, vil reduksjoner i noen av ytelsene vanligvis kreve kompenserende tiltak for å opprettholde det samlede kravsnivået som følger av forskriften.»

I de fleste tilfellene velges automatiske slokkeanlegg som det kompenserende tiltaket i denne sammenhengen. Denne løsningen fremkommer likevel ikke direkte i VTEK.

Automatiske slokkeanlegg er en fellesbetegnelse på aktive slokketiltak som aktiveres ved en gitt temperatur. Slike installasjoner benyttes i stor utstrekning i bygninger i dag, og er et tiltak som i stor grad påvirker brannutviklingen. I noen tilfeller stiller TEK krav til automatiske slokkeanlegg, mens det i andre tilfeller brukes som et kompenserende tiltak. Slike installasjoner skal virke sannsynlighetsdempende for at brannen når et fullt utviklet stadium, samt konsekvensdempende ved eventuelle brann eller branntilløp. Det finnes ulike typer anlegg med forskjellige virkemåter, der de vanligste typene i byggverk er sprinkler- og vanntåkeanlegg:

- **Sprinkleranlegg** er det mest brukte automatiske slokkeanlegget i byggverk. Dette er en installasjon bestående av rørsystemer som leder vann til dyser med termisk bestemt aktiveringsmekanisme. Disse kalles sprinkler, og fordeles strategisk i bygget. Sprinklerne har et sprinkelhode med en glassampull som inneholder en varmekfølsom væske. Denne avgjør sprinkleranleggets aktiveringstemperatur, der 68 °C ofte brukes som standard utløsningstemperatur (Byggforsk, 2014). Sprinkleranlegg har som hensikt å nyttiggjøre vannets høye spesifikke varmekapasitet for å oppta energi fra brannen, og redusere brannveksten eller slukke brannen helt. I prinsippet vil bare sprinklere som påvirkes av varme aktiveres, men det finnes sprinkleranlegg der flere sprinklerhoder aktiveres samtidig, såkalte deluge-anlegg.
- **Vanntåkeanlegg** er et alternativ til sprinkleranlegg som i mindre grad benyttes. Vanntåkeanlegg frigjør små vannpartikler som lett fordampes ved temperaturpåkjenning fra en brann. Vanntåken tar opp energi fra brannen som følge av høy spesifikk varmekapasitet og faseforandringen som skjer.

Boligsprinkleres hovedfunksjon er å redde liv ved å beskytte mot overtenning (Östman *et al.*, 2012). Sprinkleranlegg har i tillegg en høy pålitelighet, omtrent 96%, og øker bygningens totale sikkerhetsnivå. Ifølge Östman *et al.* (2012) kan sprinkleranlegg anvendes for alternativ brannteknisk prosjektering, ved å delvis redusere ytelsene til passive beskyttelsestiltak, et såkalt teknisk bytte. Östman *et al.* (2012) viser til et eksempel, der installasjon av sprinkleranlegg i et fleretasjes trehus gir mulighet for økt bruk av synlige treoverflater i byggverket.

I TEK17 §11-12 settes krav til tiltak for å påvirke rømnings- og redningstider. Her stilles det krav til sprinkleranlegg i byggverk i risikoklasse 4 hvor det kreves heis og alle byggverk i risikoklasse 6 (DiBK, 2017). I noen tilfeller er preaksepterte ytelsers i VTEK knyttet opp mot bestemte standarder, som da utgjør en del av den preaksepterte ytelsen. Dette gjelder for automatiske sprinkleranlegg, som må prosjekteres og utføres etter «NS-EN 12845:2015 Faste brannslukkesystemer. Automatiske sprinklersystemer. Dimensjonering, installering og vedlikehold».

I NS-EN 12845 inneholder retningslinjer for plassering av sprinklere i himling. Disse skal ikke installeres lavere enn 0,3 m under brennbar himling, eller 0,45 m under ubrennbar

himling (Standard Norge, 2020). Der det er mulig skal sprinklere plasseres med nedre del av sprinklerhodet 75-150 mm under himlingen. Dette skyldes at større avstander kan gi tregere utløsning av sprinkleranlegget. Hulrommet over nedfôrede himlinger i sprinklede lokaler skal sprinkles når høyden er 0,3 m til 0,8 m og hulrommet inneholder brennbare materialer. Hulrom med høyde større enn 0,8 m skal alltid sprinkles. Kapittel 12.4.14 i NS-EN 12845 inneholder kriterier for bruk av sprinkler i tilknytning til nedfôrede åpne himlinger (Standard Norge, 2020):

«Nedfôrede åpne himlinger, dvs. himlinger med vanlig åpen cellekonstruksjon, kan brukes under LH- og OH-sprinkleranlegg forutsatt at følgende betingelser er oppfylt:

- a) Samlet åpen flate i himlingen, medregnet lysarmatur, skal utgjøre minst 70 % av himlingsarealet;*
- b) Himlingsåpningene skal ha en dimensjon på minst 0,025 m eller minst tilsvarende dybden av den nedfôrede himlingen, avhengig av hvilken verdi som er størst;*
- c) Bygningsmessig bestandighet for himlingen og eventuelt annet utstyr, f.eks. lysarmatur i rommet over den nedfôrede himlingen, vil ikke berøres av at sprinklersystemet utløses;*
- d) Det skal ikke være lagringsarealer under himlingen.»*

Kravene til installasjon av sprinkleranlegg over nedfôret himling kan være krevende å oppfylle for de fleste typer spilepanel. Dette skyldes at få spilepanel produseres med minimum 70 % åpen flate, som gjør det utfordrende å oppfylle kriterium a). En løsning som ofte praktiseres er derfor å plassere sprinklere både i hulrommet og under spilehimlingen, samt å plassere en ubrennbar røyktett duk over spilene for å muliggjøre aktivering av underliggende sprinklere. Usikkerheter knyttet til sprinkleranlegg kombinert med nedfôret spilehimling er diskutert i kapittel 9.5.2.

4 Kartlegging av spileløsninger

Det er gjennomført en kartlegging av utbredelsen av spilepaneler for å finne bruksområder, materialbruk, sammensetninger og tilgjengelig dokumentasjon. I dette kapitlet beskrives hovedkategoriene av ulike spilevarianter og -løsninger som selges på det skandinaviske markedet. Av opphavsrettslige hensyn anonymiseres all informasjon som kan knyttes til spesifikke produkter og produsenter. Informasjon om spilepanelene er derfor kategorisert og presentert som generelle beskrivelser av oppbygninger og egenskaper.

4.1 Spileløsninger

Hensikten med kartleggingen av spilepaneler som er tilgjengelig på markedet var å finne likhetstrekk ved egenskaper og oppbygning av de ulike produsentenes løsninger.

Spilepanelene ble kategorisert basert på kriterier som kan ha innvirkning på produktets egenskaper ved brannpåvirkning. Under kategoriseringen av løsningene, ble følgende produktspesifikasjoner gjennomgått:

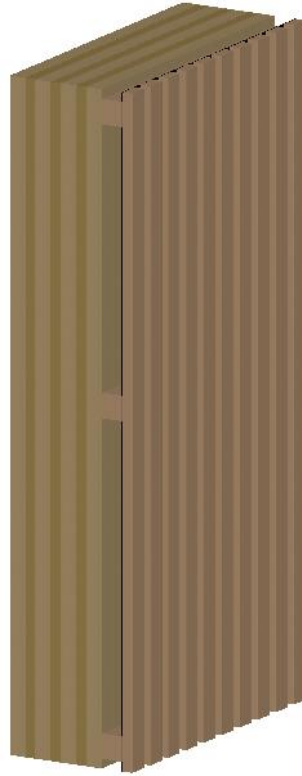
1. Type materialer spileløsningene består av
2. Sammensetninger av komponenter
3. Brannbeskyttende behandling av trekomponentene
4. Bruk av isolasjon i hulrom
5. Monteringsystem

Enkelte produktspesifikasjoner kan variere mellom lignende produkter som plasseres i samme kategori. Eksempler på dette er spiledimensjoner, kantutforming, spalteavstand og type treslag.

4.1.1 Type 1: Spilemodul med ubehandlet trevirke

En spilemodul er et sammensatt element, bestående av ulike komponenter. Type 1 er en vanlig løsning som leveres av de fleste spileprodusenter. Med «ubehandlet trevirke» menes materialer som ikke er brannimpregnert eller påført brannbeskyttende overflatesjikt. Likevel er det ikke uvanlig at trevirket overflatebehandles med maling, lakk eller andre produkter som ikke har brannbeskyttende effekt. Modulen består av trespiler, akustisk duk og lekter (også kalt labanker) av trevirke. Lektene har til hensikt å forbinde spilene til et sammensatt produkt. Komponentene settes sammen til en modul ved at spilene monteres til lektene, med duken som et mellomliggende sjikt. Spilene er det ytre, synlige overflatematerialet i rommet, mens lektene skjules bak den akustiske duken.

Denne typen spilemodul kan anvendes som overflatemateriale i både vegger og himlinger. Ved bruk av spilemodulen som veggelement, festes den direkte til bakenforliggende konstruksjon. Som takelement, kan spilemodulen enten festes direkte til bakenforliggende konstruksjon eller monteres som nedfôret himling, se Type 3 i kapittel 4.1.3. Figur 4.1 viser en illustrasjon av en Type 1-spilemodul, som i dette eksempelet er montert på en massivtrevegg, med åpent hulrom mellom spilepanelet og underlagsmaterialet.



Figur 4.1: Type 1-spilemodul

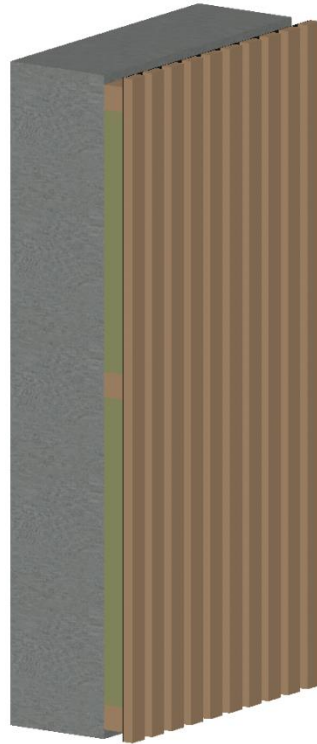
Produktvariasjoner

- Spilene finnes i mange ulike dimensjoner og kan produseres med rette, fasede eller avrundede kanter. De kan også utføres med fallende og kappede lengder.
- Spilene kan både monteres horisontalt og vertikalt.
- Spilene finnes i mange ulike treslag, blant annet gran, furu, eik, ask, bjørk, seder, lønn og poppel.
- Noen typer spiler produseres i finérmateriale fremfor heltre. Det finnes også trespiler som er overfinéert eller foliert.
- Hulrommet som dannes mellom duken, lektene og bakenforliggende konstruksjon kan fylles med isolasjon.
- Den akustiske duken kan erstattes med en akustisk plate.
- Noen løsninger leveres uten akustisk duk eller plate. Dette gir åpninger til bakenforliggende sjikt mellom spilene og lektene.

4.1.2 Type 2: Spilemodul med brannbeskyttede trematerialer

Komponentene i spilemodulen, tilgjengelige dimensjoner og monteringsystem er identisk med Type 1. Forskjellen er at spilene brannbeskyttes med et brannhemmende produkt for å begrense bidraget til brannutvikling. Hensikten med dette er at spilene skal oppnå klassifisering B-s1,d0, som er preakseptert ytelse for overflater i noen typer brannceller, se Tabell 3.3.

Figur 4.2 viser en illustrasjon av en Type 2-spilemodul, som i dette eksempelet er montert på betongvegg med isolasjon i hulrom.



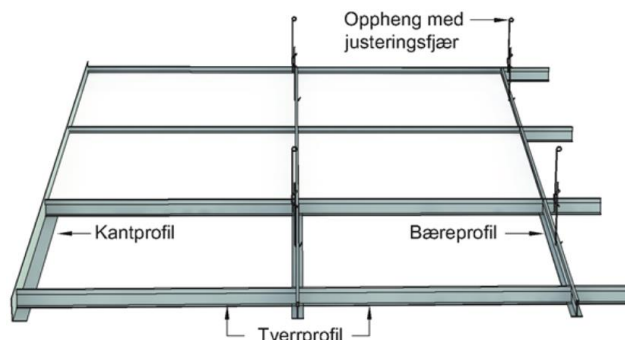
Figur 4.2: Type 2-spilemodul

Produktvariasjoner

- Utforming, oppbygning og treslag varierer på tilsvarende måte som Type 1.
- Brannbeskyttelsesprosessen kan gjøres gjennom impregnering eller overflatebehandling, se kapittel 3.8.3.
- Med et stort mangfold av brannhemmende produkter vil det oppstå variasjoner i produktenes brannhemmende egenskaper.

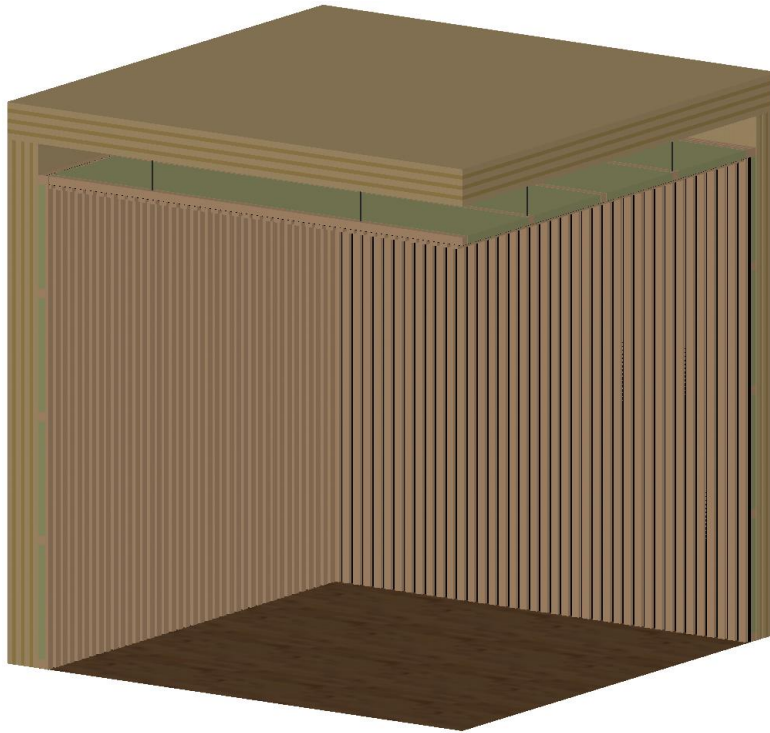
4.1.3 Type 3: Spilemoduler som nedfôret himling

Komponentene i spilemodulen og tilgjengelige dimensjoner er identisk med Type 1 og Type 2. Forskjellen er at denne løsningen monteres som nedfôret himling. Modulene festes ved bruk av et bæreprøfilsystem, der den vanligste festeinnredningen er T-profiler, som vist i Figur 4.3. Materialvalget i nedfôrede himlinger har stor betydning for risikoen for brannspredning (Byggforsk, 2018). Dette skyldes himlingens plassering i øvre del av rommet, der et brannforløp kan føre til høy oppmagasinering av røyk og varme gasser.



Figur 4.3: Bæreprøfilsystem med oppheng i T-profil (Byggforsk, 2018)

Figur 4.4 viser Type 3-spilemodul i kombinasjon med spilepanel i vegger, med bærekonstruksjon av massivtre og isolasjon i hulrom.



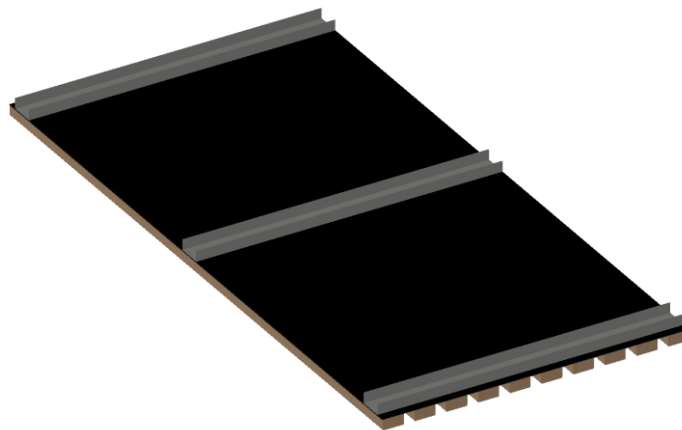
Figur 4.4: Type 3-spilemodul i kombinasjon med spilepanel i vegger

Produktvariasjoner

Spilemodulen kan variere på tilsvarende måter som Type 1 og Type 2.

4.1.4 Type 4: Spilemodul som nedfôret himling med stålprofiler

Spilemodulen består av trespiler, akustisk duk og stålprofiler som forbinder komponentene til et sammensatt produkt, se Figur 4.5. Hensikten med å anvende stålprofiler bak spilene er å hindre nedbøyning av spilemodulene tidlig i brannforløpet. En eventuell nedbøyning av nedfôrede himlingelementer kan føre til at modulene kobles av opphengssystemet og forstyrrer evakueringen fra bygningen. Ved temperaturer der tre gjennomgår forkulling og deformering, kan stål fortsatt opprettholde en tilstrekkelig høy elastisitetsmodul til å unngå deformering, se kapittel 3.8.4.



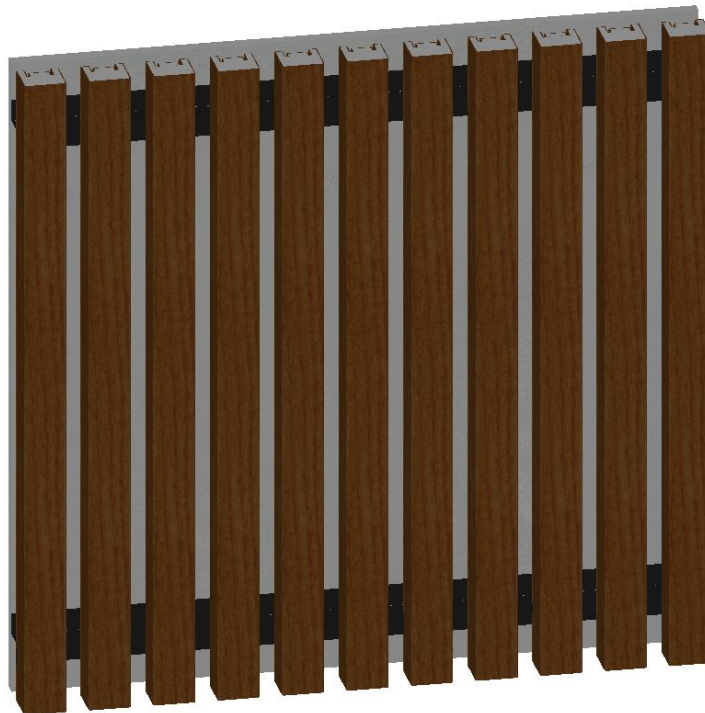
Figur 4.5: Type 4-spilemodul

Produktvariasjoner

Denne spileløsningen kan variere på tilsvarende måter som Type 1 og Type 2.

4.1.5 Type 5: Spiler med kjerne av fibergips

Spiler med kjerne av fibergips og en tynn overflate av trefinér. Denne løsningen leveres ikke som en ferdig modul. Spilene festes derfor enkeltvis til et installasjonssystem, som monteres direkte til bakenforliggende konstruksjon. Figur 4.6 viser en løsning der spilene og installasjonssystemet monteres på en gipsplate. Denne typen spiler anvendes både i vegger og himling. En av hensiktene med kjernen av ubrennbar gips og et tynt trefinérsjikt er å produsere spiler med en redusert andel brennbart materiale, som skal bidra til å oppnå klassifisering B-s1,d0.



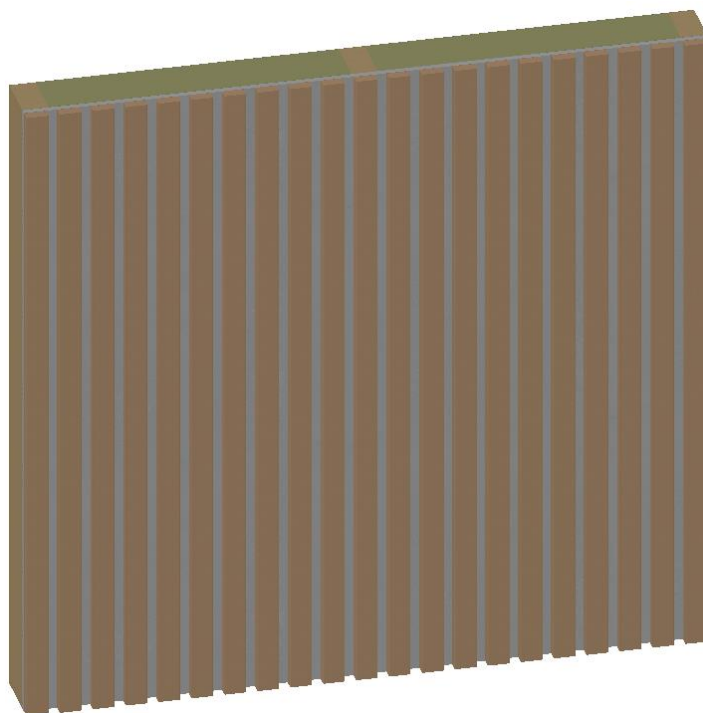
Figur 4.6: Type 5-spiler

Produktvariasjoner

Spilene kan produseres i ulike dimensjoner og utforminger.

4.1.6 Type 6: Spiler montert direkte på fast underlag

Trespiler montert direkte til fast underlagsmateriale, for eksempel gips- eller mineralullsplate. Bruk av ubrennbar gips- eller mineralullsplate bak spilene gir økt beskyttelse mot bakenforliggende konstruksjon sammenlignet med en akustisk duk, men oppnår sjelden like gode lyddempende egenskaper. Trespiler montert på gipsplate med en bakenforliggende bindingsverksvegg er illustrert i Figur 4.7.



Figur 4.7: Type 6-spiler

Produktvariasjoner

Spiledimensjoner, treslag og utforming kan variere på tilsvarende måte som Type 1. Spilene kan være ubehandlet, som Type 1, eller brannbeskyttet på samme måte som Type 2.

4.2 Dokumentasjon

Med utgangspunkt i metoden som ble beskrevet i kapittel 2.2.2 er det innhentet produktdokumentasjon tilknyttet de ulike spileløsningene i kapittel 4.1. Et av formålene med kartleggingsprosessen var å finne tredjepartsdokumentasjon for produktenes egenskaper ved brann, samt beskrivelse av gyldige bruksområder. Aktuelle typer dokumentasjon for å vurdere dette er CPR-sertifikat, klassifiseringsrapporter, prøvingsrapporter og tekniske godkjenninger, se kapittel 3.3.6 og 3.4.6. Gyldige bruksområder innebærer treslag, dimensjoner, montering, hulrom og underlagsmateriale. Noen av dokumentene som ble gitt tilgang på under kartleggingsprosessen omfatter flere av spileløsningene i kapittel 4.1, mens det for andre løsninger ikke ble funnet relevant dokumentasjon. Noen av produktene i kapittel 4.1 er tilgjengelig hos flere aktører på det skandinaviske markedet, der de ulike aktørene i varierende grad har relevant dokumentasjon tilgjengelig. I slike tilfeller ble dokumentasjonen som i størst grad ble vurdert som relevant og i samsvar med Byggevareforordningen prioritert. Av opphavsrettslige hensyn anonymiseres opplysninger som kan relateres til spesifikke produkter og aktører.

Type 1

Det ble ikke funnet noen form for relevant dokumentasjon for Type 1 under kartleggingsprosessen.

Type 2

Brannbeskyttelsen av trematerialene i Type 2 kan utføres gjennom impregnering eller overflatebehandling. Det ble gitt tilgang på et CPR-sertifikat for brannimpregnerte spiler. Sertifikatet er nærmere beskrevet i kapittel 7.2.2. Gyldighetsområdet for klassifiseringen B-s1,d0 er begrenset til ett spesifikt treslag, med fastsatte kriterier for spiledimensjoner, spalteåpning, maksimal luftespalte og underlagsmateriale. Gyldige bruksområder omfatter både montering av spiler direkte på underlag av gipsplater og andre underlagsmaterialer av Euroklasse A1 eller A2-s1,d0, samt montering med hulrom som oppstår ved bruk av brannimpregnerte lekter bak spilene. Sertifikatet for det aktuelle produktet gir blant annet mulighet for å anvende løsningen som illustreres i Figur 4.2. Det ble ikke funnet relevant dokumentasjon for overflatebehandlede spiler med klassifisering B-s1,d0.

Type 3

Nedfôrede himlingssystemer skal dokumenteres ut ifra standardene og kriteriene som ble gjennomgått i kapittel 3.4.3. Det ble ikke funnet relevant dokumentasjon som verifiserer bruk av trespiler i nedfôret himling i henhold til produktstandarden NS-EN 13964.

Type 4

Det ble ikke funnet noen form for relevant dokumentasjon for Type 4 under kartleggingsprosessen.

Type 5

Det ble gitt tilgang på en klassifiseringsrapport for et spileprodukt med kjerne av fibergips. Produktet oppnår klassifiseringen B-s1,d0. I henhold til NS-EN 14190, produktstandarden for behandlede gipsprodukter, plasseres dette produktet i AVCP-system 3, forutsatt at ikke tilsettes brannhemmende midler eller gjøres andre brannbeskyttende tiltak. I dette AVCP-systemet er en klassifiseringsrapport tilstrekkelig tilleggsdokumentasjon, se kapittel 3.4.6. I klassifiseringsrapporten er det kriterier til fibergipskjernens tykkelse og densitet. Underlagsmaterialet må være av Euroklasse A1 eller A2, og panelene kan monteres med hulrom opp til en spesifisert tykkelse mellom spiler og underlagsmateriale. Hulrommet kan også fylles med mineralull. Eksempeloppbygningen i Figur 4.6 er blant de klassifiserte løsningene som kan anvendes.

Type 6

I henhold til CPR-sertifikatet som vurderingen av Type 2 spilemodul var basert på, kan det aktuelle brannimpregnerte spileproduktet monteres direkte på substrat av Euroklasse A1 eller A2-s1,d0. Gyldige bruksområder for dette sertifikatet omfatter derfor også Type 6. Siden kartleggingsprosessen ikke resulterte i relevant dokumentasjon for Type 1 (ubehandlet trevirke), er det heller ikke funnet gyldig dokumentasjon for Type 6 med ubehandlede spiler.

Vurderinger av spileløsninger

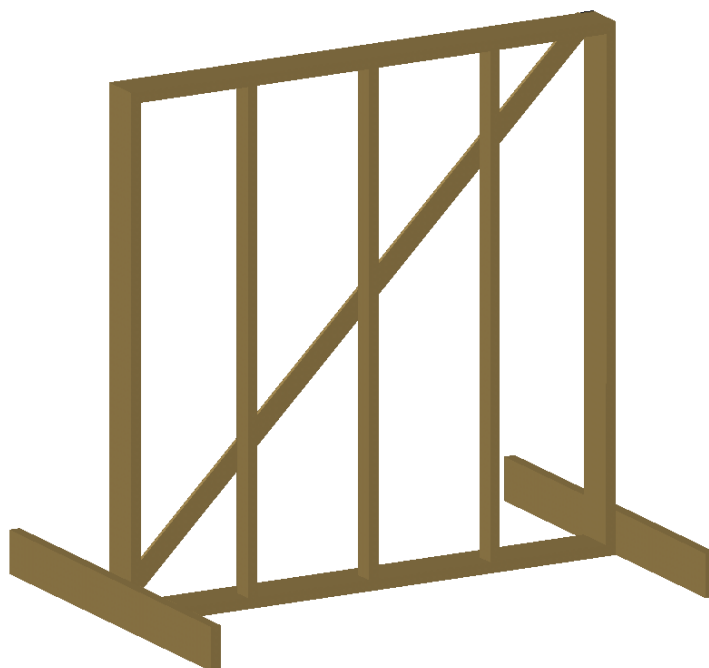
I kapittel 9.5 diskuteres ulike spileløsninger, og det foretas vurderinger av hvordan ulike løsninger kan innvirke på bygningens brannsikkerhetsnivå.

5 Branntesting

I dette kapitlet presenteres resultatene fra den komparative branntestingen av spilevegger. Først beskrives testoppsettet, sammensetninger av prøveelementer og parametere som ble testet. Deretter beskrives testforløpene, kvantifiserbare resultater og observasjoner. Produktnavn og annen informasjon som kan relateres direkte til produkter i prøveelementene anonymiseres.

5.1 Testprosessen

I kapittel 3.5.1 ble SBI-testen beskrevet. Dersom brannprøving ved bruk av denne testmetoden hadde vært mulig, ville dette vært en foretrukket datainnsamlingsmetode. SBI-testen er derimot ikke tilgjengelig i Norge, og var dermed ikke en aktuell testmetode i denne oppgave. Det ble derfor laget et testoppsett som skulle tilnærmes oppsettet under SBI-testen i den grad dette var mulig. Som forberedende arbeid til branntestingen ble det utformet en rammekonstruksjon som skulle benyttes under alle testene. Denne er illustrert i Figur 5.1. Rammekonstruksjon ble bygget av konstruksjonsvirke med dimensjoner 48x198 mm. Som spikerslag for prøveelementene ble det montert tre stendere med dimensjoner 48x98 mm og senteravstand på 600 mm. Rammekonstruksjonen ble benyttet for alle fire testene, mens prøveelementene ble byttet ut mellom hver test. Disse ble montert på fremsiden av rammen under testene. Rammekonstruksjonen ble tilpasset prøveelementer med dimensjoner på 2,4x2,4 m.



Figur 5.1: Rammekonstruksjon

Brannprøvingen ble utført i en testhall med avtrekksvifter i taket. Det var tilnærmet trekkfritt i hallen under testene. Testprosessen ble tilnærmet den standardiserte SBI-testen der dette var mulig, slik at testutførelsen i så stor grad som mulig skulle

tilnærmes forholdene ved en standardisert brannprøvingsmetode. Hver test varte derfor i 20 minutter, og det ble benyttet en propanbrenner som antenneskilde, der varmeeffekten skulle justeres til omtrent 30 kW. Dette skal simulere en brennende gjenstand, for eksempel en papirkurv. Propanbrenneren ble plassert med åpningen 15 cm fra ytterste del av prøveelementene. Senter av åpningen på brenneren var plassert 55 cm over bakken. Åpningen på brenneren ble plassert vinkelrett på prøveelementene.

Brenneren, som inneholdt en dyse med justerbar åpning, ble koblet til en propantank, som var plassert på en vekt. Ved å ta utgangspunkt i en kjent brennverdi for propangass, og måle forbrukt mengde propan over en kjent tidsperiode, kunne den gjennomsnittlige varmeeffekten fra brenneren beregnes. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap har publisert en temaveiledning som blant annet inneholder teknisk data for brensel (DSB, 2019). Nedre brennverdi for propan oppgis som 46,4 MJ/kg = 46,4 kJ/g. For å tilpasse varmeeffekten til ønsket nivå, ble forbrukt propanmengde først målt over korte tidsperioder, med justeringer av dyseåpningen mellom hver tidtaking, frem til ønsket varmeeffekt var oppnådd. Gjennomsnittlig varmeeffekt ble beregnet på følgende måte:

$$\text{Gjennomsnittlig varmeeffekt [kW]} = \frac{\text{Brennverdi}_{\text{propan}} [\text{kJ/g}] * \text{Forbrukt propanmengde [g]}}{\text{Tid [s]}}$$

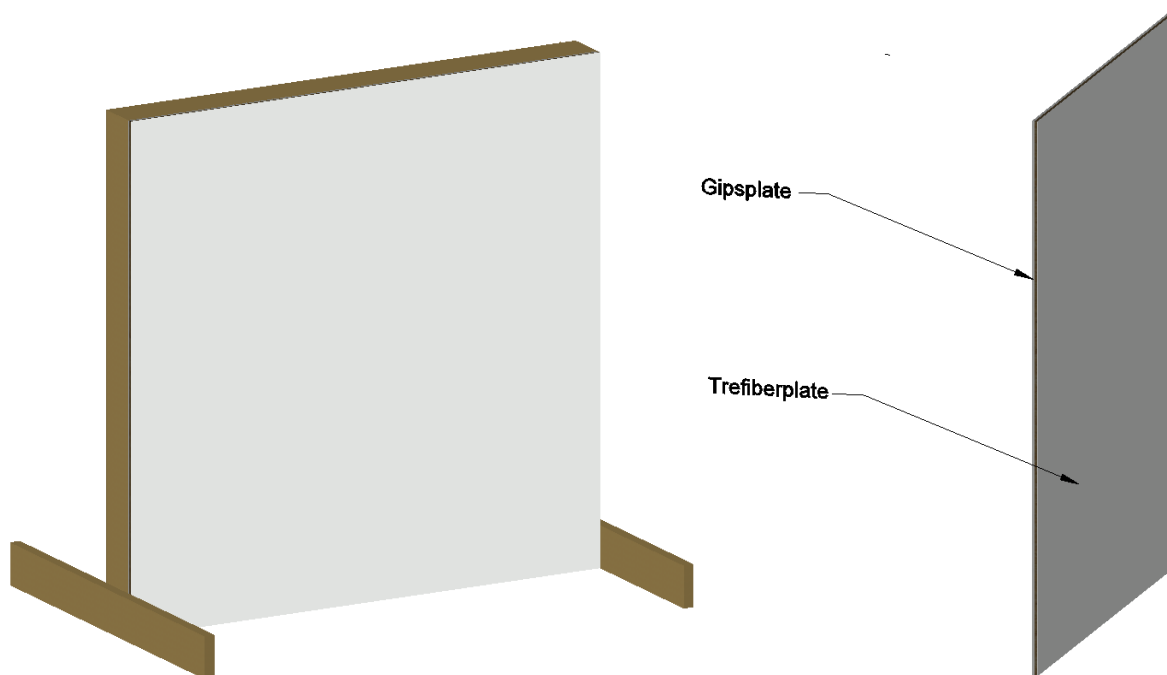
Propantanken ble veid før og etter hver test for å finne mengde propan som ble forbrukt i løpet av testene. Denne verdien ble benyttet for å gjøre mer nøyaktige beregninger av varmeeffekten i etterkant av testene. Forbrukt propanmengde var noe varierende i de ulike testene. Gjennomsnittlig varmeeffekt ble derfor beregnet for hver av de fire testene.

Prøveelementenes sammensetninger

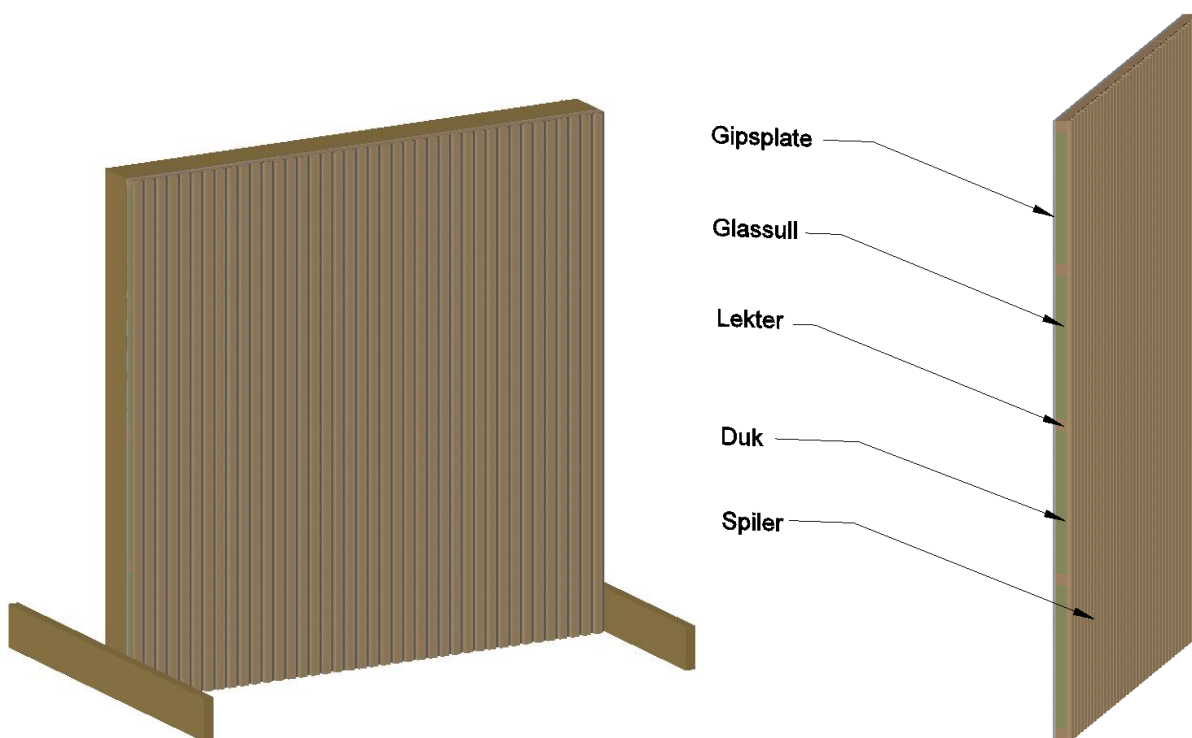
Det ble utført fire tester av elementer med ulike sammensetninger. Det ble først gjennomført en referansetest med brannmalte trefiberplater. Deretter ble det utført tre tester av spilemoduler med ulike underlagsmaterialer og utforminger av hulrom, hvor ulike parametere ble sammenlignet med referansetesten. Alle spilemodulene var identiske, og var sammensatt av brannlakkerte eikespiler, akustisk duk og brannimpregnerte lekter av gran. Tabell 5.1 inneholder en forsøksmatrise med parameterne som ble vurdert for hver test. Figur 5.2, Figur 5.3, Figur 5.4 og Figur 5.5 viser illustrasjoner av prøveelementene.

Tabell 5.1: Forsøksmatrise med prøveelementer, komponenter og kontrollerte parametere

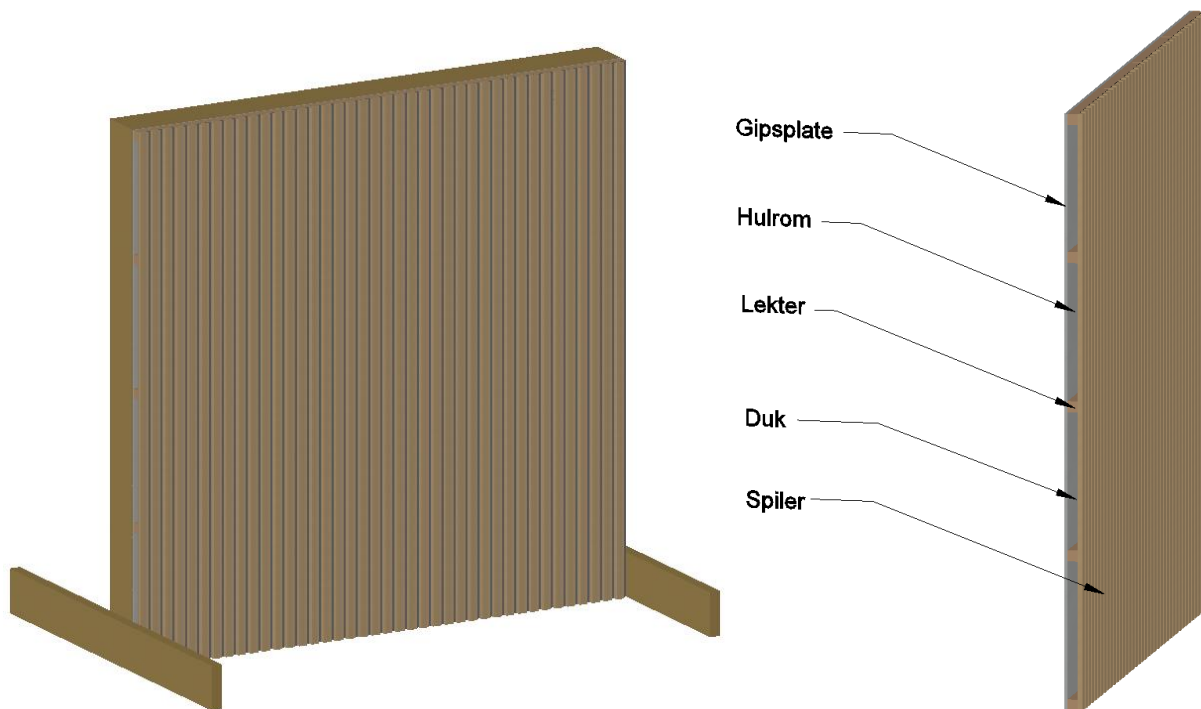
Prøveelement	Komponenter	Parametere			
		Geometri	Isolasjon	Brennbart substrat	Hulrom
1: Brannmalt trefiberplate. Substrat: Gipsplate.	Brannmalt trefiberplate, 11 mm. Gipsplate, 12,5 mm.			Referansetest	
2: Spiler, duk og lekter. Hulrom fylt med glassull. Substrat: Gipsplate.	Spiler, 20x40 mm. Akustisk duk. Lekter, 45x40 mm. Glassull, 50 mm. Gipsplate, 12,5 mm.	X	X		
3: Spiler, duk og lekter med åpent hulrom. Substrat: Gipsplate.	Spiler, 20x40 mm. Akustisk duk. Lekter, 45x40 mm. Gipsplate, 12,5 mm.	X			X
4: Spiler, duk og lekter med åpent hulrom. Substrat: Brannmalt trefiberplate.	Spiler, 20x40 mm. Akustisk duk. Lekter, 45x40 mm. Brannmalt trefiberplate, 11 mm.	X		X	X



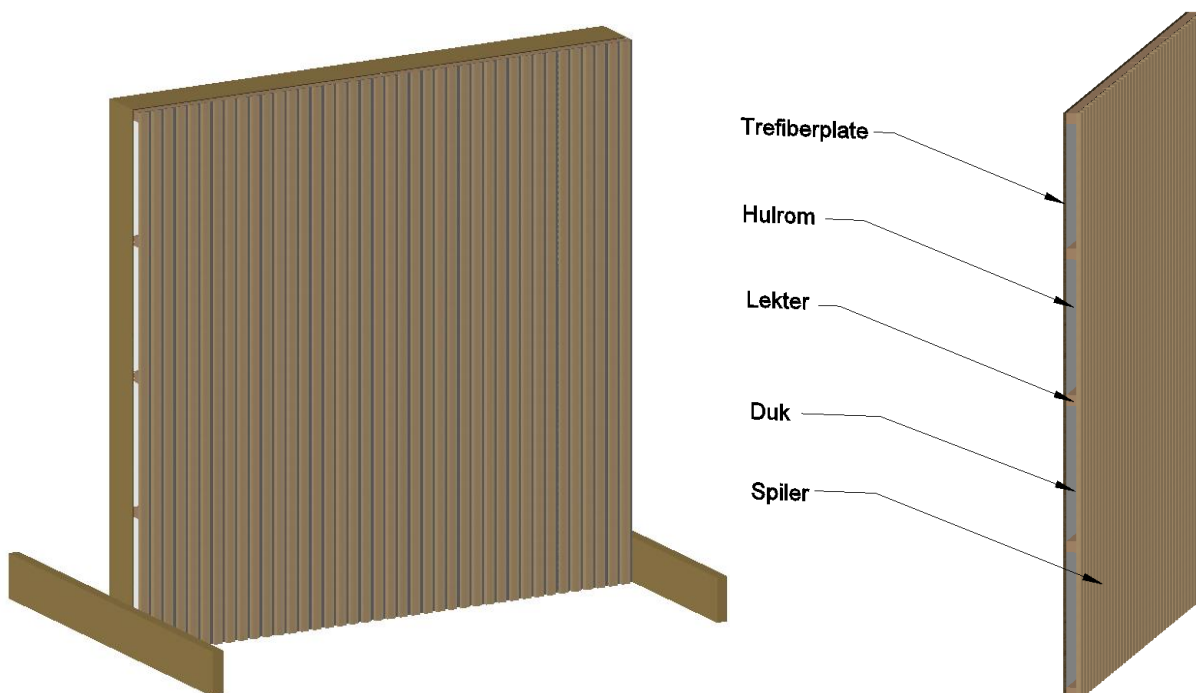
Figur 5.2: Testoppsett 1 (referansetest) med komponenter angitt fra innerst til ytterst



Figur 5.3: Testoppsett 2 med komponenter angitt fra innerst til ytterst



Figur 5.4: Testoppsett 3 med komponenter angitt fra innerst til ytterst



Figur 5.5: Testoppsett 4 med komponenter angitt fra innerst til ytterst

Vurderinger av resultater

Resultatene fra hver test ble kvantifisert ved å måle hvor langt det brenner horisontalt og vertikalt, og ved beregninger av forkullet areal. Horisontal og vertikal brannspredning ble målt som det største lengdemålet av det forkullede arealet i henholdsvis horisontal og vertikal retning. I tillegg ble røykproduksjon, flammehøyde og misfarging av bakenforliggende materialer observert. Hensikten med kvantifiseringen var å oppnå målbare data, for å ha et sammenligningsgrunnlag for testresultatene. Etter testene

kunne det observeres tydelige grenser mellom forkullede spiler og spiler hvor den opprinnelige overflaten var ivaretatt. Det forkullede spilearealet ble beregnet innenfor disse grensene ved bruk av programvaren Bluebeam Revu 2019. Måleverktøyet i programmet ble kalibrert ved å oppgi en kjent dimensjon, som i dette tilfellet var høyden på spilepanelet. Deretter ble det tegnet inn grenselinjer langs ytterkanten av det forkullede området, slik at arealet kunne beregnes. Den samme programvaren ble benyttet for å beregne maksimal flammehøyde. Videoopptakene ble først gjennomgått for å observere maksimal flammehøyde. Deretter ble det tatt et utklippsbilde ved det aktuelle tidspunktet, slik at måleverktøyet i programmet kunne kalibreres. Flammehøyden ble deretter målt fra utklippsbildet. Prinsippet for beregning av forkullet areal og flammehøyde er illustrert i Figur 5.6.



Figur 5.6: Kalibrering, arealberegning og måling av flammehøyde

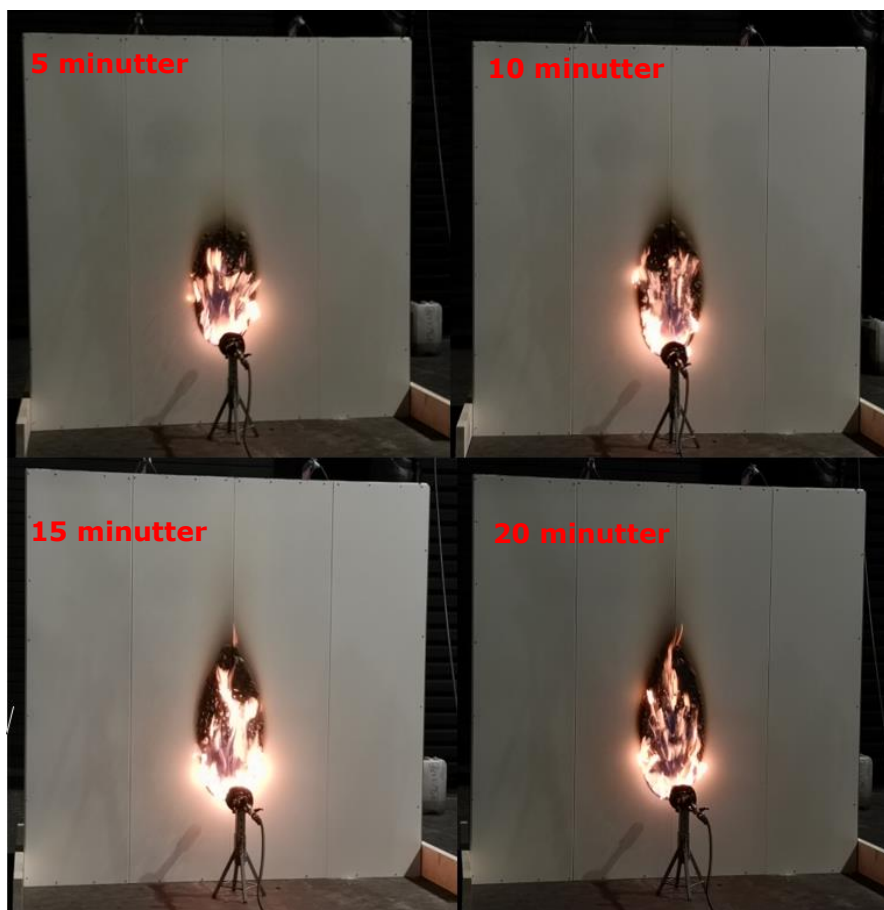
5.2 Referansetest

Prøveelementet bestod av brannmalte trefiberplater montert direkte på gipsplater, se Figur 5.7. Trefiberplaten har et tilhørende CPR-sertifikat som verifiserer ytelse B-s1,d0. Gipsplaten som monteres bak trefiberplaten oppfyller Euroklasse A2-s1,d0, og tilfredsstillende kriteriene til underlagsmateriale i CPR-sertifikatet. I kapittel 3.8.3 ble virkemåten til ulike produkter som brukes til brannbeskyttelse av tre beskrevet. Brannmalingen i referansetesten ekspanderer og skaper et isolerende skumlag ved høy varmepåkjenning.



Figur 5.7: Testoppsett referansetest

Figur 5.8 viser en bildeserie fra testforløpet, med bilder som ble tatt etter 5, 10, 15 og 20 minutter. Prøvematerialet i referansetesten bidro i liten grad til horisontal og vertikal brannspredning. Det forkullede arealet var hovedsakelig begrenset til området i midten, som var direkte eksponert for brenneren. Flammehøyden oversteg ikke det forkullede området. Som bildeserien viser, var utvidelsen av det forkullede arealet svært begrenset gjennom testforløpet.



Figur 5.8: Testforløp i referansetest

Figur 5.9 viser forkullet areal av prøvematerialet etter testen, samt misfarget areal av de bakenforliggende gipsplatene. Det forkullede arealet var 0,95 meter høyt og 0,42 meter på det bredeste. Arealet ble beregnet til 0,33 m².



Figur 5.9: Skadet areal etter referansetest

I etterkant av testene ble det gjort en mer nøyaktig beregning av den gjennomsnittlige varmeeffekten fra brenneren. DSB (2019) oppgir nedre brennverdi for propan som 46,4 MJ/kg = 46,4 kJ/g. Veiing av propanbeholderen før og etter testen viste at forbrukt mengde propan var 900 gram.

Ved en kjent testperiode på 20 minutter kan brennerens gjennomsnittlige varmeeffekt beregnes:

$$\text{Gjennomsnittlig varmeeffekt} = \frac{46,4 \text{ kJ/g} * 900 \text{ g}}{20 * 60 \text{ s}} = 34,8 \text{ kW}$$

5.3 Testing av spilepanel

Spilemodulene som ble testet i test 2, 3 og 4 var identiske, og bestod av brannlakkerte eikespiler, akustisk duk og brannimpregnerte lekter av gran. Spilene er ikke klassifiserte, og det foreligger derfor ingen dokumentasjon som beskriver hvilke ytelser underlagsmaterialet må oppfylle. Den akustiske duken er klassifisert til Euroklasse B-s1,d0. Brannlakken på spilene har som funksjon å skape en beskyttende film, som skal hindre at pyrolysegasser antennes ved overflaten. Spilene var påført et ytre sjikt med en vernelakk, som skulle beskytte den underliggende brannlakken.

5.3.1 Test 2

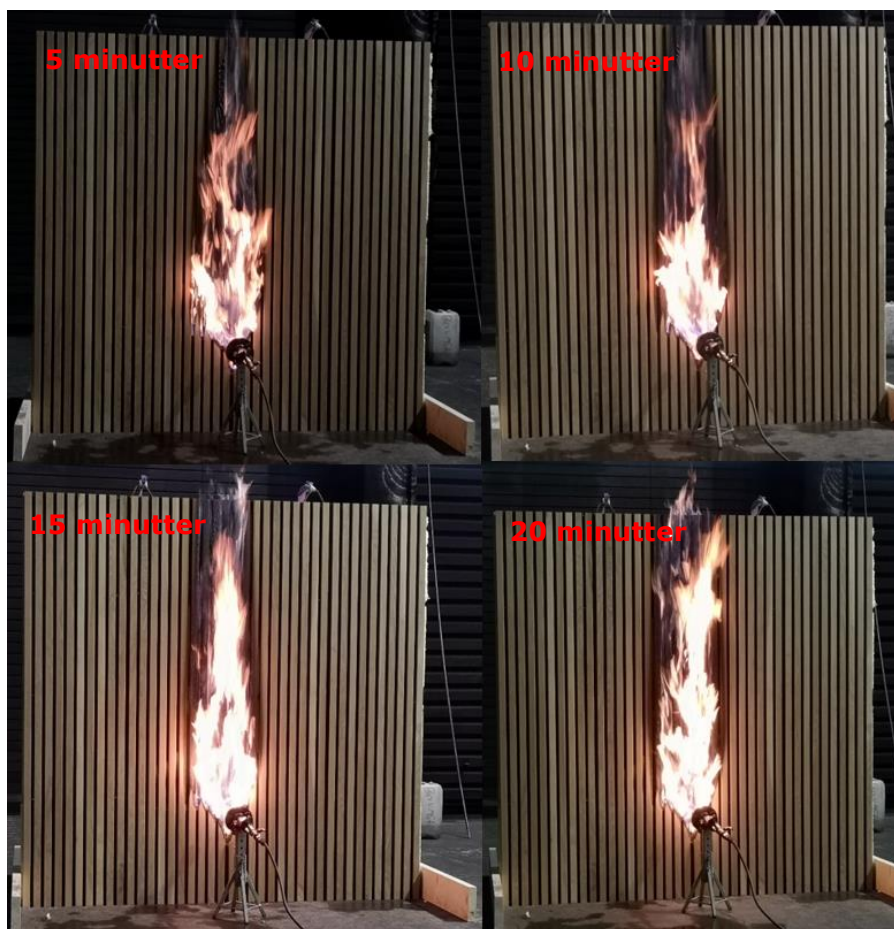
Spilemodulene ble montert på gipsplater, og hulrommet mellom den akustiske duken, lektene og gipsplatene ble fylt med et isolerende, ubrennbart sjikt av glassullplater, se Figur 5.10.



Figur 5.10: Sjiktene i testoppsett 2

Figur 5.11 viser en bildeserie av testforløpet. Etter omtrent 1 minutt startet en jevn oppadrettet utvidelse av det forkullede området. Etter 5 minutter var det forkullede området utvidet til toppen av spilene i midten. Etter 11 minutter oversteg flammehøyden toppen av spilene. Den maksimale flammehøyden ble observert og beregnet etter metoden som ble beskrevet i kapittel 5.1. Denne ble observert etter 20 minutter av testen, og ble målt til 0,32 meter over toppen av spilepanelet. Svak røykutvikling over toppen av flammen kunne også observeres. Den akustiske duken ble raskt gjennombrant i områdene som var direkte eksponert for flammer, men bidro ikke til horisontal

brannspredning. Bredden av det horisontalt forkullede området var tilnærmet uforandret gjennom testforløpet. Høyden av det forkullede arealet var 2,0 meter. I bredden var 9 spiler helt eller delvis forkullet. Horisontal forkulling ble målt til 0,52 meter på det bredeste. Samlet forkullet spileareal ble beregnet til 0,96 m².



Figur 5.11: Testforløp i test 2

Figur 5.12 viser skadet areal av spiler og bakenforliggende sjikt. En av glassullplatene ble delvis fjernet for å synliggjøre misfargingen av gipsplatene.



Figur 5.12: Skadet areal etter test 2

Forbrukt mengde propangass i test 2 var 870 gram. Dette gir følgende gjennomsnittlige varmeeffekt:

$$\text{Gjennomsnittlig varmeeffekt} = \frac{46,4 \text{ kJ/g} * 870 \text{ g}}{20 * 60 \text{ s}} = 33,6 \text{ kW}$$

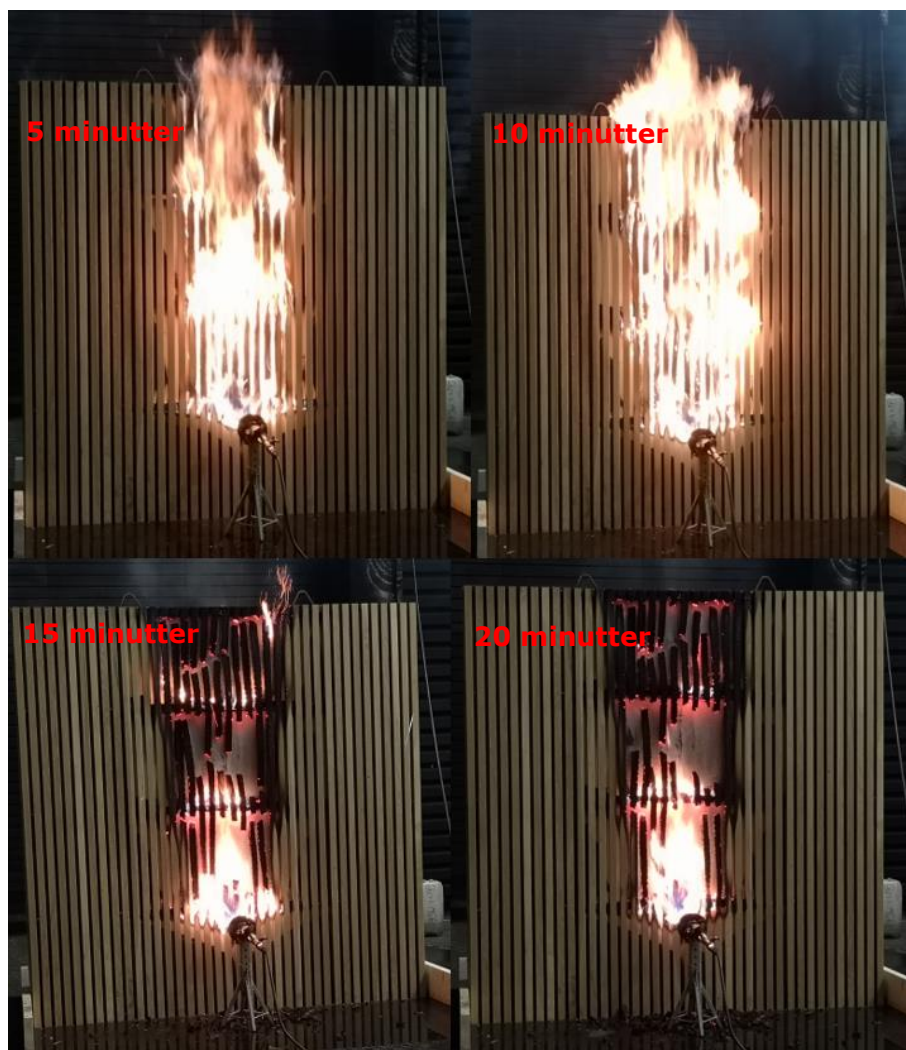
5.3.2 Test 3

Spilemodulene ble montert på gipsplater, med åpent hulrom mellom den akustiske duken, lektene og gipsplatene, se Figur 5.13.



Figur 5.13: Testoppsett 3

Figur 5.14 viser brannutviklingen under testen. Etter 1 minutt kunne det observeres flammer i en bredde som dekker 16 spiler. Samtidig startet en svak røykutvikling fra toppen og øvre del av sidene på spilepanelet. Røykutviklingen fra sidene ble observert frem til 11 minutter var passert, mens røykutviklingen fra toppen av spilepanelet fortsatt gjennom hele testforløpet. Etter 3 minutter kunne forkulling av toppen av spilene i midten observeres. På dette tidspunktet oversteg også flammehøyden toppen av spilepanelet. Den maksimale flammehøyden ble observert etter 11 minutter, og ble beregnet til 0,74 meter over toppkanten av spilepanelet. Flammene over spilepanelet vedvarte frem til 15 minutter av testen var gjennomført. Etter 16 minutter var de synlige flammene hovedsakelig begrenset til nedre halvdel av spilepanelet. Etter 11 minutter var forkullingslaget til spilene i midten dypt nok til at biter av spilene løsnet og falt ut foran panelet. I kapittel 3.5.1 ble kriterier for produksjon av brennende partikler og dråper beskrevet. I denne testen ble det ikke registrert brennende dråper og partikler innen de første 600 sekundene, og spilebitene som løsnet ble samlet i området mellom spilepanelet og brenneren. Den akustiske duken ble raskt brent gjennom i områdene som var direkte eksponert for flammer, men bidro ikke til horisontal brannspredning.



Figur 5.14: Testforløp i test 3

Figur 5.15 viser skadet areal foran og bak prøveelementet. I løpet av testen løsnet store deler av spilene i senter av panelet i en bredde tilsvarende 11 spiler. Bredden av det horisontalt forkullede området dekket 16 spiler på det bredeste, som ble målt til 0,94 meter. Høyden av det forkullede arealet var omtrent 2 meter. Samlet forkullet spileareal ble beregnet til 1,36 m². Gipsplatene var tydelig misfarget bak det forkullede spilearealet. Baksiden av gipsplatene var også tydelig misfarget i området direkte bak brenneren.



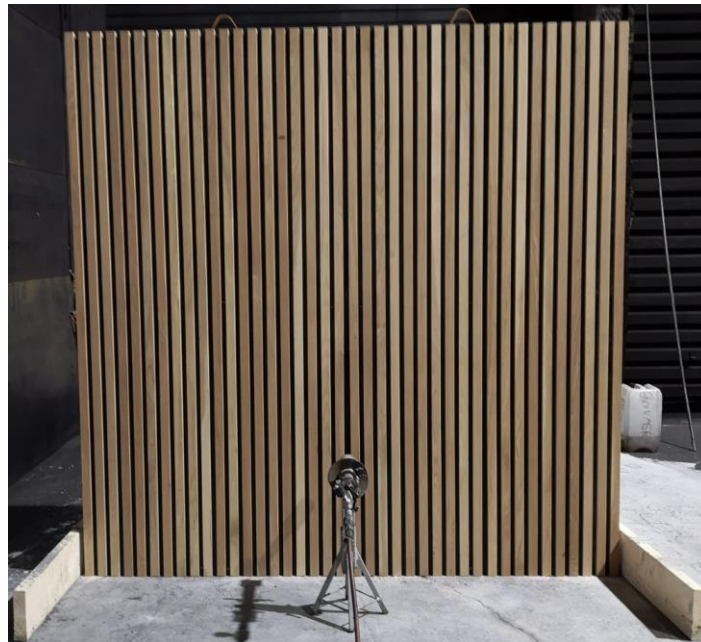
Figur 5.15: Skadet areal etter test 3

Forbrukt mengde propangass i test 2 var 860 gram. Dette gir følgende gjennomsnittlige varmeeffekt:

$$\text{Gjennomsnittlig varmeeffekt} = \frac{46,4 \text{ kJ/g} * 860 \text{ g}}{20 * 60 \text{ s}} = 33,3 \text{ kW}$$

5.3.3 Test 4

Spilemodulene ble montert på brannmalte trefiberplater, med åpent hulrom mellom den akustiske duken, lektene og de brannmalte trefiberplatene, se Figur 5.16. De brannmalte trefiberplatene var av samme type som i referansetesten i kapittel 5.2.



Figur 5.16: Testoppsett 4

Figur 5.17 viser brannutviklingen under testen. Etter 1 minutt dekket flammene en bredde på 16 spiler, samtidig som svak røykutvikling fra toppen og øvre del av sidene på spilepanelet ble observert. Røykutviklingen fra sidene fortsatte frem til 17 minutter av testen var passert, mens røykutviklingen fra toppen av spilepanelet fortsatte gjennom hele testforløpet. Etter 3 minutter var det forkullede området av spilene i midten utvidet

til toppkanten av spilepanelet. Etter 2 minutter og 30 sekunder ble det observert flammer som oversteg toppkanten av spilepanelet. Dette vedvarte resten av testforløpet. Den maksimale flammehøyden ble observert etter 10 minutter, og ble målt til 0,94 meter over toppkanten av spilepanelet. Figur 5.6, som illustrerer fremgangsmåten for målingene, viser målingen av flammehøyde i denne testen. Den akustiske duken ble raskt brent gjennom i områdene som var direkte eksponert for flammer, men bidro ikke til horisontal brannspredning.



Figur 5.17: Testforløp i test 4

Etter 9 minutter av testen ble det observert brannutvikling på baksiden av de brannmalte trefiberplatene, se Figur 5.18. Gjennombrenningen førte til at toppsvillen og stenderne, som ikke var brannbeskyttet, ble involvert i brannutviklingen. Etter 14 minutter hadde brannen spredt seg langs store deler av toppvillen og den midtre stenderen, som høyre del av Figur 5.18 viser. Testen ble likevel holdt i gang etter antennelse av rammkonstruksjonen, slik at brannutviklingen i spilepanelet kunne observeres. Etter at 9 minutter og 45 sekunder var passert, løsnet deler av spilene fra panelet. Denne utviklingen fortsatte ut testforløpet. I kapittel 3.5.1 ble kriterier for produksjon av brennende partikler og dråper beskrevet. I denne testen ble det observert brennende dråper og partikler innen de første 600 sekundene, men disse ble registrert i området

mellom spilepanelet og brenneren. Etter 15 minutter ble det observert brennende spilebiter på utsiden av brenneren.



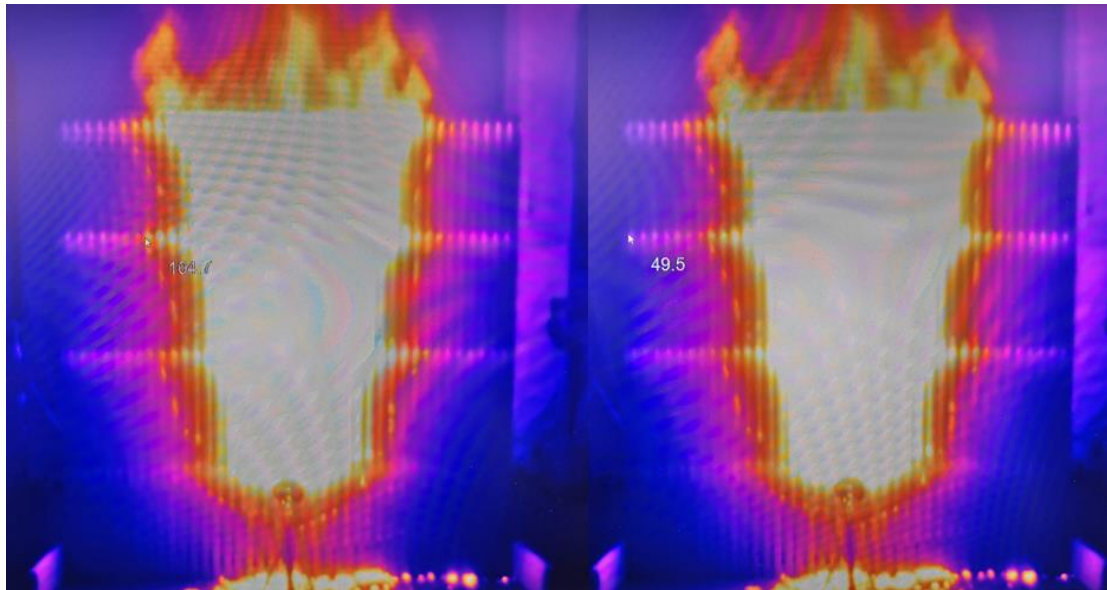
Figur 5.18: Baksiden av prøveelementet etter 9 minutter (venstre) og 14 minutter (høyre)

Figur 5.19 viser skadet areal på fremside av spilepanelet, bak spilepanelet og på baksiden av den brannmalte trefiberplaten etter testen. Den maksimale horisontale brannspredningen ble observert i toppen av spilepanelet, og ble målt til 1,42 meter. Maksimal vertikal brannspredning ble målt til 2 meter, og samlet forkullet spileareal ble beregnet til 1,68 m².



Figur 5.19: Skadet areal på fremside, bak spilepanelet og bakside av substrat etter test 4

Figur 5.20 viser temperaturmålinger fra varmekameraet etter 15 minutter i test 4. Figuren viser temperaturer langs nest øverste lekt. Ytterste punkt på lekten ble målt til 49,5°C, mens den ytterste delen av lekten som var eksponert for flammer ble målt til 104,7°C.



Figur 5.20: Bilder fra varmekamera etter 15 minutter av test 4

Forbrukt mengde propangass i test 2 var 890 gram. Dette gir følgende gjennomsnittlige varmeeffekt:

$$\text{Gjennomsnittlig varmeeffekt} = \frac{46,4 \text{ kJ/g} * 890 \text{ g}}{20 * 60 \text{ s}} = 34,4 \text{ kW}$$

5.4 Oppsummering

Tabell 5.2 viser en oppsummering av de målbare resultatene fra branntestene.

Tabell 5.2: Målbare resultater fra branntestene

	Maksimal horisontal brannspredning	Maksimal vertikal brannspredning	Maksimal flammehøyde	Forkullet areal	Gjennomsnittlig varmeeffekt
Referansetest	0,42 m	0,95 m	Innenfor forkullet område	0,33 m ²	34,8 kW
Test 2	0,52 m	2,0 m	0,32 m over toppkant	0,96 m ²	33,6 kW
Test 3	0,94 m	2,0 m	0,74 m over toppkant	1,36 m ²	33,3 kW
Test 4	1,42 m	2,0 m	0,94 m over toppkant	1,68 m ²	34,4 kW

Figur 5.21, Figur 5.22, Figur 5.23 og Figur 5.24 viser sammenligninger av stillbilder fra testene etter henholdsvis 5, 10, 15 og 20 minutter.



Figur 5.21: Sammenligninger av testene etter 5 minutter



Figur 5.22: Sammenligning av testene etter 10 minutter



Figur 5.23: Sammenligning av testene etter 15 minutter



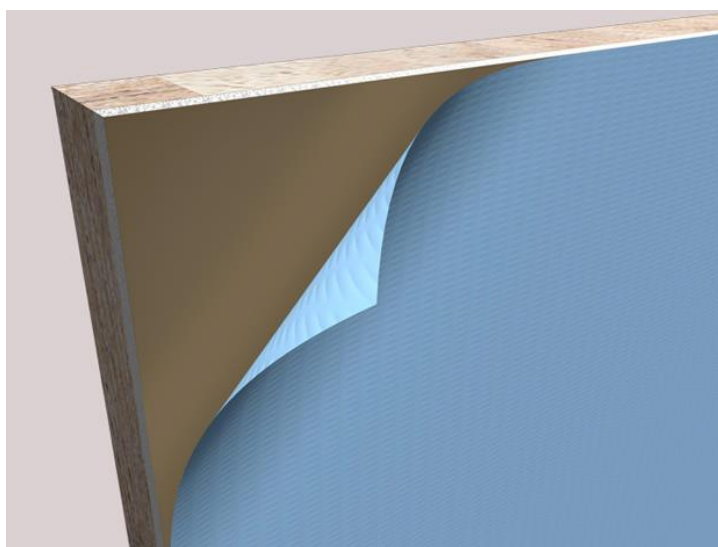
Figur 5.24: Sammenligning av testene etter 20 minutter

6 Tolkninger av regelverket for overflater og kledninger

Byggteknisk forskrift stiller krav til overflater og kledninger i himling og tak for å sikre akseptable forhold tidlig i et brannforløp. Overflatekravet skal begrense muligheten for flammespredning, varmeutvikling, røykproduksjon og produksjon av brennende dråper, mens hensikten med kledningskravet er å sørge for at bakenforliggende brennbart materiale og kledningens bakside beskyttes mot antennelse i minst 10 minutter. Veiledningen til § 11-9 i byggteknisk forskrift gir preaksepterte ytelser for overflater og kledninger. Ved prosjektering av bygg med innvendig spilepanel kan det være utfordrende å definere hva slags byggevare dette er. For å kunne tolke kravene som gjelder for spilepanel, må denne byggevaren defineres på en entydig måte. Regelverket for kledninger og overflater oppfattes av mange som uklart, og det er en pågående diskusjon i bransjen om hvordan dette skal tolkes. I dette kapittelet gjennomgås krav, definisjoner og tolkninger av kledninger og overflater i Byggteknisk forskrift, nasjonale- og europeiske standarder og faglitteratur.

6.1 Byggteknisk forskrift

Innledningen til kapittel 11 i Byggteknisk forskrift definerer hva som menes med begrepene overflate og kledning. Forskriften beskriver overflate slik: «Med overflate menes her det ytterste laget av en bygningsdel (det du kan ta på), for eksempel overflatesjikt som dannes av maling, tapet og tilsvarende» (DiBK, 2017). Overflatens egenskaper avhenger av underlaget den er plassert på, og må derfor sees i sammenheng med denne. Overflaten er illustrert som det blå sjiktet i Figur 6.1.



Figur 6.1: Overflate (DiBK, 2017)

Kledninger defineres slik: «Med kledning menes en byggevare som benyttes innvendig eller utvendig på en vegg eller på undersiden av en etasjeskiller. Kledningsklassen angir kledningens evne til å beskytte sin egen bakside og bakenforliggende materiale mot antennelse». Ved beskrivelse av kledningers ytelser benytter forskriften begrepene

«brannmotstand» og «brannpåvirkning», som angir henholdsvis kledningskravet (K₂10) og egenskaper ved brannpåvirkning (for eksempel A2-s1,d0).

6.2 Klassifiseringsstandarder

Den nasjonale klassifiseringsstandarden, NS 3919, anvender begrepene «kledning», «materiale» og «overflate». Disse defineres slik:

- **Kledning:** Plateprodukt eller panel som utgjør ytterste del av vegg eller nederste del av etasjeskiller, unntatt nedforede himlinger.
- **Materiale:** Homogen substans eller jevnt fordelt blanding, f.eks. metall, stein, tre, betong, mineralull.
- **Overflate:** Ytterste tynne lag av en bygningsdel, herunder overflatemateriale, overflatelag, overflatesjikt, som malingslag, tapet, laminat og tilsvarende.

Ved innføringen av det harmoniserte europeiske klassifiseringssystemet i 2000 forekom det endringer i hvilke begreper og definisjoner som benyttes. I den europeiske klassifiseringsstandarden, NS-EN 13501-2, defineres kledning slik (uoffisiell oversettelse): «Produkt som skal beskytte underliggende bygningsdeler mot skade i løpet av angitt branneksposering». Definisjonen av materiale er tilsvarende som i NS 3919. Definisjonslisten i NS-EN 13501 omfatter ikke begrepet «overflate», slik tilfellet er i den nasjonale klassifiseringsstandarden.

Det europeiske klassifiseringssystemet praktiserer testing som skal tilnærmes den tiltenkte sluttbruken av produktet i så stor grad som mulig. Sluttbruk (end use application) defineres slik (uoffisiell oversettelse): «Reell bruk av et produkt, som samsvarer med alle aspekter som påvirker produktets egenskaper under ulike brannscenarier».

6.3 Litteratur

6.3.1 Utredning fra RISE

RISE Fire Research har, på forespørsel fra DiBK, gjort en utredning der preaksepterte ytelser for kledninger og overflater i VTEK vurderes (Steen-Hansen, 2018a).

Forespørselen fra DiBK inkluderte flere problemstillinger som kan relateres til spilepanel:

- Når har man bare en overflate? Når kan man bruke bare «overflatekravet»?
- Når må det monteres en K₂10-kledning i et rom?
- Hva er spilepanel? Dette er ikke en kledning. Er det da en overflate og er det kun overflatekravet som gjelder? Hvis dette er tilfelle vil det bety at brannmalt/-impregnert treverk i rømningsvei er preakseptert.

Forespørselen om utredningen ble gjort på grunnlag av innspill til direktoratet om at det eksisterte et behov for å tydeliggjøre begrepene kledning og overflate, slik disse er brukt i Veiledningen til byggt teknisk forskrift. I rapporten til RISE trekkes mangelen på en tydelig forklaring av disse begrepene frem som årsaken til at de nevnte problemstillingene oppstår. Hensikten med en kledning brukes som et eksempel på noe som mangler en presis forklaring i VTEK. Som en konsekvens kan det oppstå misoppfatninger om når en kledning bør anvendes. Videre vises det til § 11-9 (2) punkt 1 under overskrift B i VTEK: «Overflater og kledninger er tilfredsstillende når det benyttes produkter med egenskaper som angitt i tabell 1A og 1B, med unntak gitt i nr. 3 og 4». Forskriften sier derimot ikke når det er behov for brannklassifisert kledning.

I VTEK angis det i enkelte tilfeller ytelses som en kombinasjon av brannbeskyttende evne og egenskaper ved brannpåvirkning. Et eksempel på en slik fremstilling er den preaksepterte ytelsen K₂10 B-s1,d0. Utfordringen med denne fremstillingen er at kombinerte klassebetegnelser ikke beskrives direkte i de europeiske klassifiseringsstandardene (Steen-Hansen, 2018a). Hva som er eksakt betydning av en kombinert klassifiseringsbetegnelse nevnes som en detalj som kan tolkes tvetydig. Menes det at klassifiseringen av kledningens overflate skal klassifiseres som B-s1,d0 eller skal kledningen ha gjennomgående egenskaper som tilfredsstillende B-s1,d0?

Overflate og kledning i rømningsvei fremheves som et område som bør vies spesielt stor oppmerksomhet grunnet konsekvensene en brann kan utgjøre. Preakseptert ytelse for overflater på vegger og i himling/tak i rømningsveier er B-s1,d0. Selv om overflatene oppfyller dette kriteriet, bør mengden brennbart materiale i rømningsveier begrenses der en eventuell brann utgjør en trussel (Steen-Hansen, 2018a). Dette ivaretas i VTEK ved at kledning skal oppnå Euroklasse A2-s1,d0 for brannklasse 2 og 3.

Overflaters egenskaper ved brannpåkjenning kan i stor grad påvirkes av underlaget den monteres på. Dersom overflaten plasseres på et underlag med gode isolerende egenskaper, kan varmen fra en brannpåkjenning raskt akkumuleres i overflaten og gi rask flammespredning. I motsatt tilfelle kan varmen ledes bort fra overflaten og begrense flammespredningen og varmeavgivelsen (Steen-Hansen, 2018a).

I utredningen til RISE presenteres eksempler på tilfeller som kan skape forvirring. Ett av eksemplene omhandler tolkninger av preaksepterte ytelses for overflater og kledninger, og bør leses i samsvar med Tabell 3.3:

«Hvis bygningen i stedet er i brannklasse 3 og risikoklasse 5 er kriteriene til overflate i rømningsvei også B-s1,d0, og om det anvendes kledning skal denne være av klasse A2-s1,d0. Hvis det er usikkerhet om hva som er en overflate, kan det føre til at relativt tykke plater anvendes som overflatemateriale, og at mengde brennbart materiale blir større enn det som er akseptabelt.»

Anbefalingen som gis for å tydeliggjøre dette, er at forskriften må inneholde en presisering av hensikten med å anvende brannbeskyttende kledning og i klartekst beskrive hva som menes med kombinerte klassifiseringsbetegnelser for kledninger. I tillegg anbefales det å opplyse om at ytelses i form av kombinert klassifisering bare er relevante der det er behov for å anvende brannbeskyttende kledning, og at det bør anbefales å bruke så tynne overflatematerialer som mulig i rømningsveier med krav til K₂10 A2-s1,d0. Dette begrunnes med at brennbare materialer kan føre til brann- og røykspredning til andre deler av bygget gjennom åpne dører i rømningsveien, dersom brannen i rømningsveien går til overtenning og blir fullt utviklet.

Ved drøfting av problemstillingen om når et materiale kun kan ansees som en overflate, brukes et homogent materiale med 6 mm tykkelse som eksempel. RISE mener dette er en type materiale som skal testes og klassifiseres på underlaget som skal benyttes i praksis. Når det ikke stilles eksplisitte krav om kledning i et område, mener RISE at slike produkter kan ansees som en overflate. Dersom det stilles krav til kledningsklasse i det aktuelle området, skal materialets klassifisering dokumenteres ved å utføre prøving på et underlag som representerer den aktuelle kledningen. For å unngå at dette produktet tilfører uakseptable mengder brennbart materiale, foreslås det at veiledningen inkluderer en anbefaling om å anvende så tynne overflatematerialer som mulig. Det anbefales videre at det fremlegges en tydeligere forklaring av forskjellene mellom overflate og

kledning i brannteknisk betydning, samt å bruke begrepet «brannbeskyttende kledning» når det stilles krav til brannmotstand for en kledning.

Som en del av utredningen har RISE sett på hvordan ytelsene i VTEK kan tolkes med hensyn til bruk av spilepanel. Den store variasjonen av spilepanelers utforming og omfang gjør det krevende å gi en generell beskrivelse av denne byggevaren. Spilepanelets oppbygning og egenskaper påvirker produktets oppførsel ved brann, og det må derfor prøves og klassifiseres med samme utforming og underlag som skal benyttes i praksis. Når det stilles krav til kledning K₂10 må spilepanelet montert på den aktuelle brannbeskyttende kledningen oppfylle kriterier til påkrevd Euroklasse (Steen-Hansen, 2018a). RISE mener det bør utføres en analyse om hvor mye brennbart materiale det er akseptabelt å montere i rømningsveien, og at dette innvirker på hvilken type spilepanel som kan monteres. Videre mener RISE at det ikke er behov for en endring i VTEK med hensyn til krav til spilepanel, men at dette kan brukes som et eksempel på en type overflatemateriale som må testes og klassifiseres på underlaget som skal brukes i praksis.

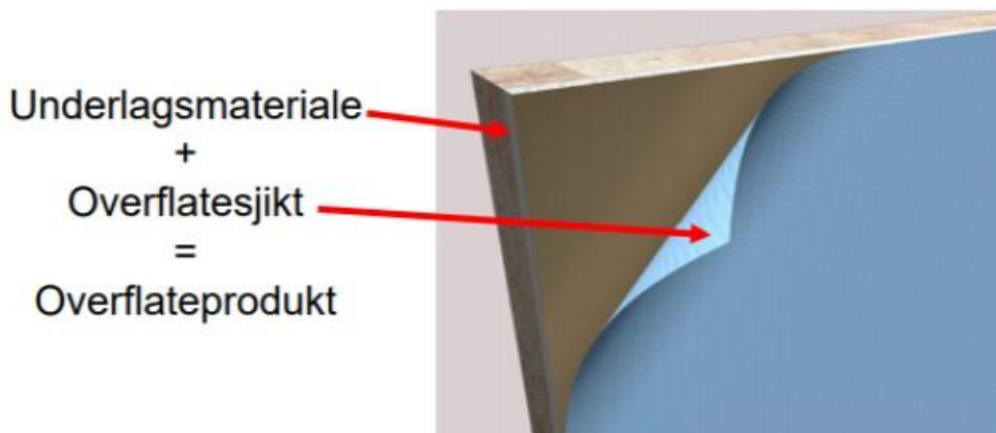
I utredningen fra RISE ble ulike forhold ved brannen i Grenfell Tower i London i 2017 gjennomgått. RISE har gjennomgått resultater fra storskalatester av ulike fasadesystemer som ble utført i ettertid av brannen. Det konkluderes med at det er kombinasjonen av brennbar kledning og isolasjon med hulrom mellom som avgjør brannutviklingen og -spredningen. Det er dermed klassifiseringen av komponentene satt i system som hovedsakelig er av betydning, mens klassifiseringen av overflatene til komponentene hver for seg kan gi mangelfull informasjon om brannegenskapene til systemet som helhet (Steen-Hansen, 2018a).

6.3.2 Høringsnotat DiBK

Direktoratet for byggkvalitet publiserte den 11.04.2018 et høringsnotat med forslag til endringer i veiledningen til TEK17 (DiBK, 2018a). Diskusjonen om branntekniske ytelser for kledninger og overflater foregår blant annet på grunnlag av innspill til direktoratet om at det eksisterte et behov for å tydeliggjøre bruken av disse begrepene i VTEK. Basert på innspillene er det et behov for en oppklaring av når bare overflateklassen gjelder og når det må brukes kledning. Dagens Veiledning til byggteknisk forskrift er en videreføring av kravene som var gitt i Byggeforskrift 1987, og er derfor basert på andre bygningshøyder, byggemetoder, produkter og materialer enn det som er vanlig i dag. Forskjellen er at dagens forskrift angir ytelser ved bruk av felles europeiske klasser for kledninger og overflater, mens de gamle nasjonale klassene gradvis fases ut.

I høringsnotatet presiserer DiBK definisjonen av overflater ved å benytte begrepene «overflateprodukt» og «overflatesjikt»:

- **Overflateprodukt:** «Et produkt (materiale, en del eller en komponent) som utgjør den synlige eller eksponerte overflaten på vegg, himling, tak, gulv eller i hulrom». Kledning og golvbelegg listes opp som eksempler på slike produkter, se Figur 6.2.
- **Overflatesjikt:** «Det ytterste laget av et produkt til byggverk (det du kan ta på), for eksempel et sjikt som dannes av maling, tapet, en tynn kledning eller tilsvarende.»



Figur 6.2: Overflateprodukt (Steen-Hansen, 2018b)

Euroklassen gjelder da for et overflateprodukt med det overflatesjiktet som ble benyttet under klassifiseringen. Som Figur 6.2, omfatter et overflateprodukt både det ytterste tynne laget av en bygningsdel og substratet, og det er ingen begrensninger for type eller tykkelse av substratet. Videre gis det en beskrivelse bygningselementer og -moduler (DiBK, 2018a):

«Fabrikkmessig framstilte bygningselementer eller -moduler kan også være produkter. Disse vil vanligvis være sammensatt av mange ulike komponenter (delprodukter) som hver for seg må ha dokumenterte egenskaper ved brannpåvirkning.»

Kriteriene for klassifisering etter NS-EN 13501 presiseres også i høringsnotatet:

«Prøving som gir grunnlag for klassifisering av et produkt, skal simulere produktets sluttbruk i byggverket. Sluttbruken defineres i hovedsak av orienteringen av produktet, og plasseringen i forhold til andre tilstøtende produkter (underlag, innfesting mv.). Dersom et produkt brukes på forskjellige måter, kan produktet ha ulike klassifiseringer avhengig av bruken.»

Begrepet «brannbeskyttende kledning», som i utredningen fra RISE ble anbefalt å innføre i VTEK, er også benyttet i høringsnotatet. Begrepet brukes om kledning som skal oppfylle K₂10-kravet, slik det ble anbefalt i utredningen til RISE. Det ble listet opp fire eksempler som skal tydeliggjøre når det er behov for brannbeskyttende kledning, og når de preaksepterte ytelsene for en slik kledning gjelder (DiBK, 2018a):

1. *«Det er ikke behov for en brannbeskyttende kledning der bygningsdelen i seg selv oppfyller kriteriene for kledning. Eksempler på slike bygningsdeler er murte eller støpte vegger. Disse er ubrennbare og trenger ingen brannbeskyttende kledning.»*
2. *«Dersom det er ønskelig å montere en innvendig kledning på en murt eller støpt vegg, trenger denne kledningen ikke være klassifisert som brannbeskyttende kledning. Det kan benyttes en kledning (et overflateprodukt) som oppfyller den nødvendige euroklassen. Det kan også påføres en overflatebehandling (et overflatesjikt) som er klassifisert på det aktuelle underlaget. For eksempel i en rømningsvei må klasse B-s1,d0 være oppfylt.»*

3. «Massivtrevegger oppfyller kriteriene for klasse K₂₁₀. Dersom det benyttes massivtrevegger der euroklassen må være bedre enn D-s₂,d₀, må imidlertid veggens beskyttes slik at den oppfyller nødvendig klasse. Det kan benyttes en kledning (et overflateprodukt) som oppfyller den nødvendige euroklassen. Det kan også påføres en overflatebehandling (et overflatesjikt) som er klassifisert på det aktuelle underlaget. For eksempel i en rømningsvei må klasse B-s₁,d₀ være oppfylt.»
4. «Alle sandwichelementer har en form for kledning, enten stålplate, gips eller annet plateprodukt. Et sandwichelement er imidlertid et produkt som skal prøves og klassifiseres som en enhet. Kledningen som er benyttet trenger ikke være klassifisert som brannbeskyttende kledning. Veiledningen til TEK sier imidlertid at sandwichelementer som ikke tilfredsstiller klasse A2-s₁,d₀ [ubrennbar/begrenset brennbar] må ha brannbeskyttende kledning K₂₁₀ A2-s₁,d₀ [K1-A] mot rømningsveier. Sandwichelementer med brennbar isolasjon kan brukes preakseptert i samsvar med veil. til § 11-9 annet ledd.»

Endringsforslagene er ikke innført i VTEK pr. 11.06.2020. Dette høringsnotatet har vært grunnlag for en pågående diskusjon, og flere mener at det er manglende samsvar mellom endringsforslagene og intensjonen til kravene i TEK. Dette er nærmere diskutert i kapittel 9.6.

6.3.3 Byggforskserien

Eksempel 2 og 3 i høringsnotatet til DiBK åpner for bruk av brannbeskyttede trebaserte produkter som overflateprodukt i rømningsveier, se kapittel 6.3.2. En tilsvarende tolkning er gjort i byggforskblad 543.613 om nedførede himlinger: «Noen typer trepanel kan leveres brannimpregnert med klassifisering B-s₁,d₀ (In 1), og kan i så fall også benyttes i rømningsveier i alle bygninger» (Byggforsk, 2018).

I byggforskblad 321.022: Oversikt over krav og løsninger ved brannteknisk prosjektering av bygninger, er regelverket derimot tolket slik: «I rømningsveier må vegger og himlinger ha overflate i klasse B-s₁,d₀ eller bedre. I bygninger i brannklasse 2 og 3 skal det i tillegg være et underlag av ubrennbar eller begrenset brennbar materiale, for eksempel kledning i klasse K₂₁₀ A2-s₁,d₀» (Byggforsk, 2017b).

6.3.4 Regelverk i andre land

I dette delkapittelet gjennomgås ytelseskriterier for overflater og kledninger i byggeforskriftene i Tyskland og Sverige, samt en utredning med tolkninger av det svenske regelverket for overflater og kledninger. Det svenske og tyske regelverket inneholder ulike ytelseskriterier for overflater og kledninger, og har ulik aksept for bruk av trematerialer i rømningsvei. Hensikten med dette delkapittelet er derfor å danne et referanse- og sammenligningsgrunnlag for ulike tolkninger av preaksepterte ytelser for overflater og kledninger i VTEK. Det tas forbehold om at andre land kan ha ulik byggepraksis enn Norge, og at andre regler, begreper og tolkninger kan anvendes.

Byggeregler i Tyskland

I det tyske regelverket stilles det krav til at kledninger, puss, himlinger og isolasjon i rømningsveier skal være ubrennbar, som betyr klasse A2-s₁,d₀ (DIBt, 2016). Dersom det brukes brannskillende bygningsdeler av brennbar materiale, må disse dekkes av en ubrennbar kledning med klasse A2-s₁,d₀. I den tyske byggeforskriften presiseres det at dette kravet kan oppfylles ved bruk av gipsplater med minimum 12,5 mm tykkelse. Krav

om kledningsklasse K₂10 er ikke beskrevet eksplisitt, men det er aksept for at gipsplater oppfyller dette kravet. For høyere bygg med en høyere brannklasse stiller forskriften krav til strengere kledningsklasser, for eksempel K₂60. I Tyskland er det dermed krav til A2-s1,d0 for alle overflater i rømningsvei, og det stilles i tillegg krav til brannbeskyttende kledning, for eksempel K₂10 A2-s1,d0, ved bruk brannskiller med brennbare materialer (DIBt, 2016).

Byggeregler i Sverige

I Sverige er byggeregler uttrykt som funksjonskrav, som kan oppfylles ved forenklet eller analytisk dimensjonering. Forenklet dimensjonering består av preaksepterte løsninger, mens analytisk dimensjonering må anvendes dersom det gjøres fravik fra forenklet dimensjonering. De svenske byggereglene er gitt i «Boverketets byggeregler – föreskrifter och allmänna råd, BBR» (Boverket, 2011). Bygninger deles inn i aktivitetsklasser (verksamhetsklasser) og bygningsklasser (byggnadsklasser), som tilsvarer risikoklasser og brannklasser i Byggteknisk forskrift. Boverket skiller mellom de fire bygningsklassene Br0, Br1, Br2 og Br3, der Br0 er klassen hvor det stilles strengest krav.

I kapittel 5.52 i Boverket, er det gitt ytelseskriterier for overflater og kledninger. Materialer med lavere klassifisering enn D-s2,d0 skal beskyttes mot brannpåvirkning under brannens tidlige fase, slik at tilsvarende brannsikkerhet som ved bruk av overflater med klassifisering D-s2,d0 oppnås. For boliger i aktivitetsklasse 3 og boliger og lokaler i aktivitetsklasse 4 og 5, bør materialer som brennbar isolasjon og trebaserte plater beskyttes med en kledning i klasse K₂10/B-s1,d0. Utenom rømningsveier og særskilte lokaler, gir Boverket følgende retningslinjer for det synlige ytre sjiktet (uoffisiell oversettelse):

- *«I bygningsklasse Br1 bør takflater ha overflater av klasse B-s1,d0, festet på et materiale av A2-s1,d0 eller på kledning i klasse K₂10/B-s1,d0. Veggflater bør ha overflater av minst brannteknisk klasse C-s2,d0.*
- *I bygningsklasse Br2 bør takflater ha overflater av minst klasse C-s2,d0, festet på materiale av A2-s1,d0, eller på kledning i brannteknisk klasse K₂10/B-s1,d0. Veggflater bør ha overflater av minst brannteknisk klasse D-s2,d0.*
- *I bygningsklasse Br3 bør tak- og veggflater ha overflater av minst brannteknisk klasse D-s2,d0.»*

Kapittel 5:522 i Boverket (2011) inneholder retningslinjer for vegger og tak i rømningsveier (uoffisiell oversettelse):

«I bygninger i klasse Br1 og Br2 bør takflater og veggflater i rømningsveier ha overflater av minst brannteknisk klasse B-s1,d0. Overflater bør festes på et materiale i brannteknisk klasse A2-s1,d0 eller på kledning som minst har klasse K₂10/B-s1,d0. I bygninger i klasse Br3 bør takflater og veggflater ha følgende overflater:

- *Rømningsveier i aktivitetsklasse 4 og 5A bør ha overflater av klasse B-s1,d0 på takflater og minst klasse C-s2,d0 på veggflater. Overflaten bør festes på materiale av A2-s1,d0 eller på kledning i klasse K₂10/B-s1,d0.*
- *Rømningsveier som er felles for to eller flere bolig- eller kontorleiligheter bør ha overflater av klasse B-s1,d0 på takflater og minst klasse C-s2,d0 på veggflater.*
- *Rømningsveier fra lokaler i aktivitetsklasse 6 skal ha tak- og veggflater med overflater av klasse B-s1,d0 festet til materiale av A2-s1,d0 eller til kledning i klasse K₂10/B-s1,d0.»*

Tolkninger av krav til kledninger og overflater i de svenske byggereglene

SP, Sveriges tekniske forskningsinstitut, gjorde i 2014 en utredning som omhandlet tolkninger av kravene til overflater og kledninger i den svenske byggeforskriften (Winberg og Boström, 2014). Problemstillingen omhandler hovedsakelig kravet til K₂10/B-s1,d0, og hvordan dette kan oppfylles i praksis. Bakgrunnen for utredningen var at mange opplevde grensen for hva som regnes som kledning og overflate som komplisert, spesielt når det gjelder trebaserte plater med brannbeskyttende maling. Den branntekniske betydningen av begrepene overflate og kledning defineres slik:

- **Kledning:** Sjøkt som er fast på et materiale og som bedømmes etter dets evne til å hindre eller forsinke antenning av det brennbare materialet ved brann.
- **Overflate:** Ytre del av en bygningsdel, fast innredning eller kledning som kan bli utsatt for brannpåvirkning i et tidlig stadium av en brann.

Med henvisning til kravene for rømningsveier, som er gjengitt tidligere i dette delkapittelet, lister Winberg og Boström (2014) opp noen eksempler på løsninger som oppfyller disse (uoffisiell oversettelse):

- «Overflater er som definert over et tynt materialsjøkt ytterst på konstruksjonen. En gipsplate på bindingsverksvegg med tapet oppfyller klasse C-s2,d0. Gipsplaten i seg selv oppfyller klasse A2-s1,d0 og regnes i dette tilfellet som kledning, mens tapetet er overflatesjøkt.»
- «En ubehandlet gipsplate på en bindingsverksvegg oppfyller kravene for en rømningsvei i bygningsklasse Br1 og Br2, ettersom gipsplaten (kledning) oppfyller klasse A2-s1,d0. Det ytterste laget av gipsplaten regnes i dette tilfellet som et overflatesjøkt og oppfyller dermed også kravene.»

Winberg og Boström (2014) fremhever grensesnittet mellom kledning og overflate som spesielt utfordrende når det er snakk om brannbeskyttet trepanel. Videre diskuteres to alternative tolkninger av kravet til klasse K₂10/B-s1,d0, der alternativ 1 skiller mellom Euroklassen til overflatesjøktet og kledningen, mens alternativ 2 vurderer disse som ett sammensatt system. Konklusjonen var at funksjonskravene i regelverket bør tolkes som i alternativ 2. Ifølge Winberg og Boström (2014), bør trepanel med brannbeskyttende maling dermed regnes som ett produkt som til sammen gir klasse K₂10/B-s1,d0, såfremt den aktuelle kombinasjonen godkjennes gjennom påkrevd branntesting. Det presiseres at kravet på K₂10/B-s1,d0 innebærer at kledningen skal oppfylle kriteriene for både K₂10 og B-s1,d0. Denne tolkningen åpner ifølge Winberg og Boström (2014) for bruk av treplater med brannbeskyttende maling i rømningsveier i bygningsklassene Br1 og Br2. Det fremheves som viktig at branntestingen utføres på den måten det endelige produktet brukes, og at produsentens instruksjoner om lagtykkelse og påføring av malingen følges.

Winberg og Boström (2014) påpekte at dersom en stor andel brannmalte treplater benyttes i en bygning, vil det resultere i en betydelig økning i den spesifikke brannenergien, noe som igjen kan føre til økte krav til brannteknisk klasse for branncelleskillende og bærende bygningsdeler. For å ta hensyn til kledninger og overflaters påvirkning på den senere delen av et brannforløp, henvises det til Boverket kapittel 5:531. Dette kapittelet inneholder en tabell som viser preaksepterte branntekniske klasser for branntekniske bygningsdeler, som avhenger av spesifikk brannenergi.

7 Casestudie

I dette kapitlet er det gjennomført vurderinger av produktdokumentasjonen tilknyttet ulike spileløsninger fra fire reelle byggeprosjekter. Vurderingene er utført som dokumentstudier av det tilgjengelige dokumentasjonsgrunnlaget. Dokumentasjon som er relatert til spilene kommer fra tre ulike aktører, mens dokumentasjonen av de akustiske dukene tilhører to ulike produsenter. Denne casestudien gir en indikasjon på hvilken type produktdokumentasjon som ofte må tas stilling til i en byggeprosess. På grunn av opphavsrettslige hensyn og vurdering av prosjektsensitive opplysninger, anonymiseres all informasjon som kan relateres til spesifikke produkter, prosjekter og aktører. Samlingen av produktdokumentasjon for de ulike prosjektene navnettes derfor som «Case» etterfulgt av et nummer.

7.1 Vurderingskriterier for dokumentasjon

Vurderingen av produktdokumentasjonen gjøres opp mot kravene som stilles i Byggevareforordningen og DOK. Som beskrevet i kapittel 3.3, avhenger dokumentasjonen som kreves av om produktet er omfattet av en harmonisert produktstandard. Trespiler er i motsetning til akustiske duker omfattet av en harmonisert produktstandard. Det stilles derfor ulike krav til produktdokumentasjon for disse to komponentene.

7.1.1 Trespiler

Relevante egenskaper og egnede prøvingsmetoder for spiler av heltre er gitt i den harmoniserte produktstandarden NS-EN 14915. I henhold til Byggevareforordningen er derfor CE-merking og ytelseserklæring obligatorisk for spilene. I alle casene som er gjennomgått i dette dokumentstudiet er det benyttet brannbeskyttede spiler med formål om å oppnå klassifisering B-s1,d0. NS-EN 14915 plasserer slike produkter i **AVCP-system 1**. Det kreves dermed et CPR-sertifikat fra et akkreditert produktsertifiseringsorgan for å bekrefte samsvar med forutsatt ytelse. For å undersøke om krav til produktdokumentasjon i Byggevareforordningen er oppfylt, kontrolleres dokumentasjonen for spiler opp mot en sjekkliste:

1. Det må finnes en ytelseserklæring (DoP) for produktet. I Norge kan denne skrives på norsk, svensk eller dansk. Oppsettet må følge fastlagt mal, som beskrevet i kapittel 3.3.1.
2. Det må være utstedt et CPR-sertifikat fra et akkreditert tredjepartsorgan.
3. Ytelseserklæringen og CPR-sertifikatet må gjelde for det aktuelle produktet. Dokumentasjonen må gjelde for brannbeskyttede spiler som et sammensatt produkt, og ikke for spiler eller brannhemmende kjemikalier hver for seg.
4. Det må finnes nødvendige bruks- og monteringsanvisninger og sikkerhetsinformasjon for produktet. Disse kan være på norsk, svensk eller dansk.

**Obligatorisk dokumentasjon for
brannbeskyttede spiler er DoP fra produsenten
og CPR-sertifikat fra et akkreditert
tredjepartsorgan**

7.1.2 Akustisk duk

EU-Kommisjonens NANDO-base inneholder ingen harmonisert produktstandard for akustikkduker som benyttes i spilemoduler. Kapittel III, Krav til byggevarer som ikke er CE-merket, i DOK må derfor følges. Produktets egenskaper ved brannpåvirkning er en vesentlig egenskap, og må dokumenteres for å vurdere byggevarens egnethet til bruk i byggverk. I tredje ledd § 12 i DOK stilles det krav til at dette skal dokumenteres i henhold til en tilfredsstillende teknisk spesifikasjon, som eksempelvis kan være en gyldig nasjonal klassifiseringsstandard eller en teknisk godkjenning fra et anerkjent organ i EØS-området.

EU-kommisjonens NANDO-base inneholder ingen konkret fastsettelse av gjeldende AVCP-system for akustiske duker. Ut ifra veiledningen til tredje ledd § 12 i DOK, kan dette betegnes som et tvisttilfelle. AVCP-system for tilsvarende og sammenlignbare CE-merkede byggevarer skal da brukes som utgangspunkt for vurderingen. EU-kommisjonens fire kriterier for bestemmelse av AVCP-system, som ble listet opp i kapittel 3.3.4, er da grunnlaget direktoratet benytter for å avgjøre gjeldende system i tvisttilfeller.

Den tilgjengelige dokumentasjonen i Case 2 inkluderer en teknisk godkjenning fra et anerkjent organ for den akustiske duken. Denne tilfredsstiller dermed kravene til en teknisk spesifikasjon i DOK. Kriteriene for vurdering og verifikasjon i den tekniske godkjenningen innebærer produksjonskontroll minst en gang i året, innledende prøving av byggevaren og ytterligere prøving av stikkprøver. Det oppgis at alle de nevnte prøvingene og kontrollene skal utføres ved tredjepartsinspeksjon. I henhold til kriterier for ulike AVCP-system i Tabell 1 i veiledning til første ledd § 12 i DOK, samsvarer disse kriteriene for kontroll og prøving av byggevaren med **AVCP-system 1**. Dette resulterer i følgende sjekkliste for akustikkduken:

1. Det må finnes produktdokumentasjon for det aktuelle produktet. Denne skal gi nødvendig informasjon om produsent, byggevaren, egenskaper og anvendt teknisk spesifikasjon. I den tekniske spesifikasjonen må det komme frem hvilket tredjepartsorgan som har utført vurderingen og hvilke oppgaver som er utført.
2. Det må finnes nødvendige bruks- og monteringsanvisninger og sikkerhetsinformasjon for produktet. I henhold til DOK § 13 må disse være på norsk, svensk eller dansk.
3. Det må være utstedt et produktsertifikat eller en teknisk godkjenning for den akustiske duken. En teknisk godkjenning kan også dekke behovet for dokumentasjonen i punkt 1 og 2 (Byggforsk, 2016).

**Obligatorisk dokumentasjon for akustisk duk er
produktokumentasjon og produktsertifikat,
eller teknisk godkjenning fra et akkreditert
tredjepartsorgan**

7.2 Dokumentstudie

For hver case gjøres det en vurdering av tilgjengelig dokumentasjon. Dette innebærer dokumentasjonen som fulgte med byggevarer i det aktuelle prosjektet.

Bakgrunnsinformasjonen for dokumentstudiet er samlet i Tabell 7.1.

Tabell 7.1: Bakgrunnsinformasjon for dokumentstudiet

Nr.	Beskrivelse av byggevarer	Klassifisering som skal oppfylles	Tilgjengelig dokumentasjon
Case 1	Spiler med brannhemmende lakk og akustisk duk	Spiler: B-s1,d0 Duk: A1	Klassifiseringsrapport for panel påført lakk, bruksanvisning for lakk og produktdatablad for duk
Case 2	Brannimpregnerte spiler og akustisk duk	Spiler: B-s1,d0 Duk: B-s1,d0	DoP for spilepanel, CPR-sertifikat for spilepanel og teknisk godkjenning for duk
Case 3	Brannimpregnerte spiler og akustisk duk	Spiler: B-s1,d0 Duk: B-s1,d0	DoP for spilepanel, CPR-sertifikat for spilepanel og klassifiseringsrapport for duk
Case 4	Brannbeskyttede spiler og akustisk duk	Spiler: B-s1,d0 Duk: B-s1,d0	Sikkerhetsinformasjon og informasjonsbrosjyre

For hver case er vurderingene gjort ut ifra den tilgjengelige dokumentasjonen. I noen av casene var deler av den obligatoriske dokumentasjonen manglende eller utilgjengelig. Det tas forbehold om at produsenten kan ha denne dokumentasjon tilgjengelig, men at den ikke var en del av vurderingsgrunnlaget som fulgte med byggevarer.

7.2.1 Case 1

En godkjent klassifisering gjelder overflatematerialet påført aktuelt underlag. Det selges i dag maling og lakk som brukes til brannhemmende overflatebehandling av trevirke, hvor det i produktinformasjonen hevdes at malingen/lakken oppnår klassifisering B-s1,d0. Dette er tilfellet i bruksanvisningen for den brannhemmende lakken i Case 1. Dette er et avvik fra veiledning til annet ledd bokstav A i § 11-9 i TEK17, som presiserer at klassifiseringen gjelder for det endelige produktet, altså kombinasjonen av overflaten og underlaget.

En godkjent klassifisering gjelder for produktet i sluttbrukstilstanden. Brannegenskapene til spilepanel dokumenteres i mange tilfeller ved rapporter eller sertifikater som viser til testing av panel eller plater med en glatt, heldekkende overflate. I Case 1 er spilene

dokumentert ved bruk en klassifiseringsrapport som er gyldig for 12 mm sponplater med den aktuelle brannhemmende lakken er påført. Denne prosedyren avviker fra klassifiseringsstandardens kriterier for klassifiseringens gyldighetsområde. Produkter skal testes og klassifiseres i samsvar med tiltenkt sluttbruk (end use application), se kapittel 3.4.5.

Manglende/utilgjengelig dokumentasjon

- DoP for spiler.
- CPR-sertifikat for spiler.
- Produktdokumentasjon for akustisk duk.

Kommentar

Brannkonseptet til prosjektet angir på enkelte steder i byggverket krav til kledning med klasse K₂10 A2-s1,d0. Dette er ikke mulig å oppnå ved bruk av spiler av brennbart materiale, og det foreligger heller ingen dokumentasjon for kledningsklassen. Denne problemstillingen er diskutert i kapittel 9.6.

Konklusjon

Ikke tilstrekkelig dokumentasjon.

7.2.2 Case 2

Ytelseserklæringen følger fastlagt mal, gjelder for det aktuelle produktet og er skrevet på norsk. Det er utstedt et CPR-sertifikat i samsvar med Byggevareforordningen. Dette er utarbeidet av et akkreditert organ, gjelder for det aktuelle produktet og er skrevet på norsk. Teknisk godkjenning for duken er utført av en anerkjent tredjepart, og angir at byggevaren er egnet i bruk og tilfredsstillende krav til brannklasse. Den inneholder også monterings- og bruksinstrukser. Med en teknisk godkjenning tilfredsstilles krav til produktdokumentasjon i DOK. Sertifikatet gjelder for flere typer brannbeskyttet trepanel, og omfatter også spiler. Vedlegget til CPR-sertifikat viser hvilke ytelser spilene må oppfylle. Et utdrag fra dette sertifikatet er vist i Tabell 7.2.

Tabell 7.2: Utdrag fra CPR-sertifikat i Case 2

Produkt	Densitet (kg/m³)	Nominell tykkelse	Mengde brann- hemmende i arto/arto (%)	Brann- påvirkings- klasse	Kommentar
Spiler av ask, som har en nominell tykkelse på 21 mm og en nominell bredde på 35 mm. Montert vertikalt med eller uten luftspalte på opptil 15 mm mellom hver spile.	600-800	21	6,40	B-s1,d0	1)

- 1) Denne klassifiseringen er gyldig under følgende forutsetninger: Gipsplater (papirbelagt) og alle sluttbruk substrat av Euroclasses A1 eller A2-s1,d0, minst 12 mm tykk, har en tetthet ≥ 525 kg/m³. Mekanisk festet, montert med eller uten en luftspalte opp til 15 mm mellom hvert trestender. Montert med eller uten en luftspalte skapt gjennom bruk av brannimpregnerte trelekter mellom substrat og panel.

Konklusjon

Dokumentasjonen tilfredsstillter krav i Byggevareforordningen og DOK og er dermed ok.

7.2.3 Case 3

I Case 3 er det benyttet samme type trespiler som i Case 2, se kapittel 7.2.2 for vurderinger av dokumentasjonen til trespilene. Tilgjengelig dokumentasjon for den akustiske duken er en klassifiseringsrapport fra et prøvingslaboratorium som angir klassifisering B-s1,d0. I henhold til NS-EN 13501 Tillegg B.5, er en klassifiseringsrapport tilstrekkelig dokumentasjon i AVCP-system 3, men basert på vurderinger gjort i kapittel 7.1.2, plasseres akustikkduken i AVCP-system 1. I system 1 kreves det et produktsertifikat eller en teknisk godkjenning. Den aktuelle klassifiseringsrapporten inneholder i tillegg følgende presisering (uoffisiell oversettelse): «Dette dokumentet representerer ikke typegodkjenning eller sertifisering av produktet». Dokumentasjonen for akustikkduken i Case 3 vurderes derfor som mangelfull.

Konklusjon

Dokumentasjonen for spilene tilfredsstillter krav i Byggevareforordningen og er dermed ok. Akustikkduken mangler produktsertifikat eller teknisk godkjenning, og dokumentasjon vurderes derfor som utilstrekkelig.

7.2.4 Case 4

Case 4 omfatter spilemoduler med brannbeskyttet tre, men det oppgis ikke om dette utføres ved impregnering eller overflatebehandling. I denne casen var dokumentasjonsgrunnlaget svært begrenset. Den eneste tilgjengelige informasjonen var sikkerhetsinformasjon og en informasjonsbrosjyre. Dette er ikke tilstrekkelig

produkt dokumentasjon. For å oppfylle kravene i Byggevareforordningen og DOK kreves det DoP og CPR-sertifikat for spilene og et produktsertifikat eller en teknisk godkjenning for den akustiske duken.

Konklusjon

Ikke tilstrekkelig dokumentasjon.

8 Arkitektperspektivet

I dette kapittelet presenteres resultatene fra intervjuene. Resultatene inkluderer synspunktene fra tre arkitekter på bruk av spilepanel i bygninger, viktige egenskaper ved spilepaneler og produktvalgprosessen.

8.1 Forberedelser

Før gjennomføringen av intervjuene ble det utarbeidet en intervjuguide, se Vedlegg C. Intervjuguiden ble også sendt til informantene i forkant av intervjuet, som et hjelpemiddel for gjennomføringen og eventuelle forberedelser til intervjuet. Intervjuguiden fulgte et forhåndsdefinert oppsett med spørsmål relatert til spilepanel. Denne strategien ble valgt fordi hensikten med intervjuene var å få et innblikk i arkitektens perspektiv på en konkret problemstilling. Selv om spørsmålene var konkrete, var hensikten at de også skulle åpne for oppfølgingsspørsmål der dette var relevant.

Det er til sammen intervjuet tre personer som har erfaring med prosjektering av bygninger med innvendig spilepanel. For å få frem ulike perspektiver og synspunkter er det intervjuet arkitekter som representerer ulike typer arkitektkontor, se Tabell 8.1. Alle intervjuene er anonymiserte.

Tabell 8.1: Oversikt over informantene

Intervju	Informant	Utført
1	Arkitekt ved rent arkitektkontor	17.04.2020
2	Arkitekt i rådgiverbedrift	11.05.2020
3	Arkitekt i interiørarkitektbedrift	13.05.2020

8.2 Bruk av spilepanel i bygninger

En av informantene mente at spilepanel er en type vegg- og himlingspanel som har eksistert siden 1920- eller 1930-tallet. Den samme informanten mente at spilepanel periodevis har vært en populær byggevare, og at denne byggevaren har vært mye brukt de siste årene. Ifølge informantene, benyttes spilepanel ofte i større bolig- og kontorbygg. Synlige områder i bygninger, som adkomstpartier, sosiale soner, møterom, auditorier og store åpne oppholdsrom ble fremhevet som eksempler på rom hvor denne byggevaren er spesielt aktuell. En av informantene nevnte også svømmehaller som en type bygg hvor det i flere tilfeller prosjekteres vegger med spilepanel som overflateprodukt. Dette ble begrunnet med at svømmeanlegg ofte består av glass og harde flater, som betong. Funksjonen til spilene er da å utgjøre et mykere innslag, som i tillegg bidrar med akustisk demping.

Spilepanel ble trukket frem som et dyrt og eksklusivt produkt, som ofte benyttes i deler av bygninger hvor det ønskes naturlige og estetiske overflater. En av informantene utdypet dette:

«Vi bruker spileløsninger når vi er ute etter en eksklusivitet, slik at man opplever at bygget har en god og gjennomarbeidet helhetstanke og at det ikke kun er malte flater, gips eller puss med en hvit eller tonet farge. Når man ønsker at det er materialene som skal stå fram, trekker ofte arkitekter og interiørarkitekter frem spiler som en mulig løsning.»

8.3 Egenskaper ved spilepanel

Informantene mente at overflateprodukter som bidrar med akustisk demping er gunstig i store, åpne rom, samt i rom hvor bruksområdet gjør at ekstra akustisk demping er nødvendig. En spileløsning med akustisk duk bak spilene og mineralull eller lyddempende plate bak duken ble trukket frem som en vanlig løsning som ofte brukes til dette formålet. Alle disse komponentene innvirker da på den akustiske dempingen. Tykkelsen på mineralullen ble også nevnt som et aspekt som har betydning for hvilke frekvenser som kan dempes effektivt, og som må avklares med en akustikkrådgiver. I tillegg til ønsket om å gi et eksklusivt uttrykk, ble den akustiske effekten fremhevet som hovedårsaken til at spilepanel ofte foretrekkes i store og synlige rom. En alternativ løsning som ble nevnt, var å montere spilene direkte på en gipsplate. Dette er et billigere alternativ med en tilsvarende estetisk effekt, men som kun i begrenset grad bidrar med akustisk demping. En slik løsning blir derfor i mindre grad benyttet.

Bruk av spileelementer med akustisk duk og mineralull bak ble trukket frem som en løsning som kan brukes uavhengig av hva den bakenforliggende konstruksjonen består av. Informantene påpekte at montering av spileelementet direkte på betong er den vanligste løsningen, men at det også kan monteres spileelementer på andre underlagssjikt, som gipsplater, massivtre og bindingsverk. Ifølge informantene er spilepanel som leveres som ferdige moduler en løsning som ofte er å foretrekke. En informant mente at den mest fordelaktige egenskapen med denne løsningen er at den muliggjør enkel montering og demontering, og at dette blant annet er hensiktsmessig ved reparasjoner, kontroller eller vedlikehold av rørsystemer over en nedfôret spilehimling. En annen informant forklarte at bruk av slike moduler i himlinger krever ekstra planlegging for gjennomføringer, lysarmatur og sprinkleranlegg, sammenlignet med mange andre produkter.

Informantene påpekte også noen ulemper ved bruk av spilepanel i byggverk. En informant nevnte at spiler som er festet til lekter utgjør et element som er betydelig tykkere enn mange andre overflateprodukter, og som dermed opptar et større volum av rommet. Ifølge den samme informanten, er spileelementer også betydelig tyngre enn mange andre overflateprodukter, noe som kan gjøre monteringsfasen mer krevende. En annen informant mente at renhold kunne bli et problem dersom spilene monteres horisontalt på veggen, og at dette var en viktig årsak til at vertikale spiler ofte foretrekkes.

8.4 Produktvalgprosessen

Informantene forklarte at de ofte involveres i prosessen hvor det skal velges overflateprodukter i byggverk. Deres rolle i produktvalgprosessen er da å oversende ytelseskrav for overflater, som utarbeides av en brannrådgiver, til produsenter av

spilepanel. En informant kategoriserte spilevegger som «fast inventar», som dermed inngår i disse kravene. Videre må produsentene dokumentere at deres produkt tilfredsstiller dette ytelseskravet. Arkitektene kontrollerer deretter at brannklassen til produktet samsvarer med ytelseskrav i brannkonseptet. En av informantene beskrev prosessen slik:

«Vi må tenke på brannsikkerhet når vi prosjekterer. Dette er et samspill som krever koordinering mellom byggherre, brannrådgiver og andre rådgivere. Produkter og løsninger som foreslås av arkitekten må i noen tilfeller godkjennes av brannrådgiveren. Vi ser ikke på spilepanel som mer problematisk enn andre produkter i denne sammenhengen.»

Informantene påpekte at brannsikkerhet er en viktig del av vurderingen ved valg av produkter, men at det ved behov for detaljerte vurderinger er vanlig å kontakte en brannrådgiver. Kontroll av produktsammensetninger, montering på bakenforliggende konstruksjon og om regelverket for produktdokumentasjonen er tilfredsstilt, ble nevnt som situasjoner hvor det kan være behov for en slik detaljert vurdering. I flere tilfeller blir likevel produktdokumentasjonen vurdert uten å involvere brannrådgiveren.

Ifølge informantene ender det i de fleste tilfellene opp med at spilene må brannbeskyttes gjennom impregnering, overflatebehandling, eller en kombinasjon av disse, og at produsenten velger produkter som er compatible. I denne sammenhengen ble treslag, materialtykkelse og behandlingsprosess fremhevet som aspekter som kan påvirke egenskapene til det endelige produktet. Ifølge en av informantene kan harde treslag, som eik, være mer utsatt for vridninger ved tørking av trevirket, noe som må tas hensyn til ved valg av type brannbeskyttelse.

9 Diskusjon

I dette kapittelet diskuteres det hvordan bruk av trespiler vil kunne påvirke brannsikkerheten i bygninger. Først diskuteres observasjonene fra den komparative branntestingen. Deretter diskuteres brannsikkerheten knyttet til de ulike sammensetninger av spilelementer og hvilken dokumentasjon som er nødvendig for at spilepanel kan ansees å ha tilstrekkelig brannsikkerhet. Videre drøftes regelverket for overflater og kledninger, og hvordan forskjellige tolkninger av dette kan åpne for bruk av spilepanel i brannceller med ulike preaksepterte ytelseskriterier. Avslutningsvis diskuteres usikkerheter, og de viktigste resultatene oppsummeres.

9.1 Komparativ branntesting

Resultatene fra den komparative branntestingen ble presentert i kapittel 5. I referansetesten ble det benyttet brannmalte trefiberplater, som var klassifisert og sertifisert til Euroklasse B-s1,d0. Resultatene fra kapittel 5.2 viste at både den horisontale og vertikale brannspredningen i de brannmalte trefiberplatene var svært begrenset, og det forkullede arealet utvidet seg i liten grad i løpet av testen. Spilene som ble testet var uklassifiserte, men var brannlakkerte med hensikt om å oppnå klasse B-s1,d0. Selv om trefiberplaten i referansetesten og spileelementene var produsert med hensikt om å oppnå samme Euroklasse, var det betydelige forskjeller mellom testresultatene. Det forkullede arealet fra referansetesten var 0,95 meter høyt og 0,42 meter bredt. Under alle testene som inkluderte spileelementer, kunne synlig forkulling opp til toppen av spilene i midten observeres i løpet av de første 5 minuttene av testene.

Som vist i Tabell 3.8, er «LFS < kant av prøvelegeme» et av klassifiseringskriteriene for Euroklasse B i SBI-testen, som innebærer at sideveis flammespredning ikke skal nå kanten av prøvelegemet. Oppsummeringen av de målbare resultatene fra branntestingen i Tabell 5.2 viser at maksimal horisontal brannspredning langs spilepanelene var mellom 0,52 m og 1,42 m, og nådde dermed ikke kanten av prøveelementene. De øvrige klassifiseringskriteriene for Euroklasse B i SBI-testen er $FIGRA \leq 120 \text{ W/s}$ og $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$. Siden resultatene fra denne branntesten var basert på observasjoner, ble det ikke utført målinger av disse parameterne. Kriteriet for tilleggsklassifiseringen d0, er at det ikke skal registreres brennende dråper eller partikler utenfor et spesifisert område rundt brenneren i løpet av de første 600 sekundene av testen. Alle observasjoner av brennende partikler på utsiden av brenneren ble gjort etter at 600 sekunder av testene var passert. Den akustiske duken, som var klassifisert til Euroklasse B-s1,d0, ble raskt brent gjennom i områdene som var eksponert for flammer, men bidro ikke til ytterligere horisontal brannspredning utover disse områdene. Under testene med åpent hulrom registrerte varmekameraet noe høyere temperaturer langs ytterkanten av lektene, sammenlignet med områdene mellom lektene. Dette er illustrert i Figur 5.20, som viser et bilde fra varmekameraet etter 15 minutter av test 4. De målte temperaturene fra varmekameraet ble derfor undersøkt på dette tidspunktet for å få et estimat på temperaturutviklingen langs lektene. Figuren viser at temperaturen i ytterkant av den nest øverste lekten var omtrent 50°C. Temperaturene i ytre del av prøveelementene regnes ikke som kritisk i disse testene. Ved mellomskalatesting av dette omfanget virker det som at spilenes spalteavstand og geometriske utforming gir en naturlig begrensning

av den horisontale brannspredningen. Den brannhemmende lakken på spilene kan også ha bidratt til å forhindre antennelse av spilene i ytterkant av prøveelementet.

I kapittel 3.10 ble det gjengitt resultater fra testing av trespiler som ikke var brannbeskyttet i SBI-testen. FIGRA-indeksen for testen ble målt til 559 W/s, og det ble ikke registrert sideveis flammespredning til enden av den største siden av prøvestykket. Disse resultatene indikerer Euroklasse D. Grafen for FIGRA-indeks over tid i Figur 3.27 viste at den maksimale FIGRA-indeksen ble målt umiddelbart etter antenning av hovedbrenneren. Dette indikerer svært hurtig antennelse av spilepanelet, samt rask vertikal brannspredning. Det ble ikke observert en like rask utvikling i de brannlakkerte spilepanelene under den komparative branntestingen. I test 3 og 4 ble det likevel observert forkullede områder i toppen av spilepanelet og flammehøyde over toppkanten av panelet før 3 minutter av testene var passert. Vertikal brannspredning er derfor den mest kritiske faktoren ved disse mellomskalatestene. Den tidlige branninvolvingen av øvre del av spilepanelet bidrar til økt varmeutvikling, og målinger av varmeavgivelsesrate kunne dermed vært en interessant parameter i denne sammenhengen. Dette ville gitt et grunnlag for å vurdere om varmeavgivelsesratene fra prøveelementene i den komparative branntestingen tilfredsstillende klassifiseringskriteriene for Euroklasse B i Tabell 3.8.

Testresultatene viste betydelige forskjeller mellom brannspredning, flammehøyde og forkullet areal i de komparative testene og referansetesten, som var klassifisert til B-s1,d0. Branntestene viste også at sammensetninger av materialer og utforming av hulrom har stor betydning for brannutviklingen. Dette diskuteres videre i kapittel 9.2. Usikkerheter ved testene og hvor realistisk testoppsettet er i forhold til reell bruk i bygninger, er diskutert i kapittel 9.7.

9.2 Sammensetninger av spileelementer

En av utfordringene ved vurdering av spilepanelers egenskaper ved brann er den store variasjonen i materialvalg, materialeegenskaper og sammensetning. Spilepanel produseres ofte som ferdige moduler, med enkle systemer for montering og demontering. Som beskrevet i kapittel 3.3.7, er spilepanel, i henhold til DiBKs retningslinjer for Kommunalt tilsyn med produktdokumentasjon, et åpent element der alle delprodukter med letthet kan ses og inspiseres på byggeplass, og delkomponentene kan derfor dokumenteres hver for seg (DiBK, 2018b). I praksis innebærer dette at trespiler testes for seg, med prøvingsmetoder fra tilhørende harmonisert produktstandard og med utforming og underlag som samsvarer med den aktuelle sluttbruken av spilepanelet. Andre delprodukter i spileelementet, for eksempel en akustisk duk, klassifiseres gjennom egen, uavhengig prøving. Siden det ikke finnes en harmonisert produktstandard for akustiske duker, åpner regelverket for at dette produktet kan klassifiseres etter andre tekniske spesifikasjoner enn ved klassifisering av trespiler.

Selv om alle delproduktene er klassifiserte og oppfyller krav til produktdokumentasjon, gir ikke dette nødvendigvis en god indikasjon på egenskapene ved brann for spileelementet som helhet. I test 4, fra kapittel 5.3.3, bestod underlagsmaterialet av brannmalte trefiberplater av samme type som i referansetesten. I referansetesten var brannutviklingen langs platene svært begrenset. I test 4 ble spilepanelet foran de brannmalte trefiberplatene raskt antent, og bidro til en høyere varmepåvirkning over et betydelig større areal av platene. Dette førte til observasjoner av synlige flammer på baksiden av de brannmalte trefiberplatene etter 9 minutter av test 4. Basert på disse

observasjonene, kan spilepanel som monteres foran et brennbart underlagsmateriale være en kritisk løsning. Spilepanel som monteres utenpå massivtre er et eksempel på en slik løsning. Underlagsmaterialet kan opprettholde god beskyttelse mot antennelse når det anvendes som ytre sjikt, men ved montering av spilepanel over dette sjiktet, kan hurtig brannspredning i spilepanelet føre til at et større areal av det brennbare underlagsmaterialet involveres på et tidligere tidspunkt i brannforløpet.

Klassifiseringsrapporter og sertifikater for spileproduktene som er undersøkt i denne oppgaven, presiserer at klassifiseringen til trespilene er gyldig, forutsatt at underlagsmaterialer som anvendes bak trespilene oppfyller Euroklasse A1 eller A2. Den komparative branntestingen viser at bruk av brannmalt trefiberplate som substrat utgjør store forskjeller for resultatene, sammenlignet med bruk av ubrennbart underlagsmateriale. Resultatene fra test 2 viste at spilemoduler med ubrennbar isolasjon i hulrom var sammensetningen som i størst grad begrenset brannutviklingen.

Flammehøyder over toppkanten og forkullede områder i toppen av panelet ble observert etter 5 minutter av testen, mens det i testene med åpent hulrom ble observert etter 3 minutter. Ubrennbar isolasjon i hulrom ga samtidig redusert horisontal brannspredning og et mindre forkullet areal.

I utredningen fra RISE av brannen i Grenfell Tower i 2017 ble resultater fra storskalatester av fasadesystemer gjennomgått (Steen-Hansen, 2018a). Resultatene viste at det var kombinasjonen av brennbar kledning og isolasjon med hulrom mellom sjiktene som var avgjørende for brannutviklingen i fasaden, og ikke brannklassifiseringen av de involverte komponentene hver for seg. Det kan ikke utelukkes at det i dag anvendes løsninger der hvert delprodukt er forskriftsmessig testet og godkjent, men der sammensetningen gjør at løsningen som helhet ikke oppnår brannklassifiseringen som kreves for den tiltenkte bruken i byggverk. Presiseringer i regelverket om at åpne elementer, som spileelementer, må testes med den aktuelle produktsammensetningen kunne bidratt til at sammensatte elementer som helhet klassifiseres og oppfyller nødvendige krav til egenskaper ved brannpåvirkning. Produktet som testes vil dermed i større grad samsvare med sluttbruken, som også er slik det europeiske klassifiseringssystemet er tiltenkt.

9.3 Hvilken produktdokumentasjon er tilstrekkelig?

Regelverket for dokumentasjon av byggevarer i Byggevareforordningen og DOK skal sørge for at byggevarers egenskaper klassifiseres og at kontroll og testing fra et tredjepartsorgan utføres der dette kreves. Denne prosedyren er viktig for å sikre at byggevarer tilfredsstillende grunnleggende krav til brannsikkerhet. Dette er spesielt viktig for byggevarer som spilepanel, der sammensetninger av komponenter og egenskaper ved brann i stor grad varierer. Som beskrevet i kapittel 3.3.4 inngår spilepanel i den harmoniserte produktstandard for panelbord og kledningsbord, og produktdokumentasjon i henhold til gjeldende AVCP-system er derfor påkrevd. Spiler er dermed omfattet av det harmoniserte europeiske klassifiseringssystemet, og må klassifiseres ut ifra standardiserte tester.

Östman og Mikkola (2006) viste i sin sammenligning av testresultater at ubehandlet spilepanel med stort eksponert overflateareal relativt til planarealet kan gi en FIGRA-indeks som kun tilsvarer Euroklasse E, se Figur 3.23. Vurderingen av brannsikkerheten ved bruk av spilepanel i et byggeprosjekt gjøres med grunnlag i produktdokumentasjonen. Når kriterier for dokumentasjon av byggevarer i Byggevareforordningen og DOK er oppfylt for en byggevare, skal det gi ansvarlig foretak

en bekreftelse på at byggevarens faktiske ytelse samsvarer med den forutsatte ytelsen. Det er derfor viktig at det finnes korrekt utført tredjepartsdokumentasjon for det aktuelle spilepanelet. I tillegg må kriteriene for bruken av produktet, som skal presiseres i klassifiseringsrapporten og CPR-sertifikatet, oppfylles. Resultatene fra casestudiet i kapittel 7.2 viste tilfeller der det brukes klassifiseringsrapporter for trebaserte plater for å dokumentere trespilens egenskaper ved brannpåvirkning. Resultatene fra den komparative branntestingen i kapittel 5 viste store forskjeller mellom brannutviklingen i den brannmalte trefiberplaten og spilemodulene. Spilepanelers utforming og geometri gir dermed produktet helt andre egenskaper ved brann, sammenlignet med den trebaserte platen som dokumentasjonen gjelder for. Dersom dokumentasjonen gjelder for et annet trebasert produkt enn spiler, vil spilene vurderes med utgangspunkt i testresultater fra et annet produkt, som kan ha helt andre egenskaper ved brann, og dermed en annen Euroklasse enn spilepanelet.

Forskjellene mellom testresultater for panel av heltre, trebaserte plater og trespiler fremkom også i Östman og Mikkola (2006) sin sammenligning av resultater fra brannprøving. Resultatene viste at trepanel og trebaserte plater med glatte overflater har tilnærmet like egenskaper ved brann dersom materialtykkelse og densitet ligger over en gitt minimumsgrense. Forutsigbare egenskaper ved brann gjør det mulig å klassifisere slike produkter uten behov for videre testing, dersom det benyttes ubehandlet trevirke. Dette står i stor kontrast til spilepanel, der løsninger som produseres sjelden er identiske. Parametere som tykkelse, dimensjoner, type treverk, egenskapene til den akustiske duken, utforming av hulrom, underlagsmateriale, plassering i byggverk, plassering av eventuelle sprinkler og plassering av isolasjon har på ulike måter innvirkning på brannrisikoen ved bruk av spilepanel.

Trebaserte plater med en viss tykkelse kan oppnå kledningsklassen K₂10 (Steen-Hansen, 2018a), og dermed beskytte sin bakside, bakenforliggende materialer og eventuelle hulrom i minst 10 minutter. Den samme brannmotstanden vil ikke oppnås i spilepanel med åpninger mellom spilene og en tynn akustisk duk mellom spilene og lektene. Dette kan føre til tidlig gjennombrenning av duken og økt overflateareal som eksponeres for brann, slik tilfellet var for spileelementene i den komparative branntestingen i kapittel 5.3. Studiene til Yii (2000) og Yii, Buchanan og Fleischmann (2006) viste at det tynne brenselet med stort overflateareal ga høyere temperaturer ved brann, mens tykkere brensel førte til lengre avtakingsfase, og dermed et lengre brannforløp. Studiene er basert på forenklede beregningsmodeller og konservative antakelser om at alt brennbart materiale involveres samtidig. Selv om antakelsene medfører usikkerhet i resultatene, indikerer studiene en betydelig forskjell i størrelsesordenen på varmeavgivelsesraten og lengden på brannforløpet ved økt overflateareal og spiletykkelse. Disse aspektene fremhever viktigheten av at spilepanel er forskriftsmessig dokumentert, og at klassifisering, branntesting og tredjepartskontroll er utført for spilepanelet, slik det endelige produktet skal brukes.

Hvilken dokumentasjon er tilstrekkelig?

I henhold til Veiledning til kommunalt tilsyn med produktdokumentasjon kan komponentene i åpne elementer, som spilepanel, dokumenteres hver for seg. Dokumentasjon av CE-merkede byggevarer må alltid følge retningslinjer i Tillegg ZA i den tilhørende harmoniserte produktstandarden. For at krav til CE-merking skal være tilfredsstillt, må alle byggevarer, med unntak av produkter i AVCP-system 4, ha en form for tredjepartsvurdering. I AVCP-system 3 er en klassifiseringsrapport tilstrekkelig som

tredjepartsdokumentasjon, mens det i de strengeste systemene kreves sertifisering. I henhold til NS-EN 14915 plasseres spiler med ubehandlet trevirke i AVCP-system 3, mens brannbeskyttede trespiler plasseres i AVCP-system 1, hvor det kreves et CPR-sertifikat for produktet. Brannbeskyttede treprodukter plasseres i AVCP-system 1 fordi egenskapene til et slikt produkt har stor betydning for bygningens sikkerhetsnivå, i tillegg til at byggevarens egenskaper kan variere over tid og at sannsynligheten for mangler i produksjonsprosessen er til stede. Disse faktorene ble i kapittel 3.3.4 definert som noen av EU-kommisjonens vurderingskriterier for å bestemme hvilket AVCP-system som skal gjelde for en byggevare. For at brannbeskyttede treprodukter skal oppfylle krav til CE-merking må det derfor være utstedt et gyldig CPR-sertifikat for produktet, i tillegg til ytelseserklæringen fra produsenten.

I kapittel 3.3.5 ble det presentert et tilsvarende regelverk for byggevarer som ikke omfattes av en harmonisert produktstandard, og hvor det dermed ikke stilles krav til CE-merking. Dette innebærer krav til dokumentasjon av vesentlige egenskaper og tredjepartsvurderinger, som i likhet med CE-merkede byggevarer baseres på systemer for vurdering og verifikasjon av ytelser. Akustisk duk ble i kapittel 7.1.2 nevnt som et eksempel på et slikt produkt. Dette produktet plasseres i AVCP-system 1, og en tredjepartsvurdering i form av et produktsertifikat eller en teknisk godkjenning er derfor nødvendig. Prinsippet for dokumentasjon av ikke CE-merkede byggevarer er derfor tilsvarende som for CE-merkede byggevarer.

Hvilken utenlandsk dokumentasjon er tilstrekkelig?

I kapittel 3.3.2 ble forpliktelsene til produsenter, importører og distributører omtalt. Siden Byggevareforordningen er tilknyttet et harmonisert europeisk system, gjelder dette regelverket for hele EØS-området. Importører og distributører som tilgjengeliggjør utenlandske produkter på det norske markedet har derfor et ansvar for å utføre oppgavene som kreves i henhold til Byggevareforordningen. Disse aktørene er i tillegg ansvarlige for at produktdokumentasjon, bruksanvisninger og sikkerhetsinformasjon som følger med byggevaren er tilgjengelig på et skandinavisk språk. I henhold til DOK kapittel III gjelder tilsvarende bestemmelser også for ikke CE-merkede byggevarer. På norske byggeplasser anvendes det ofte produkter fra en rekke ulike land. Forpliktelsene til markedsdeltakerne skal sørge for at all produktdokumentasjon i EØS-området fremstilles med et standardisert oppsett, og dersom varen er gjort tilgjengelig i Norge skal dokumentasjonen være tilgjengelig på et skandinavisk språk. Dersom retningslinjene i Byggevareforordningen og DOK oppfylles, skal det i prinsippet ikke skal være noen betydelige forskjeller på dokumentasjonen som kreves for norske og utenlandske produkter, forutsatt at de er gjort tilgjengelig i Norge.

9.4 Dagens praksis for produktdokumentasjon

Dokumentasjon som medfølger ulike spileprodukter ble gjennomgått og vurdert som en del av kartleggingen av spileløsninger i kapittel 4.2 og vurderingen av prosjektspesifikk dokumentasjon i kapittel 7.2. Dagens praksis er at mange typer brannbeskyttede spileprodukter aksepteres i byggverk på grunnlag av en klassifiseringsrapport eller et sertifikat som gjelder for en trebasert plate. Slike produkter overholder ikke Byggevareforordningens krav til produktdokumentasjon. Ordet «sertifikat» blir i noen situasjoner benyttet om andre typer dokumentasjon enn det som forutsettes i regelverket. Undertegnede erfarte flere tilfeller der forespørsler om sertifikater for spilepanel resulterte i at et produktdatablad eller en ytelseserklæring, som var laget av produsenten, ble tilsendt. I andre tilfeller resulterte forespørsler om sertifikater for

spileprodukter i at klassifiseringsrapporter ble tilsendt. Forskjellen mellom to produkter, der det ene kun er klassifisert gjennom en klassifiseringsrapport og det andre er sertifisert av et produktsertifiseringsorgan, er at sistnevnte er underlagt fortløpende tilsyn, vurdering og evaluering av produksjonskontrollen i fabrikken. Dette bidrar til kvalitetssikring og at produktets ytelse er i samsvar med forutsatt nivå.

Årsaken til at dokumentasjonsgrunnlaget for flertallet av spileløsninger ble vurdert som utilstrekkelig, var mangelen på et gyldig CPR-sertifikat for den aktuelle byggevaren. Dette gjelder brannbeskyttede spilepanel, som tilhører AVCP-system 1, der CPR-sertifisering av produktet kreves. Som Vedlegg A og Vedlegg B viser, er det betydelige forskjeller mellom en ytelseserklæring fra en produsent og et CPR-sertifikat fra et akkreditert tredjepartsorgan. Det virker å være misoppfatninger blant flere aktører om hva som skiller de ulike dokumentasjonstypene som ligger til grunn for CE-merkingen, samt hvilke krav til dokumentasjon som gjelder for ulike byggevarer.

Vurderingen av Case 1 i kapittel 7.2.1 viste at det i dag selges brannhemmende maling og lakk med tilhørende produktinformasjon som beskriver at malingen eller lakken oppfyller Euroklasse B-s1,d0. Dette er et avvik fra klassifiseringsstandardens kriterier, som presiserer at klassifiseringen gjelder overflatesjiktet påført det aktuelle underlaget i produktets endelige sluttbruk. Det samme prinsippet gjelder for spiler som er overfinéert, foliert eller hvor det på andre måter er utført etterbehandling. Dersom et klassifisert produkt etterbehandles, kan det senke brannklassen slik at produktet oppnår en klassifisering på et lavere nivå enn det som forutsettes. En slik etterbehandling må derfor inkluderes ved klassifisering av produktet og må inngå i gyldighetsområdet som defineres i produktets tredjepartsdokumentasjon. Trespiler uten dokumentasjon eller med feilaktig dokumentasjon gir en falsk trygghet, som kan innvirke på bygningens sikkerhetsnivå ved brann dersom forutsatt ytelse ikke er tilfredsstillt.

Mulige årsaker til mangelfull dokumentasjon

Byggevareforordningen er et detaljert og komplisert regelverk med en rekke forpliktelser til produsenter, importører og distributører. Ved manglende kjennskap til detaljer i regelverket kan det føre til at spilepanel som ikke er klassifisert eller testet godkjennes i byggverk. Dette regelverket virker også å være utfordrende for andre aktører som skal håndtere og vurdere produktdokumentasjon i løpet av en byggeprosess. Konsekvensene av dette er at produkter i flere tilfeller godkjennes for bruk i byggverk uten å tilfredsstille krav i Byggevareforordningen og DOK.

I kapittel 3.5.4 ble EU-kommisjonens veiledningsdokument for testing av spilepanel i SBI-testen beskrevet. Dette dokumentet ble publisert i januar 2020. Dagens produktstandard for panelbord og kledningsbord av heltre gir ingen detaljert beskrivelse av testoppsett for spilepanel, og det foreligger heller ingen egen produktstandard for spiler. Fotnote h, i og j i Tabell 3.10 er de eneste retningslinjene for brannprøving av trespiler i produktstandarden. Ifølge Pauner (2020) er testlaboratorier, ut ifra disse fotnotene, uvitende om hvordan trespiler skal brannprøves i SBI-testen. Mangelen på tydelige retningslinjer for testing av trespiler kan være en viktig årsak til at kun et fåtall av spileløsningene i kapittel 4.2 og casene i kapittel 7.2 hadde relevant produktdokumentasjon som var utført i henhold til Byggevareforordningen. Veiledningsdokumentet til Pauner (2020) viste også at testing av trespiler er en dagsaktuell problemstilling, som på sikt kan resultere i tydeligere retningslinjer for branntesting av denne byggevaren.

9.5 Vurderinger av spileløsninger

Det er ofte store usikkerheter knyttet til hvordan en gitt sammensetning av komponenter vil reagere ved brannpåkjenning. Dette gjelder spesielt elementer der den aktuelle sammensetningen av produkter ikke er testet. Euroklassen til produktene må overholde sikkerhetsnivået det legges opp til i brannkonseptet. Det er derfor viktig at alle komponentene i spilepanelet er testet og klassifisert i henhold til Byggevareforordningen og DOK, som beskrevet i kapittel 7.1.1 og 7.1.2. Det er samtidig viktig at spilepanelet monteres slik at kriteriene for gyldig sluttbruk overholdes. Dette gjelder restriksjoner for treslag, dimensjoner, spalteåpning, hulrom og substrat, som spesifiseres i klassifiseringsrapporter og CPR-sertifikater, se Tabell 7.2.

Med utgangspunkt i materialteori, branntester, sertifikater og prøvings- og klassifiseringsrapporter er det gjort vurderinger av spileløsninger som kan påvirke brannsikkerheten i negativ forstand, samt mindre kritiske løsninger hvor ett eller flere risikoreducerende sikkerhetstiltak er inkludert.

9.5.1 Løsninger som kan ha negativ innvirkning på brannsikringskonseptet

Det er ikke funnet tilhørende rapporter, sertifikater, testresultater eller annen dokumentasjon som verifiserer egenskaper ved brannpåvirkning for spileløsningene i dette delkapittelet. Hensikten er å beskrive aspekter som kan bidra til rask brannutvikling og høy varmeavgivelse, og som dermed kan gjøre det krevende å oppnå forutsatt klassifisering for den aktuelle løsningen. Dette delkapitlet inneholder dermed eksempler på løsninger som bør unngås ved bruk av spilepanel i bygninger.

1. Spilepanel med overflatebehandlede spiler og ubehandlede lekter.
Overflatebehandling av trevirke er en kostbar prosess, og dersom produsenter leverer spilepanel som inneholder ubehandlet trevirke, eller reduserer mengden brannbeskyttelsesmiddel, kan dette gi en raskere brannutvikling. Veiledning til § 11-9 i Byggteknisk forskrift beskriver at overflater i hulrom betraktes på samme måte som innvendig overflate og må ha minst like gode branntekniske egenskaper. Ubehandlede lekter antennes raskere, og bidrar til hurtig brannvekst og -spredning i hulrom mellom spiler og underlagsmateriale.
2. Spilepanel som nedfôret himling kan medføre problemer med å overholde sprinklerregelverkets krav til nedfôrede åpne himlinger. Ved å kun plassere sprinklere under himlingen, vil høy oppmagasinering av varme og rask brannspredning i hulrommet være et faremoment. Ved å kun plassere sprinklere på oversiden av himlingen vil det for de fleste spilehimlinger være problematisk å overholde kravet i NS-EN 12845 til 70% samlet åpen flate i himlingen, samtidig som det er usikkert hvorvidt sprinklere kan slukke effektivt i hulrommet.
3. Spilepanel med stort eksponert spile- og lektareal som prosent av nominelt areal. Östman og Mikkola (2006) fant ved sammenligning av testresultater en sammenheng mellom FIGRA-indeks og eksponert areal i prosent av nominelt areal. Bruk av tynnere spiler og spilepanel med stort eksponert areal i forhold til nominelt areal ga høyere FIGRA-indeks. Dette samsvarer med resultatene fra studiene til Yii (2000) og Yii, Buchanan og Fleischmann (2006).
4. I kapittel 4.1 var Type 3 og Type 4 eksempler på spileløsninger som benyttes som nedfôret himling, mens Type 1 og Type 2 var spilemoduler som kan monteres direkte til bakenforliggende konstruksjon i både vegger og himlinger. Som nevnt i kapittel 3.4.3, er materialvalg i himlinger av stor betydning for brannspredningen. Årsaken til dette er himlingens plassering i øvre del av rommet, der store

mengder røyk og varme gasser kan akkumuleres under et brannforløp. Dette kan skyldes tilførte gasser gjennom en åpning i branncellen eller en lokal brann i den aktuelle branncellen. Dersom det brukes trespiler i himlinger, kan akkumuleringen av røyk og varme gasser føre til pyrolysering og dannelse av flyktige gasser fra en stor samlet treoverflate. Basert på disse prinsippene, er bruk av trespiler i himlinger mer kritisk for brannutvikling og brannspredning, sammenlignet med trespiler i vegger. Bruk av trespiler i både vegger og himling, som illustrert i Figur 4.4, gir ytterligere eksponert overflate, og kan bidra til en større tilført brannenergimengde tidlig i brannforløpet.

9.5.2 Mindre kritiske løsninger

1. Brannimpregnerte spiler kan i stor grad begrense materialets bidrag til brannutviklingen. CPR-sertifikatet som ble beskrevet i Case 2 og Case 3 fra kapittel 7.2.2 og 7.2.3 viste at brannimpregnerte spiler kan oppnå Euroklasse B-s1,d0.
2. Stålfiler bak spiler og duk, se Figur 4.5. Denne løsningen reduserer mengden brennbart materiale i hulrom og kan også forhindre at himlingselementer kobles av opphengssystemet på et tidlig tidspunkt i brannforløpet ved å begrense nedbøyningen av spileelementene.
3. Som beskrevet i kapittel 3.5.4, mente Buchanan og Abu (2017) at bruk av ubrennbar isolasjon i hulrom kunne ha en betydelig positiv effekt i et brannforløp, forutsatt at isolasjonen er godt tilpasset og riktig plassert. Dette samsvarer med resultatene fra test 2 i kapittel 5.3.1, som viste at bruk av ubrennbar isolasjon i hulrommet mellom spilepanelet og underlagsmaterialet beskytter mot brannspredning i hulrom og tidlig branneksposering for materialer i- og bak hulrom. Dette resulterte i at både horisontal og vertikal brannspredning, flammehøyde og skader på bakenforliggende materialer var tydelig begrenset sammenlignet med testene uten isolert hulrom.
4. Sprinklere over og under nedføret himling med ubrennbar, røyktett duk over spileene. Den ubrennbare og røyktette duken har som hensikt å muliggjøre effektiv aktivering av sprinklere under spilehimlingen, mens sprinklere i hulrommet skal begrense brannutvikling og -spredning. For at denne løsningen skal ha en positiv innvirkning på brannsikringskonseptet forutsettes det at plassering av sprinklere er tilpasset spilehimlingen. Som nevnt i kapittel 3.11 kan sprinkleranlegg brukes som kompensierende tiltak for å akseptere noen typer fravik og reduksjon av ytelseskriteriene til overflater, men denne løsningen spesifiseres ikke direkte i regelverket. Utforming av sprinkleranlegg i kombinasjon med nedføret spilehimling kan derfor være utfordrende, og kan medføre usikkerhet ved den risikoreduserende effekten av sprinkleranlegget. For at en slik løsning skal fungere som forutsatt, må sprinklere plasseres i riktig høyde, det må benyttes en duk med tilstrekkelig røyktetthet og sprinklere under spilehimlingen må være tilpasset åpningene i himlingen og skjøtene i den akustiske duken. Det er derfor mange faktorer som innvirker på sprinkleranleggets virkemåte ved branntilløp. For at en kombinasjon av spilehimling og sprinkleranlegg skal tilfredsstillende nødvendig sikkerhetsnivå, forutsettes god planlegging og nøyaktig detaljprosjektering.
5. Spiler montert direkte på steinull- eller gipsplate. Disse løsningene gir et ubrennbart substrat som samtidig gir økt beskyttelse mot bakenforliggende sjikt, sammenlignet med en akustisk duk. Ulempen med en slik løsning er at den ikke gir like gode akustiske egenskaper som spilepaneler med akustisk duk og

mineralull i hulrom. Som nevnt i kapittel 8.3, trakk informantene fra intervjuene frem dette som en viktig årsak til at denne løsningen i mindre grad brukes.

6. Spiler med kjerne av fibergips og et tynt ytre sjikt av tre gir et produkt med en redusert andel brennbare materialer, sammenlignet med spiler av heltre. Hensikten med denne sammensetningen er derfor å begrense bidraget til brannutviklingen.

9.6 Tolkninger av regelverk for overflater og kledninger

Veiledning til byggt teknisk forskrift har som hensikt å forklare forskriftens krav og gi preaksepterte ytelser og prinsipløsninger som vil oppfylle kravene. Det kan likevel oppstå tvilstilfeller når regelverket kan tolkes tvetydig, og de ulike fortolkningen utgjør betydelige forskjeller for brannsikringskonseptet. Tolkningen av preaksepterte ytelser for kledninger og overflater i veiledning til § 11-9 i TEK17 er et sentralt tema i utredningen til RISE og høringsnotatet til DIBK, som ble gjennomgått i kapittel 6.3.1 og 6.3.2. Det aktuelle tvilstilfellet omhandler tolkning av preaksepterte ytelser i VTEK, som gir ytelseskriterier for både overflater og kledninger, se Tabell 3.3. For en branncelle som er rømningsvei i brannklasse 2 og 3, inneholder VTEK både ytelseskriterier for overflater på vegger og i himling/tak (B-s1,d0) og for kledninger (K₂10 A2-s1,d0). Hvorvidt bruk av spilepanel oppfyller de preaksepterte ytelsene i forskriften, avhenger i stor grad av dette tolkningsspørsmålet, samt hvordan spilepanel defineres som produkt.

Sentrale problemstillinger er hva som definerer en kledning og en overflate, når det må monteres en K₂10-kledning i et rom og hvordan spilepanel defineres i denne sammenhengen. Litteraturgjennomgangen i kapittel 6 viste at det i hovedsak finnes to ulike synspunkter på hvordan regelverket for overflater og kledninger skal fortolkes. For å konkretisere denne problemstilling til et spesifikt eksempel, vil den videre diskusjonen i dette delkapittelet omhandle preaksepterte ytelser for rømningsveier i brannklasse 2 og 3.

Tolkning 1: Overflateprodukter som oppnår B-s1,d0 tillates i rømningsvei

I kapittel 6.3.3 gjennomgås tolkninger av regelverket for overflater og kledninger i Byggforskserien. I byggforskblad «543.613: Nedfôret himling» beskrives det at brannimpregnert trepanel med klassifisering B-s1,d0 kan benyttes i rømningsveier i alle bygninger (Byggforsk, 2018). Dette samsvarer med tolkningen som ligger til grunn for eksempel 2 og 3 i høringsnotatet til DiBK, som ble gjennomgått i kapittel 6.3.2. I fortolkningen i eksempel 2 skriver DiBK at dersom det er ønskelig å montere en innvendig kledning på en murt eller støpt vegg, kan det benyttes en kledning (et overflateprodukt) som ikke trenger å oppfylle kledningsklassen K₂10, men som må oppfylle den nødvendige Euroklassen for overflater, for eksempel B-s1,d0 i rømningsvei. I eksempel 3 skriver DiBK at massivtrevegger oppfyller kriteriene for klasse K₂10, og kan benyttes som ytre sjikt i byggverk dersom den oppfyller nødvendig Euroklasse. Videre skrives det at det kan benyttes en kledning (et overflateprodukt) som oppfyller den nødvendige Euroklassen for overflater, for eksempel B-s1,d0 i rømningsvei.

Tolkning 2: Det må benyttes ubrennbar kledning som oppnår klasse K₂10 A2-s1,d0 i rømningsvei

I byggforskblad «321.022: Oversikt over krav og løsninger ved brannteknisk prosjektering av bygninger» beskrives det at i rømningsveier må vegger og himlinger ha overflate i klasse B-s1,d0 eller bedre, og at det i bygninger i brannklasse 2 og 3 i tillegg

skal være et underlag av ubrennbart eller begrenset brennbart materiale, for eksempel kledning i klasse K₂10 A2-s1,d0. Unntaket er rømningsveier med betongvegger, som i utredningen til RISE ble fremhevet som et tilfelle hvor det ikke er nødvendig å montere en kledning for å beskytte bakenforliggende materialer. Denne tolkningen innebærer at det ytre, synlige sjiktet skal tilfredsstillende klassifiseringen som samsvarer med preakseptert ytelse for kledningen, som i dette eksempelet er A2-s1,d0. Med denne fortolkningen er preakseptert ytelse for overflaten ment for et tynt ytre sjikt, som tapet eller maling, se Figur 6.1. I dette eksempelet kan det derfor aksepteres å ha et tynt overflatesjikt med klasse B-s1,d0 utenpå en kledning som oppfyller klasse K₂10 A2-s1,d0.

En viktig del av tolkningsspørsmålet er hva som betegnes som en overflate. I TEK17 defineres en overflate som et tynt ytre sjikt. Dette samsvarer med definisjonen i den gamle nasjonale klassifiseringsstandard NS3919, som beskrevet i kapittel 6.2. Et av forslagene til endringer i VTEK som ble presentert i høringsnotatet til DiBK, var en endring i tekstforklaringen, der «overflater» erstattes med «overflateprodukter». Dette begrepet omfatter både det ytterste tynne overflatesjiktet og underlagsmaterialet, der det ikke er noen begrensninger for tykkelse eller type materiale, se Figur 6.2.

Praktiske konsekvenser av endringsforslaget

Forslaget til endring av tekstforklaring og eksempelfortolkningene fra høringsnotatet, som ble beskrevet i kapittel 6.3.2, har store konsekvenser for hvilke produkter som er preaksepterte løsninger i rømningsveier. Endringsforslaget til DiBK bygger på utredningen fra RISE, som ble gjennomgått i kapittel 6.3.1. RISE anbefalte å opplyse om at ytelse i form av kombinert klassifisering, som i dette eksempelet er K₂10 A2-s1,d0, bare er relevant der det er behov. RISE anbefalte likevel at det brukes så tynne overflatematerialer som mulig i rømningsveier der ytelseskriteriet til kledninger er klasse K₂10 A2-s1,d0. Årsaken til dette er at store mengder brennbare materialer i rømningsveier kan føre til brann- og røykspredning til andre deler av bygget gjennom åpne dører i rømningsveien, dersom brannen i rømningsveien går til overtenning og blir fullt utviklet.

I eksempel 3 i høringsnotatet til DiBK legges det opp til at en massivtrevegg som overflatebehandles og tilfredsstillende klasse B-s1,d0 kan benyttes som synlig, ytre sjikt i rømningsveier. Med tolkning 1 legges det altså opp til at forskriftens krav til bruk av brannbeskyttende kledning kun gjelder dersom det ytre synlige sjiktet er av brennbart materiale som ikke oppfyller preakseptert ytelse for overflater, og dermed må beskyttes. Videre sier denne fortolkningen at kriteriet til kledningens overflateklassifisering, som i dette eksempelet er A2-s1,d0, ikke gjelder dersom det benyttes et overflateprodukt som tilfredsstillende overflatekriteriet (B-s1,d0). Endringsforslagene kan åpne for en reduksjon i brannsikkerhetsnivået i rømningsveier, som følge av at økt bruk av synlige treoverflater tillates. I utredningen til RISE, som høringsnotatet tar utgangspunkt i, anbefales det derimot at det innføres strengere krav til ytelse for materialer i utvendig kledning i høye bygninger. Det er dermed manglende samsvar mellom de anbefalte endringene for utvendige kledninger, og de foreslåtte endringene for innvendige overflater og kledninger.

Spilepanel kan karakteriseres som et overflateprodukt, basert på definisjonen av dette begrepet i endringsforslaget til DiBK. I praksis åpner derfor tolkning 1 for bruk av spillepanel i rømningsveier, dersom trevirket er brannbeskyttet og oppnår Euroklasse B-s1,d0. Denne tolkningen åpner i tillegg for at spillepanelet kan monteres utenpå en

brannbeskyttet massivtrevegg, som i henhold til eksempel 3 i endringsforslaget oppfylder kriteriene for klasse K₂10. Bruk av denne produktkombinasjonen forutsetter en fortolkning av regelverket tilsvarende Tolkning 1, samt at underlag av massivtre må inngå som en gyldig bruksbetingelse i trespilenes produktdokumentasjon. I utdraget fra et CPR-sertifikat for brannimpregnerte spiler i Tabell 7.2, var det presisert at klassifiseringen var gyldig, forutsatt at det benyttes et substrat med Euroklasse A1 eller A2-s1,d0. Tilsvarende kriterium er presisert i klassifiseringsrapporten til fibergipsspilene, som ble omtalt i kapittel 4.2. Massivtre oppnår ikke denne klassifiseringen, og vil dermed ikke være godkjent som underlagsmateriale for noen av spileproduktene med Euroklasse B-s1,d0 som er omtalt i denne masteroppgaven.

Et viktig aspekt innen brannrådgivning er å forstå intensjonen til kravene i forskriften. I kapittel 3.2 ble funksjonskravene til § 11-9 i TEK17 gjennomgått. Intensjonen til disse funksjonskravene er å sørge for personsikkerhet i form av nødvendig tid til rømning og redning, samt bruk av materialer og produkter med egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen, med hovedvekt på tid til antennelse og overtenning. Innledningen til kapittel 11 i TEK17 inneholder en illustrasjon av et tynt overflatesjikt plassert på et underlagsmateriale, se Figur 6.1. Ved å se ytelseskriteriene for overflater og kledninger i sammenheng med denne definisjonen, er hensikten til overflatekriteriet å gi aksept for et tynt utvendig overflatesjikt med klassifisering B-s1,d0. Likevel er overflatekriteriet for kledningen, som for rømningsveier i brannklasse 2 og 3 er A2-s1,d0, fortsatt gjeldende. Forslaget om å innføre begrepet «overflateprodukt» i forskriften virker å distansere de preaksepterte ytelsene fra funksjonskravenes opprinnelige intensjon, ved å tillate økt mengde brennbart materiale i rømningsveier. En konsekvens av dette er at det kan gi aksept for en betydelig økning i den permanente brannenergien, siden et overflateprodukt, slik det er definert i høringsnotatet til DiBK, ikke har noen definerte begrensninger for materialtykkelse. I kapittel 3.8.5 ble brannenergi uttrykt som en funksjon av mengden brennbart materiale og netto brennverdi. Bruk av spilepanel som overflateprodukt utgjør en vesentlig større mengde brennbart materiale, sammenlignet med et tynt overflatesjikt. Dette kan ha konsekvenser for både person- og konstruksjonssikkerheten ved brann.

Det må presiseres at klassifisering av en kledning til K₂10, som beskrevet i kapittel 3.4.2, er basert på testing av brannmotstand, i motsetning til overflateklassifisering som baseres på egenskaper ved brannpåvirkning, se kapittel 3.4.1. Så lenge K₂10-kriteriet oppfylles, har ikke klassifiseringen til overflaten noen stor innvirkning på beskyttelsen av bakenforliggende sjikt, som eksempelvis kan være dampsperre eller brennbar isolasjon. Overflatens klassifisering er derimot av stor betydning for tid til antennelse og overtenning, som den grafiske fremstillingen i Figur 3.10 viser. Tolkning 1 gir derfor en svekket redundans, sammenlignet med tolkning 2. Dette kan bidra til en betydelig reduksjon av brannsikkerheten. I kapittel 6.3.4 ble regelverket for overflater og kledninger i Sverige og Tyskland presentert. Det er betydelige forskjeller mellom de preaksepterte ytelsene i disse regelverkene, og de utgjør derfor et nyttig sammenligningsgrunnlag for de to ulike fortolkningene av det norske regelverket. Winberg og Boström (2014) konkluderte med at trepanel med brannbeskyttende maling oppfylder Boverkets krav til overflater i rømningsveier. Forutsetningen er at det aktuelle produktet er klassifisert og testet som det brukes. I denne sammenhengen omtales likevel en overflate som et tynt ytre sjikt, som eksemplifiseres med et malingssjikt på en kledning, med den kombinerte klassifiseringen K₂10 B-s1,d0. Tolkningen til Winberg og Boström (2014) åpner dermed ikke for bruk av spilepanel i rømningsveier. I det tyske regelverket stilles det derimot krav til ubrennbar brannbeskyttende kledning i

rømningsveier. Dette regelverket samsvarer i større grad med Tolkning 2. I høye byggverk stilles det i tillegg krav til strengere kledningsklasser enn den som anvendes i det norske og svenske regelverket, for eksempel K₂60.

9.7 Usikkerheter

Under den komparative branntestingen var alle de trebaserte komponentene i prøveelementene brannbeskyttet, med hensikt om å oppnå Euroklasse B-s1,d0. Som beskrevet i kapittel 3.8.3, finnes det ulike produkttyper og fremstillingsprosesser for å brannbeskytte trevirket. Trefiberplatene, spilene og lektene som ble testet under den komparative branntestingen i kapittel 5 var brannbeskyttet på ulike måter, og det er usikkerhet knyttet til innvirkningen dette hadde på resultatene. Trefiberplatene var påført en brannhemmende maling som ekspanderer og danner et beskyttende sjikt ved varmepåvirkning, spilene var påført brannhemmende lakk som skal danne en beskyttende film ved brannpåkjenning, og lektene bak spilene var brannimpregnerte. I tillegg til de kontrollerte parameterne som ble presentert i forsøksmatrisen i Tabell 5.1, er måten trevirket brannbeskyttes på en tilleggsparameter som kan ha påvirket resultatene. De brannmalte trefiberplatene ansees likevel som en egnet referansetest, da dette er et sertifisert produkt som oppnår Euroklasse B-s1,d0. Testoppsettet ble tilnærmet oppsettet som brukes under SBI-tester i den grad dette var mulig. Det var likevel noen forskjeller mellom testene, som kan ha innvirkning på resultatene. I SBI-testen monteres det to prøveelementer, som møtes i et hjørne. Det samlede arealet til prøveelementer som brukes i SBI-testen er betydelig mindre enn de som ble benyttet under den komparative branntestingen, som heller ikke inneholdt en hjørneløsning. I SBI-testen plasseres brenneren i bunnen av hjørnet, med åpningen vendt oppover. Plassering av brenneren inntil to prøveelementer i et hjørne, kan være en mer kritisk løsning som gir en raskere brannutvikling, sammenlignet med den komparative branntestingen, hvor brenneren plasseres vinkelrett på prøveelementet med en avstand på 15 cm.

Under branntestingen av spilepanel ble det testet hvordan geometri, isolasjon bak spilene, brennbart substrat og åpent hulrom påvirker brannutviklingen. I kapittel 3.9 ble det nevnt flere andre faktorer, som i tillegg til de testede parameterne kan innvirke på brannutviklingen i spilepanelet. Branntestingen omfattet dermed ikke variasjoner av parametere som ventilasjonsbetingelser, treslag, spiledimensjoner eller spalteåpninger, som kunne hatt innvirkning på resultatene. Bestandigheten til det brannbeskyttede trevirket er et annet usikkerhetsmoment, og det er ikke kjent hvorvidt den brannbeskyttende effekten vil endres ved aldring av produktene.

Et annet usikkert aspekt er hvor realistisk mellomskalatesting er i forhold til reell bruk av det testede produktet i bygninger. Denne formen for branntesting gir en rangering mellom produkter som testes med begrenset brannpåvirkning, men dette gjenspeiler ikke reelle bygningsbranner. I Mellomskalatester, som branntestingen i kapittel 5 og SBI-testen, vil røyk og varme gasser kontinuerlig trekkes bort i fra prøveelementene. I tillegg omfatter disse testene kun veggelementer. Det mangler derfor et datagrunnlag for å vurdere egenskapene ved brannpåvirkning for spilehimlinger, eller spilevegger kombinert med spilehimling. I SBI-testen er kriteriet for gjennomsnittlig varmeeffekt $30,7 \pm 2,0$ kW, mens det under den komparative branntestingen ble beregnet gjennomsnittlige varmeeffekter mellom 33,3 kW og 34,8 kW. Dette er lave verdier, sammenlignet med varmeutviklingen i en reell bygningsbrann. I kapittel 3.5.2 ble Room Corner-testen beskrevet, der varmeeffekten fra brenneren er 100 kW de første 10 minuttene og 300

kW de påfølgende 10 minuttene. Brannprøving av spilepanel ved bruk av denne testmetoden ville gitt testresultater som inkluderer spilehimling, og ville samtidig gitt en indikasjon på om det brannbeskyttede trevirket beskytter mot horisontal brannspredning ved kraftigere varmepåvirkninger. I følge Buchanan og Abu (2017) og Östman *et al.* (2012), vil det brannbeskyttende stoffet være av mindre betydning ved en fullt utviklet brann, siden brannbeskyttet tre fortsatt gjennomgår pyrolyse ved en tilstrekkelig kraftig brann.

9.8 Hvordan kan mer brannsikker bruk av trespiler oppnås?

I Tabell 3.1 ble brannrisiko, i henhold til KBT (2020), definert som «kombinasjon av sannsynlighet for at en uønsket brann kan forventes å inntreffe, og omfanget av skaden som kan forventes hvis brannen inntreffer». I den komparative branntestingen ble spileelementene sammenlignet med en referansetest, som var klassifisert til klasse B-s1,d0. Forskjellene mellom disse produktenes egenskaper ved brannpåvirkning vil ikke nødvendigvis avdekkes i et brannkonsept, der det kun beskrives krav til overflater. Testene i kapittel 5 viste likevel at det var betydelige forskjeller mellom tid til antennelse, brannspredning og skadeomfangene i referansetesten og testene av spileelementer. Resultatene fra intervjuene i kapittel 8.4 viste også at aktørene som foreslår produkter og løsninger ikke nødvendigvis ser på spilepanel som mer problematisk for brannsikkerheten, sammenlignet med andre overflateprodukter.

Bruk av trespiler gir betydelig større overflateareal per vegg- eller takareal, som bidrar til en raskere brannutvikling, sammenlignet med tradisjonelle trepanel og trebaserte plater. Spilepanel gir også et økt bidrag til den permanente brannenergien i en branncelle, sammenlignet med tynne overflatesjikt. Det finnes et stort utvalg av spilepaneler på markedet, hvor flertallet av de undersøkte løsningene mangler tredjepartsdokumentasjon. Spileløsningene som er klassifiserte og sertifiserte er ikke branntestet som komplette spilemoduler som samsvarer med produktsammensetningen som benyttes i bygninger. Mange typer spileelementer kan derfor ha ytelser ved brann som ikke tilfredsstillende kriteriene i VTEK. Basert på disse aspektene er det store usikkerheter knyttet til egenskapene ved brannpåvirkning for trespiler som monteres i bygninger.

Som diskutert i kapittel 9.6, tolkes de preaksepterte ytelsene for kledninger og overflater i VTEK på ulike måter. Regelverket for overflater og kledninger virker å være krevende å forstå og forholde seg til for flere aktører, med ulike roller i byggesaker. En synliggjøring av hvordan preaksepterte ytelser for overflater og kledninger skal tolkes, kunne bidratt til å redusere misforståelser og forhindre at disse tolkes tvetydig. Presiseringer og inkludering av eksempler på hvilke ytelser som gjelder for byggevarer med utradisjonell utforming, som spilepanel, kunne også vært oppklarende i mange situasjoner.

Det europeiske klassifiseringssystemet er basert på resultater fra mellomskalatesting, og gir dermed ikke et tydelig inntrykk av produktenes ytelse ved et reelt brannforløp. Testresultatene fra SBI-testen er det kun basert på vertikalt monterte prøvematerialer på vegger. En annen problemstilling som ikke kan tallfestes nøyaktig, er dermed hvordan spiler i himling, eller en kombinasjon av vegg- og himlingsspiler, vil reagere ved brannpåvirkning. Som diskutert i kapittel 9.5.1 er materialvalg i himlinger av stor betydning for brannrisiko og brannspredning, spesielt for nedfôrede himlinger uten tilstrekkelig installasjon av sprinkleranlegg.

Resultatene fra de komparative branntestene i kapittel 5 viste at hurtig vertikal brannspredning var den mest kritiske faktoren, spesielt for prøveelementene med åpent hulrom. Det tas ikke høyde for vertikal brannspredning i SBI-testen, der kun horisontal flammespredning er et feilkriterium. I en reell brann kan hurtig brannutvikling i spilepanelet og høy oppmagasinering av røyk og varme gasser føre til tidlig involvering av andre brennbare materialer i brannforløpet, som igjen kan vanskeliggjøre evakuering og slokking. Den raske vertikale brannutviklingen gjør at bruk av trespiler som overflateprodukt spesielt kan være en kritisk løsning i trapperom, rom med stor takhøyde eller rom over flere plan.

For at mer brannsikker bruk av trespiler skal oppnås, bør testing og klassifisering av spileprodukter i vektlegges i større grad. Branntestingen av spileelementer viste at prøveelementenes egenskaper ved brannpåvirkning i stor grad avhenger av produktsammensetningen. Testing og klassifisering bør derfor utføres med produktsammensetningen som skal anvendes i praksis. Dette vil i større grad gi kontroll på om produktene som brukes i bygninger oppfyller de preaksepterte ytelsene i VTEK. Resultatene fra den komparative branntestingen viste at bruk av ubrennbar isolasjon i hulrom og ubrennbart underlagsmateriale bak spilene var en mindre kritisk løsning enn spilepanel med åpent hulrom og brennbart underlagsmateriale. Ubrennbar isolasjon i hulrom og ubrennbart underlagsmateriale begrenser brannutviklingen, og er dermed en løsning som bør anvendes ved bruk av spilepanel i bygninger. I kapittel 3.11 ble sprinkleranlegg fremhevet som et tiltak som gjør at det i noen tilfeller kan aksepteres en økt usikkerhet og en reduksjon av ytelser i de passive brannsikringstiltakene. Installering av sprinkleranlegg er et sikkerhetstiltak som i stor grad ville bidratt til mer brannsikker bruk av spilepanel.

10 Konklusjon

Oppgaven viser ved gjennomgang av regelverk for produktdokumentasjon, kartlegging av spileløsninger og casestudier at mange av dagens spileløsninger ikke oppfyller kravene til produktdokumentasjon. I de fleste tilfeller er ikke produktene branntestet, og det er dermed ikke utstedt nødvendig dokumentasjon fra et godkjent tredjepartsorgan for trespilene. Konsekvensene av dette er at det benyttes uklassifiserte produkter i byggverk, der produktets ytelse ved brannpåvirkning er ukjent. I tillegg legger dagens regelverk opp til at ulike komponenter i spileelementer kan testes enkeltvis. Selv om alle enkeltkomponentene i et spileelement er klassifiserte, er det likevel usikkerhet knyttet til det sammensatte elementet, som kan oppnå en klassifisering som ikke oppfyller de nødvendige ytelseskriteriene.

Oppgaven viser gjennom komparativ branntesting at spilepanelenes geometri, utforming og sammensetning har stor betydning for tid til antennelse, flammespredning og forkullet areal. Testene av spilepanel ga betydelig raskere brannspredning og økt forkullet areal, sammenlignet med en brannmalt trefiberplate. Åpent hulrom og brennbart underlagsmateriale ga en raskere brannutvikling, sammenlignet med prøveelementene med isolert hulrom og ubrennbart underlagsmateriale. Testresultatene viste at det var betydelige forskjeller mellom referansetesten, som var klassifisert og sertifisert til Euroklasse B-s1,d0, og testene med uklassifisert spilepanel, som var produsert med hensikt om å oppnå tilsvarende Euroklasse. Branntestingen av spilepanel ga både hurtigere brannspredning, større område som var eksponert for brannen og forverret skadeomfang for bakenforliggende materialer. Dette viser at bruk av spilepanel som overflateprodukt utgjør en betydelig større brannrisiko, sammenlignet med referansetesten. Under branntestingen av spilepanel ble det observert hurtig vertikal brannutvikling, som bidro til høy varmeavgivelse. Dermed kan bruk av trespiler som overflateprodukt spesielt være en kritisk løsning i trapperom over flere etasjer og rom med stor takhøyde. Bruk av uklassifiserte spilepaneler medfører ytterligere usikkerhet, fordi det utgjør et scenario med manglende kontroll over produktets egenskaper ved brannpåvirkning. Konsekvensene av dette kan være at spilepanelet ikke oppfyller de preaksepterte ytelsene i VTEK.

Regelverket kan på mange områder oppleves som krevende å forstå. Dette gjelder både regelverket for produktdokumentasjon og kravene til overflater og kledninger i bygninger. Trespiler er en byggevare som ikke oppfyller kravene som stilles til kledninger, men er samtidig mer enn en overflate, slik dette er definert i Byggteknisk forskrift. Endringsforslagene til de preaksepterte ytelsene for overflater og kledninger, som ble gitt ut av DiBK i 2018, inkluderer tekstforandringer og eksempler som kan bidra til en reduksjon av sikkerhetsnivået ved å åpne for bruk av trespiler som overflateprodukt i rømningsveier. Endringsforslagene er ikke innført pr. 11.06.2020, men bidrar likevel til tvetydige fortolkninger av VTEK. Det virker å være uoverensstemmelser mellom sikkerhetsnivået endringsforslagene legger opp til og kravenes opprinnelige intensjon.

Dagens produktstandard for trepanel gir begrenset informasjon om testoppsett for trespiler i SBI-testen. For at mer brannsikker bruk av trespiler skal oppnås, bør derfor en mer presis beskrivelse av dette inkluderes i produktstandarden for trepanel. Dette kan

bidra til at spileprodukter i større grad klassifiseres i henhold til regelverket. I tillegg kunne en synliggjøring av hvordan preaksepterte ytelser for overflater og kledninger skal tolkes, bidratt til å forhindre at disse tolkes tvetydig. Presiseringer og inkludering av eksempler på hvilke ytelser som gjelder for byggevarer med utradisjonell utforming, som spilepanel, kunne også vært oppklarende i mange situasjoner. Ubrennbar isolasjon i hulrom og ubrennbart underlagsmateriale begrenser brannutviklingen, og er dermed en løsning som bør anvendes ved bruk av spilepanel i bygninger. I tillegg er installering av sprinkleranlegg et tiltak som i stor grad vil påvirke brannforløpet, og som kan bidra til at et akseptabelt brannsikkerhetsnivå opprettholdes.

Dagens praksis, hvor de ulike komponentene i spilemodulene testes hver for seg, gir mangelfull informasjon om det sammensatte elementet. Presiseringer i regelverket om at åpne elementer, som spileelementer, må testes med den aktuelle produktsammensetningen ville gi et bedre informasjonsgrunnlag, og bidratt til at det sammensatte produktet oppfyller nødvendige krav til egenskaper ved brannpåvirkning. Klassifisering av trespiler er en aktuell problemstilling, hvor EU-kommisjonen i januar 2020 publiserte en oppdatert veiledning til testprosedyren. Testing i liten skala vil likevel kun gi en rangering mellom produkter som testes med begrenset brannpåkjenning. Dermed vil bruk av trespiler som overflateprodukt i bygninger innebære en usikkerhet og en risiko som ikke kan tallfestes nøyaktig ut ifra gjeldende datagrunnlag.

11 Videre arbeid

Den komparative branntestingen i denne oppgaven omhandlet bare spilepanel med eikespiler som var beskyttet med en brannhemmende lakk. Det ble ikke registrert varmeavgivelsesrate under disse testene. Ved fremtidige tester kunne måling av varmeavgivelsesrate vært en nyttig parameter for å vurdere om prøveelementene oppfyller klassifiseringskriteriene for Euroklasse B-s1,d0. Som videre arbeid foreslås også branntesting som inkluderer andre spileløsninger:

- Brannprøvinger av impregnerte- og overflatebehandlede spilepanel i SBI-testen for å vurdere forskjellene mellom disse, og om de oppfyller Euroklasse B-s1,d0. Det finnes et stort utvalg produkter for både impregnering og overflatebehandling, og det vil derfor være nødvendig å teste ulike løsninger for å oppnå et tilstrekkelig sammenligningsgrunnlag.
- Brannprøvinger av ubehandlede trespiler i SBI-testen for å undersøke om disse oppfyller Euroklasse D-s2,d0.
- I denne oppgaven ble det bare testet trespiler av eik. Komparativ branntesting som inkluderer andre treslag kan gi informasjon om hvordan ulike treslag påvirker brannforløpet. Dette kan for eksempel innebære sammenligning av eik med et mykere treslag med lavere densitet, som furu.
- Spilehimlinger ansees som mer kritiske enn spilevegger, som følge av himlingens plassering i øvre del av rommet, der store mengder røyk og varme gasser kan akkumuleres under et brannforløp. Brannprøving i Room Corner-testen etter NS-EN 14390 innebærer testing i større skala, i tillegg til at prøvematerialet monteres i både vegger og himling. Dette kan gi informasjon om hvordan økt varmeeffekt og bruk av spilepanel i himling påvirker brannforløpet.
- Vertikal brannspredning var den mest kritiske faktoren under den komparative branntestingen. Studier av spilepanel i trapperom og rom med stor takhøyde kan derfor være relevant for fremtidig arbeid.

I kapittel 9.8 ble det presentert forslag til tiltak som kan bidra til mer brannsikker bruk av trespiler. Som fremtidig arbeid med denne problemstillingen anbefales det å vurdere om eventuelle endringer og anbefalte tiltak har ønsket effekt, i form av at flere spileprodukter klassifiseres og at elementer testes med materialsammensetningen og underlagsmaterialet som samsvarer med den endelige bruken av produkt. Dette kan bidra til å redusere uforutsigbarheten ved spileelementers egenskaper ved brannpåvirkning.

Referanser

- Apte, V. B. (2006) *Flammability testing of materials used in construction, transport and mining*. Woodhead Publishing.
- Babrauskas, V. og Peacock, R. D. (1992) Heat release rate: the single most important variable in fire hazard, *Fire safety journal*, 18(3), s. 255-272. (Hentet: 04.04.2020).
- Boverket (2011) *Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR*
Tilgjengelig fra:
https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_2011-6.pdf (Hentet: 22.05.2020).
- Buchanan, A. H. og Abu, A. K. (2017) *Structural design for fire safety*. John Wiley & Sons.
- Busch, T. (2013) *Akademisk skriving for bachelor- og masterstudenter*. Bergen: Fagbokforl.
- Byggforsk (2013) *321.051 Brannenergi i bygninger. Beregninger og statistiske verdier*.
Tilgjengelig fra:
https://www.byggforsk.no/dokument/4096/brannenergi_i_bygninger_beregninger_og_statistiske_verdier (Hentet: 19.05.2020).
- Byggforsk (2014) *550.365 Boligsprinkleranlegg*. Tilgjengelig fra:
<https://www.byggforsk.no/dokument/4118/boligsprinkleranlegg> (Hentet: 18.05.2020).
- Byggforsk (2016) *570.001 Krav til produktdokumentasjon for omsetning og bruk av byggevarer*. Tilgjengelig fra:
https://www.byggforsk.no/dokument/565/krav_til_produktdokumentasjon_for_omsetning_og_bruk_av_byggevarer (Hentet: 14.02.2020).
- Byggforsk (2017a) *520.320 Brannteknisk klassifisering og dokumentasjon av bygningsdeler og byggeprodukter*. Tilgjengelig fra:
https://www.byggforsk.no/dokument/315/brannteknisk_klassifisering_og_dokumentasjon_av_bygningsdeler_og_byggeprodukter (Hentet: 12.02.2020).
- Byggforsk (2017b) *321.022 Oversikt over krav og løsninger ved brannteknisk prosjektering av bygninger*. Tilgjengelig fra:
https://www.byggforsk.no/dokument/3307/oversikt_over_krav_og_loesninger_ved_brannteknisk_prosjektering_av_bygninger (Hentet: 12.02.2020).
- Byggforsk (2018) *543.613 Nedfôret himling*. Tilgjengelig fra:
https://www.byggforsk.no/dokument/494/nedforet_himling (Hentet: 12.03.2020).
- DiBK (2010) *Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning*. Tilgjengelig fra:
<https://dibk.no/byggeregler/sak/> (Hentet: 24.03.2020).
- DiBK (2013) *Forskjell mellom omsetning og bruk av byggevarer*. Tilgjengelig fra:
<https://dibk.no/byggevarer/krav-til-alle-byggevarer/forskjell-mellom-omsetning-og-bruk-av-byggevarer/> (Hentet: 20.02.2020).
- DiBK (2016) *Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)*. Tilgjengelig fra:
<https://dibk.no/byggeregler/dok/> (Hentet: 20.05.2020).
- DiBK (2017) *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Tilgjengelig fra:
<https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/> (Hentet: 10.03.2020).
- DiBK (2018a) *Forslag til endringer i veiledningen til TEK17*. Tilgjengelig fra:
https://dibk.no/globalassets/horinger/horing-tek/110418_forslag-til-endringer-i-veiledningen-til-tek17--11-9-m.fl/horingsnotat-tek17-11-9.pdf (Hentet: 09.03.2020).
- DiBK (2018b) *Kommunalt tilsyn med produktdokumentasjon*. Tilgjengelig fra:
<https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/veiledning-for-kommunalt-tilsyn-med-produktdokumentasjon/> (Hentet: 20.05.2020).

- DIBt (2016) *Musterbauordnung*. Tilgjengelig fra: <https://www.bauministerkonferenz.de/lbo/VTMB102.pdf>.
- Drysdale, D. (2011) *An introduction to fire dynamics*. John Wiley & Sons.
- DSB (2019) *Temaveiledning om bruk av farlig stoff del 1 - Forbruksanlegg for flytende og gassformig brensel*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsb.no/lover/farligestoffer/veiledning-til-forskrift/temaveiledning-om-bruk-av-farlig-stoff-del-1---forbruksanlegg-for-flytende-og-gassformig-brensel/#definisjoner--4-og-tekniske-data> (Hentet: 30.05.2020).
- Edvardsen, K. og Ramstad, T. (2014) *Trehus Håndbok 5 (Wood frame houses handbook no 5)*.
- Europakommisjonen (n.a.) *Construction Products Regulation (CPR)*. Tilgjengelig fra: https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/product-regulation_en (Hentet: 27.02.2020).
- Evans, F. G. (2003) Brannbeskyttet trevirke. Tilgjengelig fra: <http://www.trefokus.no/resources/filer/fokus-pa-tre/31-Brannbeskyttet-trevirke.pdf> (Hentet: 01.05.2020).
- Hovde, P. J. (2012) *Produkter til byggverk - prøving og klassifisering av egenskaper ved brannpåvirkning. Fra nasjonale til europeiske metoder.*: Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU(Hentet: 15.03.2020).
- Huggett, C. (1980) Estimation of rate of heat release by means of oxygen consumption measurements, *Fire and Materials*, 4(2), s. 61-65. (Hentet: 27.03.2020).
- KBT (2020) *Faguttrykk*. Tilgjengelig fra: <http://www.kbt.no/faguttrykk.asp>.
- Klakegg, O. J. (2006) *Målformulering i store statlige investeringsprosjekt*. Concept-programmet(Hentet: 14.03.2020).
- Knarud, J. I. B. (2018) *Brannsikkerhet, prosjektering og regelverk*. (TBA4165 Bygningsteknikk). Tilgjengelig fra: <https://ntnu.blackboard.com> (Hentet: 08.05.2020).
- Mikkola, E. (2004) Review of reaction to fire performance of wood based products, i *Proceedings of the 8th World Conference on Timber Engineering*. Wood Focus Lahti, Finland, s. 313-318.
- NTNU (2019) *Finne kilder*. Tilgjengelig fra: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Finne+kilder>.
- Pauner, M. (2020) *NB-CPR_SH02_20_837 Guidance*. DBI Group(Hentet: 02.05.2020).
- Regjeringen (n.a.) *Prop. 77 L (2016-2017). Lov om klimamål (klimaloven)*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-77-l-20162017/id2546463/?ch=4>.
- Sander, K. (2019) *Forskningsdesign*. Tilgjengelig fra: <https://estudie.no/hva-er-forskningsdesign/>.
- SINTEF Certification (n.a.-a) *SINTEF Teknisk Godkjenning (TG)*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintefcertification.no/PortalPage/Index/56> (Hentet: 07.02.2020).
- SINTEF Certification (n.a.-b) *SINTEF Produktsertifikat (PS)*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintefcertification.no/PortalPage/Index/57> (Hentet: 06.02.2020).
- SINTEF Certification (n.a.-c) *Europeisk CPR-sertifikat som grunnlag for CE-merking*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintefcertification.no/PortalPage/Index/248> (Hentet: 06.02.2020).
- SINTEF NBL (2010) *Prøvsrapport: Indikativ brannteknisk prøving av spilepanel med Tyvek® Vindsperre i henhold til NS-EN 13823:2002*. (10049)(Hentet: 05.05.2020).
- Standard Norge (2004) *NS-EN 14135:2004 Kledninger - Bestemmelse av evne til brannbeskyttelse*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/nettbutikk/produktkatalogen/produktpresentasjon/?ProductID=139188> (Hentet: 03.04.2020).
- Standard Norge (2008) *NS-EN 1991-1-2:2002+NA:2008 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 1-2: Allmenne laster - Laster på konstruksjoner ved brann* (Hentet: 27.03.2020).
- Standard Norge (2009) *Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner - Del 1-2: Brannteknisk dimensjonering*. Tilgjengelig fra:

- <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=396858> (Hentet: 28.04.2020).
- Standard Norge (2010a) *Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner - Del 1-2: Brannteknisk dimensjonering*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=418958> (Hentet: 01.05.2020).
- Standard Norge (2010b) *NS-EN 13238 Prøving av byggevarers egenskaper ved brannpåvirkning - Kondisjoneringprosedyrer og generelle regler for valg av underlag*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=428507> (Hentet: 02.05.2020).
- Standard Norge (2011) *NS-EN ISO 11925-2:2010 Prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning - Antennelighet av byggeprodukter ved direkte påvirkning av flamme - Del 2: Prøving med én enkelt flamme (ISO 11925-2:2010)* (Hentet: 18.02.2020).
- Standard Norge (2015) *NS-EN 13823:2010+A1:2014 Prøving av byggevarers egenskaper ved brannpåvirkning - Byggeprodukter (unntatt gulvbelegg) som utsettes for termisk påkjennning fra en brennende gjenstand*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=732314> (Hentet: 18.02.2020).
- Standard Norge (2017) *NS-EN 14915:2013+A1:2017+NA:2017 Panelbord og kledningsbord av heltre - Egenskaper, evaluering av samsvar og merking*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=954027> (Hentet: 03.04.2020).
- Standard Norge (2019a) *NS-EN 13501-1:2018 Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler - Del 1: Klassifisering ved bruk av resultater fra prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1026484> (Hentet: 18.02.2020).
- Standard Norge (2019b) *Norsk Standard*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/standardisering/norsk-standard/> (Hentet: 13.02.2020).
- Standard Norge (2019c) *CE-merking*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/standardisering/ce-merking/> (Hentet: 04.02.2020).
- Standard Norge (2020) *NS-EN 12845:2015+A1:2019 Faste brannsløkkesystemer – Automatiske sprinklersystemer – Dimensjonering, installering og vedlikehold*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1122750> (Hentet: 15.04.2020).
- Steen-Hansen, A. og Hovde, P. J. (2000) *Bygningsmaterialers egenskaper ved brannpåvirkning - Oversettelse av nasjonale klasser til Euroklasser*. (STF22 A00827). Tilgjengelig fra: <https://risefr.com/media/publikasjoner/upload/stf22-a00827.pdf> (Hentet: 25.02.2020).
- Steen-Hansen, A. (2018a) *Utredning – branntekniske ytelser for kledninger og overflater*. (A18 20354:1). Tilgjengelig fra: <https://risefr.no/media/publikasjoner/upload/2018/rise-fire-research-rapport-a18-20354-1-utredning-kledninger-og-overflater.pdf> (Hentet: 11.02.2020).
- Steen-Hansen, A. (2018b) *Kledninger og overflater*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/globalassets/2.-verktoy-og-veivisere/brannsikkerhet/fagdag-brann-2018/181213-fagdag-brann-kledninger-og-overflater-a-steen-hansen.pdf> (Hentet: 18.03.2020).
- Steen-Hansen, A. (2019) *Reaction to Fire Classification in Europe – a short overview*. (TBA4177 Brannsikkerhet i byggverk, videregående kurs). Tilgjengelig fra: www.ntnu.blackboard.no (Hentet: 07.06.2020).
- Sundström, B. (1999) *THE RELATIONSHIP OF THE SBI TEST TO THE REFERENCE SCENARIO i, BORÅS, Sweden*. SP Swedish National Testing and Research Institute.

- Tjora, A. H. (2017) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 3. utg. utg. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Trondal, J. (2019) *EU - Den europeiske union*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/EU_-_Den_europeiske_union (Hentet: 26.02.2020).
- UNEP & IEA (2018) *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global status report 2018*. Tilgjengelig fra: <https://www.worldgbc.org/sites/default/files/2018%20GlobalABC%20Global%20Status%20Report.pdf> (Hentet: 15.03.2020).
- Winberg, D. og Boström, L. (2014) *Beklädnad klass K210/B-s1,d0*. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Tilgjengelig fra: <http://www.sfpe-biv.se/attachments/article/10137/Bekl%C3%A4dnad%20klass%20K210-B-s1,d0.pdf> (Hentet: 11.04.2020).
- Yii, E. H., Buchanan, A. H. og Fleischmann, C. M. (2006) Simulating the effects of fuel type and geometry on post-flashover fire temperatures, *Fire safety journal*, 41(1), s. 62-75. (Hentet: 07.05.2020).
- Yii, H. W. (2000) *Effect of surface area and thickness on fire loads*. (1173-5996)(Hentet: 10.04.2020).
- Östman, B. og Mikkola, E. (2004) European classes for the reaction to fire performance of wood products (except floorings). Tilgjengelig fra: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962295/FULLTEXT01.pdf> (Hentet: 04.03.2020).
- Östman, B. og Mikkola, E. (2006) European classes for the reaction to fire performance of wood products, *European Journal of Wood and Wood Industries*, 64(4), s. 327-337. Tilgjengelig fra: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00107-006-0116-x.pdf> (Hentet: 16.03.2020).
- Östman, B. og Lagerström, J. (2010) *Fire safety in timber buildings. Technical guideline for Europe. English summary*. Tilgjengelig fra: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:961427/FULLTEXT01.pdf> (Hentet: 17.04.2020).
- Östman, B., Hilling, R. og Boström, L. (2012) *Fire protection ability of wood products*. Tilgjengelig fra: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962676/FULLTEXT01.pdf> (Hentet: 14.05.2020).
- Östman, B. et al. (2012) *Brandsäkra trähus 3: nordisk-baltisk kunskapsöversikt och vägledning*.

Vedlegg

Vedlegg A – Mal for Ytelseserklæring

Vedlegg B – Mal for CPR-sertifikat

Vedlegg C – Intervjuguide

Vedlegg A – Mal for Ytelseserklæring

YTELSESERKLÆRINGEN

Nr.

1. Varetypens unike identifikasjonskode:
2. Tilsiktet bruksområde:
3. Produsent:
4. Autorisert representant:
5. System eller systemer for vurdering og verifikasjon av byggevarers ytelser:
- 6a. Harmonisert produktstandard:
Teknisk(e) kontrollorgan:
- 6b. Europeisk bedømmelsesdokument:
Europeisk teknisk bedømmelse:
Teknisk bedømmelsesorgan:
Tekniske kontrollorgan:
7. Angitte ytelser:
8. Bruk av hensiktsmessig teknisk dokumentasjon og/eller spesifikk teknisk dokumentasjon:

Ytelser for denne byggevaren, som er anført ovenfor, er i overensstemmelse med de angitte ytelsene. Denne ytelseserklæringen er utarbeidet i overensstemmelse med forordning (Europakommisjonen) nr. 305/2011 under eneansvar til produsenten, som er anført ovenfor.

Underskrevet for produsenten og på dennes vegne av:

[Sted]

[dato]

[Navn]

[Underskrift]

Vedlegg B – Mal for CPR-sertifikat



Utpekt kontrollorgan nr. 1071
SINTEF
Postboks 124 Blindern – NO-0314 Oslo

SAMSVARSSERTIFIKAT FOR FORUTSATT YTELSE

1071- CPR - ZZZZZ

I overensstemmelse med Forordning 305/2011/EU fra Europaparlamentet og Det Europæiske Råd av 9 Mars 2011 (Byggevareforordningen, CPR), gjelder dette sertifikatet for byggevaren

< Produkt(er) >

(produktparametere (produktets yteevne) og klasser; "CE-merkningsmetode(r) hvis aktuelt; beskrivelse av produkt (identifikasjon og bruksområde(r), som tiltenkt av produsenten og angitt i ytelseserklæringen)

produsert av eller for

< Navn på produsent eller autorisert representant >

(Full adresse)

og produsert i fabrikk(ene)

< Navn på fabrikk(er) >

(Full adresse)

Dette sertifikatet attesterer at alle bestemmelser vedrørende vurdering og verifisering av at forutsatt ytelse og ytelsen beskrevet i Annex ZA i standarden(e) **eller** i ETA

< EN AAAA:yyyy/An:yyyy/AC:yyyy > **eller** < ETA yy/BBBB >

under system 1+ eller 1 er overholdt og at

produktet(-ene) tilfredsstillere alle foreskrevne krav angitt over.

Sertifikatet ble første gang utstedt xx.yy.zzzz, og vil være gyldig så lenge det ikke gjøres endringer av betydning i produkt og produksjonsbetingelser i fabrikk, eller i kravene til prøvemethoder og/eller fabrikkproduksjonskontroll gitt i den harmoniserte standarden, og som brukes til å vurdere ytelsene til egenskapene som er deklareret, eller senest xx.yy.zzzz, forutsatt at sertifikatet er listet på www.sintefcertification.no.

eller

Sertifikatet ble første gang utstedt xx.yy.zzzz, og vil være gyldig så lenge den europeiske tekniske vurderingen er gyldig, og det ikke gjøres endringer av betydning i produksjonsbetingelser i fabrikk eller i fabrikkproduksjonskontrollen, eller senest xx.yy.zzzz, forutsatt at sertifikatet er listet på www.sintefcertification.no.

Oslo, xx.yy.zzzz

.....
Steinar K. Nilsen
Sertifiseringsleder

Vedlegg C – Intervjuguide

Innledende informasjon

1. Informanten må godta at det gjøres lydopptak av intervjuet.
2. Svarene vil anonymiseres, og det vil ikke deles informasjon som gjør at informanten kan bli gjort til kjenne.
3. Informanten skal vite at intervjuet kan avbrytes når som helst.
4. Det vil bli skrevet referat av intervjuet så ordrett som mulig.
5. Innhold kan bli brukt i masteroppgaven.

Spørsmål

1. Når begynte man å anvende spilepanel som overflateprodukt i bygninger? Er dette et moderne produkt, eller har lignende produkter tradisjonelt vært benyttet?
2. Hvor ofte prosjekterer dere med spilepanel som innvendig overflateprodukt? Er dette en sjelden/spesiell løsning eller noe som regelmessig benyttes?
3. Hvilke fordelaktige egenskaper ved spilepanelet gjør at denne byggevaren velges som overflateprodukt? Har spilepanel noen negative egenskaper som må tas med i vurderingen?
4. I hvilke typer bygg er det vanlig å anvende spilepanel?
5. I hvilke deler av bygninger benyttes spilepanel som overflateprodukt?
6. Hvilke typer oppbygning benyttes vanligvis for spilepanel? Hvilke komponenter består spileelementene vanligvis av?
7. Hvilket substrat (underlagsmateriale) er vanlig å anvende bak spilepanelet? Har substratets egenskaper ved brann innvirkning på valg av overflateprodukt?
8. Hvordan vurderer dere brannrisiko når dere prosjekterer? Har dette påvirkning på valg av byggevarer i store brannceller og rømningsveier?
9. Er brannsikkerhet en del av vurderingen ved bruk av massivtre eller spilepanel som synlig overflateprodukt?
10. I hvilke situasjoner involveres brannrådgiveren ved valg av overflateprodukt? Når kan slike beslutninger gjøres uten behov for å involvere brannrådgiver?
11. Hvordan kategoriserer dere spilepanel som produkt? Ser dere på det som et overflateprodukt, kledning, interiør eller annet?
12. I hvor stor grad avhenger produktvalgene dere gjør av regelverket for tekniske krav til byggverk (TEK) og regelverket for produktdokumentasjon (DOK)?
13. I hvilke situasjoner har arkitekten ansvar for å vurdere dokumentasjonen for produkter? Hvilken dokumentasjon krever dere for spilepanel, og hvordan går dere frem for å vurdere denne dokumentasjonen?
14. Med hensyn til brannsikkerhet: Vurderer dere spiler på en annen måte enn glatte treoverflater når dere prosjekterer? Er prosjektering av spilepanel mer/mindre utfordrende sammenlignet med andre vegg-/himlingspanel? Er det andre hensyn eller vurderinger som må tas ved prosjektering av spilepanel?