

Rapport

Plast i byggevarer og brannsikkerhet

Forprosjekt

Forfattere

Anne Steen-Hansen

Nina K. Reitan

Eva Andersson



SINTEF NBL asPostadresse:
Postboks 4767 Sluppen
7465 TrondheimSentralbord: 73591078
Telefaks: 73591044nbl@nbl.sintef.no
www.nbl.sintef.noForetaksregister:
NO 982 930 057 MVA

Rapport

Plast i byggevarer og brannsikkerhet

Forprosjekt

EMNEORD:Brann
Sikkerhet
Plast
Bygningsmaterialer**VERSJON**

1.0

DATO

2013-02-04

FORFATTEREAnne Steen-Hansen
Nina K. Reitan
Eva Andersson**OPPDRAKSGIVERE**Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
Direktoratet for byggkvalitet**OPPDRAKSGIVERS REF.**Lars Haugrud
Vidar Stenstad**PROSJEKTNR**

107573

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

69 + 2 vedlegg

SAMMENDRAG

Denne rapporten presenterer resultater fra et forprosjekt utført under forskningsavtalen mellom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og SINTEF NBL. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har også bidratt med finansiering og som deltaker i styringskomitéen for prosjektet. Hensikten med forprosjektet har vært å gi en oversikt over bruksområder der det har oppstått, eller kan oppstå, problemer med anvendelse av plastprodukter i forhold til branntekniske ytelser angitt i byggreglene.

Rapporten gir en oversikt over ulike typer plast, ulike byggevarer, og hvordan disse produktene kan oppføre seg i brann. Relevant regelverk er også beskrevet. Synspunkter fra ulike aktører med interesse for området er presentert.

På bakgrunn av dette har vi foreslått hvordan man gjennom en videreføring av prosjektet kan skape et grunnlag som fører til at byggevarer i plast kan brukes på en brannsikker måte.

UTARBEIDET AV

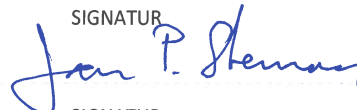
Anne Steen-Hansen

SIGNATUR

**KONTROLLERT AV**

Jan P. Stensaas

SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Are W. Brandt

SIGNATUR

**RAPPORTNR**

NBL A12138

ISBN

978-82-14-00113-6

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

| VERSJON | DATO | VERSJONSBEKRIVELSE |
|---------|------------|---|
| 0.1 | 2012-12-21 | Rapportutkast sendt til DSB og DiBK for kommentar |

| | | |
|-----|------------|-----------------------------------|
| 1.0 | 2013-02-04 | Første versjon av endelig rapport |
|-----|------------|-----------------------------------|

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|-----------|
| Sammendrag og konklusjoner | 6 |
| Forkortelser for plast og kjemiske forbindelser | 8 |
| 1 Innledning | 9 |
| 1.1 Bakgrunn | 9 |
| 1.2 Målsetting | 9 |
| 1.3 Metoder | 9 |
| 1.4 Begrensninger | 10 |
| 2 Plastmaterialer – utbredelse og etterspørsel | 11 |
| 2.1 Utvikling og utbredelse av plast..... | 11 |
| 2.2 Etterspørsel og bruksområder i byggeindustrien | 11 |
| 2.3 Eksempler på produkttyper | 12 |
| 2.3.1 Isolasjonsmaterialer | 12 |
| 2.3.2 Sandwichpaneler | 14 |
| 3 Produksjon og klassifisering av plast..... | 15 |
| 3.1 Vanlige plastmaterialer og deres branntekniske egenskaper..... | 16 |
| 3.1.1 Akrylplast | 16 |
| 3.1.2 Aminoplast..... | 17 |
| 3.1.3 Epoksyplast | 17 |
| 3.1.4 Fenol-formaldehydplast (PF-plast) | 18 |
| 3.1.5 Plast basert på isocyanater | 18 |
| 3.1.6 Polyester | 20 |
| 3.1.7 Polykarbonat (PC) | 20 |
| 3.1.8 Polystyren (PS)..... | 22 |
| 3.1.9 Polyolefinplast | 22 |
| 3.1.10 Polyvinylklorid-plast (PVC)..... | 23 |
| 3.1.11 Kompositter og laminater..... | 25 |
| 3.1.12 Skumplast | 25 |
| 3.2 Fremtidens plastmaterialer | 27 |
| 4 Forsknings- og utredningsaktiviteter relatert til brannsikkerhet og plast i bygg i Norge og Norden – et historisk perspektiv | 28 |
| 4.1 Aktiviteter på 1960- og 1970-tallet..... | 28 |
| 4.2 Aktiviteter på 1980- og 1990-tallet..... | 29 |
| 4.3 EUREFIC-programmet | 29 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.4 | Nyere utredninger og prosjekter | 30 |
| 5 | Byggeregler | 33 |
| 5.1 | Regulering av plastprodukter i Norge - historisk utvikling..... | 33 |
| 5.1.1 | Byggeforskrift av 1969 | 33 |
| 5.1.2 | Byggeforskrift av 1985 | 33 |
| 5.1.3 | Byggeforskrift av 1987 | 34 |
| 5.1.4 | Plastmeldingen | 35 |
| 5.1.5 | Byggeforskrift av 1997 – TEK - med veiledning | 36 |
| 5.1.6 | Byggeforskrift av 2010 – TEK 10 | 37 |
| 5.2 | Dagens regelverk i utvalgte land i Europa | 38 |
| 5.2.1 | Sverige | 38 |
| 5.2.2 | Danmark | 39 |
| 5.2.3 | Tyskland | 39 |
| 5.2.4 | Storbritannia | 39 |
| 6 | Dokumentasjon av byggevarer | 41 |
| 6.1 | EUs byggevedirektiv..... | 41 |
| 6.1.1 | Grunnleggende krav i byggevedirektivet | 41 |
| 6.1.2 | Harmoniserte standarder | 41 |
| 6.1.3 | Produktstandarder og CE-merking | 41 |
| 6.1.4 | Klassifiseringsstandarder, prøvingsstandarder og EXAP-standarder | 41 |
| 6.1.5 | Brannprøving og brannklassifisering | 42 |
| 6.1.6 | Euroklasser for byggevarer | 43 |
| 6.2 | Relevante produktstandarder for byggevarer i plast..... | 44 |
| 6.3 | Krav til dokumentasjon av byggevarer i TEK 10..... | 46 |
| 7 | Plastmaterialer i bygg og brann | 47 |
| 7.1 | Produksjon av røyk og giftige gasser | 47 |
| 7.2 | Faktorer som påvirker forbrenning og røykproduksjon | 48 |
| 8 | Erfaring fra branner der byggevarer i plast var involvert | 50 |
| 8.1 | Brann i Vik Torg, 6. juli 2007 | 50 |
| 8.2 | Brann i Bergseng bo- og servicesenter, Harstad, 18. mars 2001 | 50 |
| 8.3 | Brann i Sveio Omsorgssenter, 9. juni 2007 | 51 |
| 8.4 | Sammendrag fra branner som har inngått i studien | 51 |
| 9 | Synspunkter fra ulike aktører | 53 |
| 9.1 | Forsikringsbransjen | 53 |
| 9.2 | Plastprodusenter og -leverandører..... | 54 |
| 9.3 | Politi | 55 |
| 9.4 | Brannvesen | 56 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 9.5 | Brannrådgivere | 57 |
| 10 | Diskusjon..... | 60 |
| 10.1 | I hvilken grad bidrar byggevarer i plast til brann? | 60 |
| 10.2 | Gir materialer som ikke inneholder plast bedre brannsikkerhet?..... | 60 |
| 10.3 | Mangelfull dokumentasjon | 61 |
| 10.4 | Kunnskap og informasjon | 61 |
| 10.5 | Omtale i media..... | 62 |
| 10.6 | Tiltak for å bedre brannsikkerheten ved bruk av byggevarer i plast | 62 |
| 11 | Forslag til videre arbeid | 63 |
| 11.1 | Vurdere om VTEK 10 er tilpasset dagens byggevarer..... | 63 |
| 11.2 | Kartlegge omfang av byggevarer i plast..... | 63 |
| 11.3 | Kartlegge konsekvenser av branner..... | 63 |
| 11.4 | Branntesting..... | 64 |
| 11.5 | Informasjonsmateriale og kunnskapsformidling | 64 |
| | Referanser | 65 |

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg A: Plast og egenskaper

Vedlegg B: Erfaring fra branner

Sammendrag og konklusjoner

Denne rapporten presenterer resultater fra et forprosjekt utført under forskningsavtalen mellom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og SINTEF NBL. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har også bidratt med finansiering og som deltaker i styringskomitéen for prosjektet.

Plast er stadig mer utbredt som bygningsmateriale, og nye produkter og anvendelser blir utviklet og markedsført. Samtidig er det en utbredt skepsis til bruken av plast i enkelte bygg- og brannfaglige miljøer. Noe av skepsisen kan skyldes manglende kunnskap, noe kan skyldes manglende tilgjengelig informasjon, og noe kan skyldes enkelte dårlige erfaringer med brann i plastmaterialer. Det finnes også eksempler på at plastmaterialer brukes feil i forhold til hvordan de branntekniske egenskapene er dokumentert.

Hensikten med forprosjektet har vært å gi en oversikt over bruksområder der det har oppstått, eller kan oppstå, problemer med anvendelse av plastprodukter i forhold til branntekniske ytelser angitt i de norske byggereglene (TEK 10 med veiledning). Dette vil være viktig bakgrunnsinformasjon ved eventuelle endringer av byggereglene, og med hensyn til hvordan tilsyn i bygninger med byggevarer av plast bør utføres. Som grunnlag for denne oversikten har vi gjennomført litteratursøk og søk etter informasjon om plast generelt og byggevarer i plast spesielt fra relevante kilder. Vi har kontaktet ulike aktører for å få deres innspill til temaet, og vi har samlet informasjon om branner der plast har hatt en betydning for brannforløpet. Rapporten gir også en oversikt over utviklingen av det byggtekniske regelverket og forskningsaktiviteter innenfor plast og brann i Norge.

Plast er ikke en ensartet gruppe materialer. Det finnes ulike typer plast som oppfører seg på ulike vis i en brannsituasjon. Innenfor en og samme type plast er det også stor variasjon i brannegenskapene, avhengig av mange ulike faktorer, som utforming, densitet og ulike tilsetningsstoffer. Det finnes plastmaterialer som antennes lett og brenner heftig, noen avgir mye svart røyk, andre har svært giftig røyk. Andre plastmaterialer kan ha gode brannegenskaper, er vanskelige å antenne og avgir lite eller moderate mengder røyk. Derfor er det vanskelig å gi en generell konklusjon om at plast er akseptabelt eller uakseptabelt i bygninger. Det kommer an på så mangt, og er avhengig av type byggevarer, det spesifikke produktet, hvor det skal anvendes og i hvilken type bygning. Dagens byggeregler er i prinsippet materialnøytrale, og samme regler gjelder for byggevarer i samme type bruksområder, uavhengig av hva byggevareren er laget av. Det er brannegenskapene som er avgjørende for hvordan og hvor produktene kan anvendes. Imidlertid skaper skillet mellom brennbar og ubrennbar isolasjon problemer for enkelte anvendelser av plastisolasjon, som ved isolasjon av tak, og ved fasadesystemer med plastisolasjon.

Noe av det vi opplever skaper problemer med hensyn til anvendelse av plast i bygg og brannssikkerhet, er mangel på kunnskaper hos ulike aktører. Dette gjelder både med hensyn til forståelse for betydningen av ulike brannegenskaper, og mangelfulle kunnskaper om det europeiske systemet for dokumentasjon av byggevarer, og kravene til dokumentasjon gitt i TEK 10. Dermed kan dokumentasjonen i byggeprosjekter bli mangelfull eller feil.

På bakgrunn av all informasjonen vi har gått gjennom i prosjektet, har vi foreslått hvordan man gjennom en videreføring av prosjektet kan skape et grunnlag som fører til at byggevarer i plast kan brukes på en brannsikker måte av ulike aktører (arkitekter, prosjekterende og utførende).

En aktivitet i en videreføring kan være å vurdere hvor godt VTEK 10 er tilpasset dagens byggevarer, både med hensyn til bygningsmaterialer generelt og plast spesielt.

En kartlegging av omfanget av enkelte typer byggevarer i plast i utvalgte bygningskategorier kan gi nyttig informasjon om hvor utbredt bruken av plast er i norske bygninger i dag. Et område som kan være verdt å

undersøke spesielt, er driftsbygninger i landbruket. Her har vi opplysninger om at det er en økt bruk av plastmaterialer, og det kan være formålstjenlig å undersøke hvilke produkter det er snakk om, hvordan de brukes, og om anvendelsen er i tråd med byggereglene.

Det er også foreslått problemstillinger som bør undersøkes nærmere ved branntesting, som effekten av skader på sandwichpaneler, hvor gode de preaksepterte løsningene for brennbar isolasjon på tak er, og hva kravet om maksimalt 50 MJ/løpeter korridor for kabel i rømningsvei betyr i praksis.

Vi foreslår også å utarbeide grunnlag for å utarbeide informasjonsmateriell og formidle kunnskaper til ulike aktører i bransjen.

Forkortelser for plast og kjemiske forbindelser

| | |
|------------------|--|
| ABS | Akrylonitril-butadien-styren |
| CO | Karbonmonoksid (kullos) |
| CO ₂ | Karbondioksid (kullsyre) |
| EPS | Ekspandert polystyren |
| GUP | Glassfiberarmert umettet polyester |
| H ₂ S | Hydrogendisulfid, dihydrogensulfid |
| HC | Hydrokarbon |
| HCl | Hydrogenklorid (saltsyre) |
| HCN | Hydrogencyanid (blåsyre) |
| HDPE | High density polyetylen |
| HIPS | High impact polystyren |
| LDPE | Low density polyetylen |
| MF | Melaminformaldehyd |
| NH ₃ | Ammoniakk |
| NO | Nitrogenmonoksid |
| NO ₂ | Nitrogendioksid |
| PA | Polyamid |
| PAH | Polyaromatiske hydrokarbonforbindelser |
| PC | Polykarbonat |
| PE | Polyetylen |
| PET | Polyetylenetereftalat |
| PES | Polyester |
| PFG | Fenolformaldehyd |
| PIR | Polyisocyanurat |
| PMMA | Polymetyl metakrylat |
| POM | Polyoksymetylen |
| PP | Polypropylen |
| PS | Polystyren |
| PTFE | Polytetrafluoroetylen |
| PUR | Polyuretan |
| PVC | Polyvinylklorid |
| SAN | Styren akrylonitril |
| UF | Ureaformaldehyd |
| VOC | Volatile organic compounds (flyktige organiske forbindelser) |

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Plast er stadig mer utbredt som bygningsmateriale, og nye produkter og anvendelser blir utviklet og markedsført. Samtidig er det en utbredt skepsis til bruken av plast i enkelte bygg- og brannfaglige miljøer. Noe av skepsisen kan skyldes manglende kunnskap, noe kan skyldes manglende tilgjengelig informasjon, og noe kan skyldes enkelte dårlige erfaringer med brann i plastmaterialer. Det finnes også eksempler på at plastmaterialer brukes feil i forhold til hvordan de branntekniske egenskapene er dokumentert.

Det er imidlertid hevet over tvil at byggevarer i plast er kommet for å bli, fordi de ofte er rimelige å produsere, enkle å installere og modifisere, samtidig som de har en rekke gode egenskaper som bygningsmaterialer. Økte energikrav til bygninger vil for eksempel kunne føre til økt bruk av plastisolasjon, men dette krever kunnskaper om hvordan brennbar isolasjon skal anvendes for å gi tilfredsstillende brannsikkerhet.

Skepsisen til plast i bygg er ikke ny. I Norge ble det uttrykt bekymring over økt utbredelse av plast allerede for femti år siden, og dette førte til flere forskningsaktiviteter innenfor feltet plast og brann. I årenes løp er det lagt ned mye engasjement og ressurser på fagområdet, og sammen med utvikling på andre felt innenfor brannteknikk, risikoanalyse og barrieretekning, er brannsikkerheten i norske bygninger stadig blitt bedre.

Dette forprosjektet er utført som et prosjekt under forskningsavtalen mellom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og SINTEF NBL. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har også bidratt med finansiering og som deltaker i styringskomitéen for prosjektet.

1.2 Målsetting

Hensikten med forprosjektet har vært å gi en oversikt over bruksområder der det har oppstått, eller kan oppstå, problemer med anvendelse av plastprodukter i forhold til branntekniske ytelser angitt i byggereglene. Dette vil være viktig bakgrunnsinformasjon ved eventuelle endringer av byggereglene, og med hensyn til hvordan tilsyn i bygninger med byggevarer av plast bør utføres. Det kan også ha betydning for valg av slokketeknikk, slokkemiddel og innsats ved brann.

På bakgrunn av dette har vi foreslått hvordan man gjennom en videreføring av prosjektet kan skape et grunnlag som fører til at byggevarer i plast kan brukes på en brannsikker måte av ulike aktører (arkitekter, prosjekterende og utførende).

1.3 Metoder

Innhenting av informasjon er gjennomført ved litteratursøk i databaser, søk på internett og ved direkte kontakt med relevante miljøer. Følgende aktører har bidratt med informasjon til prosjektet:

- Forsikringsbransjen
- Politi
- Brannvesen
- Brannrådgivere
- Byggevareprodusenter

1.4 Begrensninger

Prosjektet har ikke vurdert andre egenskaper eller forhold knyttet til byggevarer i plast, slik som produksjonskostnader, bruksegenskaper, bærekraft, miljøpåvirkning, avfallshåndtering etc. Dette er egenskaper som vil kunne påvirke vurderinger av hvor egnet produktene er i bruk i positiv eller negativ retning.

Prosjektet omfatter ikke brannsikkerhet knyttet til inventar i plastmaterialer, som møbler, madrasser, løse gulvtepper etc.

I prosjektplanen var det beskrevet gransking av branner der plastmaterialer hadde bidratt i brannutviklingen. Det har ikke vært noen relevante branner i Sør-Trøndelag i prosjektperioden, så denne aktiviteten kunne ikke gjennomføres.

2 Plastmaterialer – utbredelse og etterspørsel

2.1 Utvikling og utbredelse av plast

Plastmaterialene ble utviklet tidlig på 1900-tallet. Bakelitt ble utviklet av amerikaneren L. H. Baekeland i 1908 og oppkalt etter ham, og var den første praktisk anvendbare fenolplasten [1]. Bakelitt ble mye brukt i elektriske apparater og stikkontakter, men er i dag i hovedsak erstattet av andre plastmaterialer som er enklere og rimeligere å fremstille. Utvikling av polymeriserte plaster på 1930-tallet ga en kraftig økning av bruken av plastprodukter. I dag finnes det over 700 plasttyper, inndelt i 18 polymerfamilier [2].

En kartlegging av produksjonen fra 1950 -2011 av vanlige plastmaterialer, viste totalt sett en betydelig økning både i Europa og i verden for øvrig. Det var en nedgang i produksjonen i 2008-2009 som følge av den økonomiske krisen, men etter en påfølgende vekst, er det også observert en svak nedgang siden slutten av 2011. For konstruksjonsprodukter var veksten etter den økonomiske krisen svak, og produksjonen innen dette segmentet har derfor sunket betraktelig siden 2008. Den totale produksjonen i Europa og verden var henholdsvis 58 megatonn og 280 megatonn i 2011, og den største produksjonen foregikk i Kina, mens Europa på en andreplass sto for 20 % av totalproduksjonen. Etterspørselen etter plast i Norge var relativt lav sammenlignet med mange andre land i Europa, der Tyskland og Italia lå på topp. De vanligste plastmaterialene i det europeiske markedet (alle typer anvendelser) var i 2011 [3, 4]:

- Polyetylen (PE) (29 %)
- Polypropylen (PP) (19 %)
- Polyvinylklorid (PVC) (11 %)

En oversikt over etterspørselen etter plast i Europa i 2011 viser følgende fordeling i bruksområder:[3]

- Emballasje: 39,4 %
- Bygg og konstruksjon: 20,5 %
- Annet (husholdningsapparater, møbler, landbruk, sport, helse og sikkerhet): 26,4 %
- Bilindustri: 8,3 %
- Elektriske og elektroniske produkter: 5,4 %

Plast er en produktgruppe med mange anvendelsesområder. Vanlige bruksområde for plastmaterialer er [5]:

- Emballasje (plastfolier, poser, sekker, kasser, bøtter, flasker, kanner, tanker, drikkebegre m.m.).
- Bygg og anlegg (rør, gulvbelegg, varmeisolasjon, folier, plater, laminater, tapeter, beskyttende belegg, listverk, elektrisk isolasjon og armatur, vindusrammer, takrenner og tanker, alternativ til glass).
- Transportsektoren (karosserideler, bensintanker, støtfangere, innredning, dekor m.m, samt små og middels store lyst- og bruksbåter).
- Annet (verksteds- og elektrobransjen, møbler, husholdnings-, kontor-, sports- og fritidsartikler, leketøy, medisinsk engangsutstyr, kirurgiske implantater, proteser og dentale fyllingsmaterialer, syntetisk «papir» av plast).

2.2 Etterspørsel og bruksområder i byggeindustrien

Generelt sett har byggevarer i plast mange fortrinn

- *Styrke*; varighet og motstandsdyktighet mot slag, riper og værforhold
- *Lett vekt*; lett å transportere, lett å installere og montere, lett å håndtere (føre til færre arbeidsulykker)
- *Energieffektiv*; lav varmeledning, tette forseglinger
- *Lett å vedlikeholde*; kan repareres, trenger ikke males
- *Designfrihet*; ubegrenset formbarhet, produkter kan være farget, gjennomiktig eller transparent, fast, kan produseres for å ligne på andre materialer (tre, metall), og er ofte billigere enn disse

- *Miljømessig gunstige egenskaper*; enkelte plastmaterialer er høyt klassifisert med hensyn på miljø i *BRE's Green Guide to Specification* (<http://www.bre.co.uk/>), og mange materialer er resirkulerbare. Den miljømessige klassifiseringen baseres på livsløpsanalyse (LCA)
- *Kostnadseffektive*; gunstige levetidskostnader, kombinerer varighet, kvalitet, lavt vedlikeholdsbehov, og arbeidsbesparende.

Fordelingen på bruksområder i byggeindustrien var i 2002 [6]:

- Rør og kanaler (40 %)
- Isolasjon (18 %)
- Vindus- og dørprofiler (10 %)
- Andre profiler (8 %)
- Gulv/vegg (6 %)
- Strukturpaneler (5 %)
- Film og folier (4 %)
- Andre (8 %)

PVC er det mest utbredte materialet i byggverk, og brukes mye utendørs, til vinduskarmer og avløpsrør, og til innendørs gulv. På grunn av sin store anvendelighet og sine mange gode egenskaper, utgjorde PVC hele 55 % av det totale forbruket av plast innenfor bygg og konstruksjon i 1999[6].

PE har god bestandighet mot værpåkjenninger, og er derfor mye brukt til både utendørs og innendørs anvendelser [7].

Andre materialer som er mye brukt i bygningskonstruksjoner, er akrylplast (PMMA), polykarbonat (PC) og komposittmaterialer som armert herdeplast.

Ekspandert polystyren (EPS) er et materiale som er svært utbredt i bygg og konstruksjon og, på grunn av svært gode isoleringsegenskaper og fuktresistens, brukes til varmeisolering i alle deler av bygninger (tak, vegger, gulv), og til å opprettholde lav temperatur i kjølerom. EPS er brukt i over 30 år som isolasjon i grunnmur. Polystyren (PS) og polyuretan (PUR), som hovedsakelig brukes i konstruksjon og til isoleringsformål, viste en betydelig vekst i 2011 [3]. Vi har også kjennskap til at det er økende etterspørsel etter polyisocyanurat (PIR) som isolasjonsmateriale. Termisk isolering er i dag ett av de største anvendelsesområdene av plastprodukter i byggeindustrien, og et område det har vært fokusert på lenge med hensyn til brannsikkerhet.

2.3 Eksempler på produkttyper

2.3.1 Isolasjonsmaterialer

I Norge ble det stilt krav til isolasjonsmaterialer allerede i lov om bygningsvesenet fra 1924 [8]. I Kap. VIII. - *Om byggeforetager*, er det brukt uttrykk som *ildfast isolasjon* og *godkjent isolasjon*.

Krav til isolering i bygninger ble innført i de fleste europeiske land på 70-tallet. Siden da, spesielt i Nord-Europa, har kravene økt betydelig. I Europa var 60 % av energiforbruket i en bygning brukt til oppvarming eller avkjøling i 2011 [3]. Det europeiske energieffektiviseringsregulativet konkluderer med at økt termisk isolering er den mest kostnadseffektive måten å konstruere og rehabilitere bygninger med et fornuftig energiforbruk, tilfredsstillende termisk komfort og lave driftskostnader [9]. For å nå dette målet, utvikles det kontinuerlig nye og mer effektive isolasjonsmaterialer. I tillegg til at moderne byggevarer av plast kan gi mer effektiv termisk isolering, har de lavere vekt og er rimeligere å produsere og transportere enn tradisjonelle

byggevarer av mur, stein og tre. På den annen side har enkelte plastprodukter høy brennbarhet og kan avgi svært giftige gasser under brann, og vil dermed utgjøre en større brannrisiko enn tradisjonelle isolasjonsmaterialer. Det er derfor viktig at de positive egenskapene til plastmaterialer ikke går på bekostning av brannsikkerhet.

I 2004 var det europeiske markedet av isolasjonsmaterialer dominert av to grupper produkter; mineralull (glassull og steinull) utgjorde 60 % av markedet, mens organiske skum-materialer (EPS, XPS og litt PUR) utgjorde 27 % av markedet. For tiåret 2000 – 2010 ble det estimert en gjennomsnittlig årlig vekst på mer enn 4 % (mer enn 5 % vekst for uorganiske fibre og ca 2,5 % for organiske skum) [10]. Vi har ikke informasjon om hvor godt dette estimatet var i forhold til den reelle produksjonen.

Valg av type isolasjonsmateriale gjøres ut fra fysiske egenskaper, helse- og miljømessige egenskaper, samt type bygningselement og eventuelt strukturelle utfordringer, i tillegg til kostnadmessige forhold. Det finnes flere parametere for å angi isolasjonsevnen til de ulike materialene, som termisk resistans (R-verdi), termisk konduktans (C-verdi), og termisk transmittans (U-verdi) [11, 12].

Eksempler på ulike typer isolasjon til bygninger [10]:

- Mineralull:
 - o Glassull består av kvartssand, dolomitt, resovit og limtre. Klebemidler og vannavstøtende oljer er tilsatt for å øke den mekaniske styrken, men i små mengder for å bevare en høy brannmotstand.
 - o Steinull består av de samme basismaterialene som glassull, men er et tyngre materiale som følger av større fibre, og har et høyere smeltepunkt enn glassull.
- Plastisolasjon
 - o EPS består av polymerisert polystyrol (1,5–2 %) og luft (98–98,5 %) Hexanbromsyklododekan brukes (5–7 %) for å øke brannmotstand
 - o XPS består også av polymerisert polystyrol, med tilsatte brannhemmere (1–6 %)
 - o PUR- og PIR-skum baseres på polyisocyanater
 - o PVC
 - o Fenolskum

Isolasjonsmaterialene produseres i ulike former. Eksempelvis finnes glassfiber og steinull som tepper eller som løst fyll som blåses på plass. PUR og PIR fås som stive plater, eller materialer som skummes eller sprayes inn. Isolasjon kan også leveres som blokker [11].

Anvendelse av plastisolasjon i bygninger [13]:

- Under takbelegg (EPS)
- I grunnen (EPS)
- I gulv/etasjeskillere
- Gulv på baderom (ofte med varmekabler)
- Kjernemateriale i sandwichpaneler for bruk i
 - o fryse/kjølerom
 - o gulv/etasjeskillere, tak og vegger
- Ringmurselementer
- Rørisolasjon

2.3.2 Sandwichpaneler

Sandwichpaneler (også kalt sandwichelementer) består av lagstrukturer av et kjernemateriale av skum eller honeycomb, med front og baksiden av metall, betong, eller et polymermateriale. Sandwichpaneler er generelt ugjennomskinnelige, men kan også være transparente, med kjerne er glassfiberarmert plast honeycomb og kledning av transparente, stive polymerer. Sandwichpaneler er hovedsakelig brukt utendørs i eksterne vegger og fasader, men også i innvendig og utvendig tak, innendørs vegger og skillevegger. I de fleste tilfeller består sandwichpaneler av stål eller armert betong som støttestrukturer. Fordeler med sandwichpaneler i konstruksjon er at de er svært stive, vibrasjonsdempende, termisk isolerende, lydisolerende, støtdempende, har lav vekt og kan skreddersys for spesifikke materialegenskaper [14].

Vanlige kjernematerialer:

- Balsa
- Kryssbundet PVC-skum
- Lineært PVC-skum
- Termoplastisk skum (PS)
- PUR skum
- Honeycomb
- Polyetylenetereftalat(PET)-skum
- PP/glassfiber

Eksempler på kledningsplater:

- Metall
- Gips
- Glassfiberarmert plast
- Tekstil/tre

3 Produksjon og klassifisering av plast

Plast er syntetiske materialer, hovedsakelig fremstilt av petroleumsbaserte forbindelser som spaltes til monomerer ved en prosess som kalles *cracking*. I en kjemisk reaksjon polymeriseres monomerene til store, kjedeformede molekyler. Homopolymerer, eksempelvis polyetylen (PE), dannes av én type monomerer, mens kopolymerer, som propylen etylen, dannes av to eller flere ulike monomerer. Slike polymerer utgjør basiskomponentene i et plastmateriale. Noen få plasttyper inneholder 100 % polymerer, mens i andre plastmaterialer utgjør polymerene mindre enn 10 %. Resten av materialet består av tilsetningsstoffer (fyllstoffer, myknere, varme-stabilisatorer, flammehemmere, antioksidanter, UV-stabilisatorer, m.m.), med den hensikt å modifisere egenskapene til plasten. I plastkompositter forsterkes materialegenskapene ved å kombinere plast og andre materialer som fibrer, partikler og lignende [7, 15, 16].

Generelt klassifiseres polymerer og plastmaterialer etter bindingsstruktur. *Termoplast* består av lineære eller forgreinede polymerer, og *herdeplast* består av polymerer med kryssbundne kjeder, men det finnes unntak.

Termoplast stivner når de avkjøles, men molekylerne blir igjen bevegelige ved oppvarming, og materialet kan formes på nytt. Dette skyldes at termoplast består av lineære polymerkjeder som ikke henger sammen. Termoplast har *amorfe* eller *semi-krystallinske* egenskaper. Det er hovedsakelig amorfe polymerer som omtales som harpikser, men det hender at begrepet også brukes om enkelte polymerer med krystallinsk struktur. Amorfe materialer har en tilfeldig molekyllær orientering. Denne strukturen gjør at amorfe materialer generelt er transparente. Amorfe materialer smelter ikke, men blir gradvis mykere ved oppvarming. Semi-krystallinske materialer smelter og flyter ved smeltepunktet, og består av både amorfe og krystallinske strukturer. Krystalliseringsegenskapen skyldes at kjedene har en evne til å danne ordnede strukturer ved temperaturer under smeltepunktet. Termoplaster utgjorde 90 % av den totale plastproduksjonen i 2010 [7]. Termoplast brukes til å produsere drikkebeholdere, bæreposer, bøtter etc. Eksempler på termoplaster er plast basert på PE, PP, PVC og PS, der PE-familien er den vanligste.

En herdeplast får sin endelige form under fremstillingen ved en prosess kalt kjemisk herding, der polymeren reagerer med en herder som sørger for at plasten stivner, og polymerkjedene henger sammen i en fast, kryssbundet molekyllærstruktur. Herdeplastene kan ikke gjøres plastiske igjen etter herdingen, og de er uløselige i løsemidler. Hvis en herdeplast deformeres, vil den kunne finne tilbake til sin opprinnelige form ved hjelp av oppvarming. Graden av kryssbinding har stor effekt på egenskapene til polymerene, og materialene har generelt høy tetthet, og er stive og skjøre. Herdeplast har høyere varmemotstand enn termoplast, smelter ikke før den dekomponerer, og drypper generelt ikke. Herdeplaster foretrekkes når det er behov for høy styrke og varighet. Isocyanat og aminer er eksempler på herdere, mens epoksy, fenol og akryl er eksempler på polymerer. Herdeplast kan modifiseres for å øke elektrisk isoleringsevne, mekanisk styrke, kjemisk og termisk resistens m.m.[1, 7].

Elastomerer er en tredje gruppe plastmaterialer som kan lages av både termoplast og herdeplast. Dette er svært elastiske materialer, som for eksempel gummi. I likhet med herdeplast er elastomerer kryssbundet, men med en lav tetthet av kryssbindinger [7]. De branntekniske egenskapene til elastomerer avhenger av den kjemiske strukturen. Når de eksponeres for en tennkilde, vil de generelt mykne og smelte, produsere svart røyk og forkulle. De termiske og branntekniske egenskapene kan forbedres ved tilsetning av flammehemmere.

3.1 Vanlige plastmaterialer og deres branntekniske egenskaper

Under følger en oversikt over noen vanlige polymerer brukt i byggevarer og deres egenskaper. Det er viktig å understreke at egenskapene til et materiale kan variere betraktelig ut fra sammensetning og eventuelle tilsetningsstoffer. Materialer med tilsynelatende dårlige branntekniske egenskaper kan fungere godt i et ferdig byggevarerprodukt, der det ofte er beskyttet av ubrennbare materialer. Med hensyn til brannsikkerhet er det derfor viktig å vurdere det ferdige produktet som helhet, og ikke bare egenskapene til basismaterialet. Videre kan eksempelvis ulike branntester gi ulike resultater for ett og samme materiale. Oppgitt anvendelse i dette avsnittet er hovedsakelig knyttet opp mot byggevarer, selv om mange polymerer har et mye bredere bruksområde. Informasjonen i dette kapittelet er hovedsakelig hentet fra følgende referanser: [6, 7, 14-19].

3.1.1 Akrylplast

Akrylplast kan være termoplaster eller herdeplaster, eksempelvis basert på polymerer av akrylater og/eller metakrylater. Monomere kan modifiseres for å gi klebeevne, evne til kryssbinding eller endret løselighet. Metakrylater skiller seg fra de respektive akrylater ved en ekstra metylgruppe. Polymerer av metakrylater er relativt stabile, harde og stive sammenlignet med polymerer av akrylater, og finnes i flere tilgjengelig varianter, hvorav metyl metakrylat er den viktigste. Akrylat- eller metakrylatgrupper kan inngå i epoksy, uretan, PE- og polyesterforbindelser. Akrylplast kan inneholde myknere og andre tilsetningsstoffer.

Anvendelse

Akrylplaster har mange anvendelser, og brukes som bindemidler, lateksmaling, nedsenket tak, komponent i akrylonitril-butadien-styren (ABS)-plast m.m. Akrylplast kan også inngå i komposittmaterialer.

Et eksempel på hvordan akryl kan oppføre seg i brann er vist i Figur 3-1.



Antennelse, tid = 0



30 s etter antennelse



3 minutter etter antennelse

Figur 3-1 Brann i kanalplater av akryl. Prøvestykket har dimensjoner 420 mm x 700 mm, tykkelse 15 mm. Tennkilden er en liten gassflamme.
Forsøk og foto: Thor Kr. Adolfsen, Norsk brannvernforening.

Polymetyl metakrylat (PMMA)

PMMA ble utviklet i 1928 og kom på markedet i 1933. Materialet er en transparent (~95 % transmisjon), amorf termoplast. Andre viktige egenskaper er hardhet, høy styrke, lett vekt og vær-, alders- og lysbestandighet. PMMA modifiseres med komonomerer eller tilsetningsstoffer for å øke ripemotstand og slagfasthet.

Anvendelse

PMMA brukes blant annet som alternativ til glass. Slagfastheten er høyere enn for glass og PS, men lavere enn for PC. PMMA er imidlertid et rimeligere alternativ til PC, og inneholder ikke den potensielt skadelige bisfenol-A som inngår i PC. PMMA er løselig i mange organiske løsemidler, og har lav kjemisk resistens, men er likevel bedre egnet enn PS og PE til utendørs bruk. PMMA brukes til akvarier, overdekninger, drivhus, badekar m.m., men brukes lite til andre anvendelser i bygninger.

Termiske og brannrelaterte egenskaper:

PMMA brenner som hardt tre, og med en knitrende, lysende gul flamme med blå kjerne. Materialet produserer lite røyk, og avgir en søtlig fruktlukt etter slokking. Støpt PMMA brenner uten å dryppe, mens ekstrudert PMMA brenner lettere og drypper. Den termiske stabiliteten kan økes ved bruk av tilsetningsstoffer og PMMA-plater kan være produsert med høy grad av brannmotstand og mekanisk styrke. Slike PMMA-plater i tak "revner" i brann og slipper dermed ut røyk, gass og varme.

3.1.2 Aminoplast

Aminoplast er en herdeplast som dannes ved en reaksjon mellom aldehyder og forbindelser med en eller flere aminogrupper. Den vanligste aldehyden er formaldehyd, mens melamin og urea er vanlige aminoholdige forbindelser.

Anvendelse

Aminoplast har mange anvendelser, som laminater og bindemidler i tre- og møbelindustri, og isolasjon i husvegger og kjølerom. Melaminformaldehyd(MF)-harpiks brukes blant annet til dekorative laminatpaneler. Ureaformaldehyd(UF)-harpiks brukes til å lage UF-skum, som brukes til innendørs termisk isolering i vegger og kjølerom. UF-skum er et hardt, skjørt skum som finnes som åpen eller lukket cellestruktur. Materialet kan benyttes til å skumme mellom vegger for isolering, men er lite brukt i dag på grunn av risiko for utslipp av formaldehyd i bygninger. UF er ikke egnet til utendørs bruk, da materialet oppløses i vann.

Termiske og brannrelaterte egenskaper

Aminoharpikser er tungt antennelige i luft, og flammene slokner raskt når tennkilden fjernes. De produserer lite røyk, har flammehemmende egenskaper, og er blitt brukt som flammehemmere i PUR og PC. UF-skum har lav termisk resistens. Ved eksponering for flamme vil det skje en progressiv forkulling.

3.1.3 Epoksyplast

Epoksyharpikser har vært på markedet i over 50 år og har stor anvendelse. Ved å kryssbinde epoksyharpikser med ulike herdere, dannes plastmaterialer med en variasjon av egenskaper. Harpiksen består av korte polymerer, med en epoksidgruppe i hver ende. De mest vanlige epoksyharpikser produseres ved en reaksjon mellom epiklorohydrin og bisfenol-A. Det resulterende produktet har et høyt nivå av kryssbindinger, og er derfor fast og sterkt. Begrepet epoksyplast brukes ofte om det ferdig herdete plastmateriale, mens begrepet epoksyharpiks-system (ERS) brukes om uherdete plastmaterialer. De fleste epoksyplaster og ERS-materialer er herdeplaster.

Anvendelse:

Epoksybaserte materialer brukes der det er behov for slitesterke, fleksible konstruksjonsmaterialer med lav vekt, og når kjemisk, termisk og mekanisk motstand eller god elektrisk isolasjonsevne er påkrevd. Eksempler på anvendelser er slitesterke industrigulv, dekorative plater, komposittmaterialer med armeringer av karbonfiber eller glassfiber, og produksjon av skum. Det er produsert flytende hus av epoksyplater [20].

Termiske og brannrelaterte egenskaper

Det er vanligvis et kompromiss mellom brukstemperatur og mekanisk styrke for de fleste epoksyharpikser. For høye brukstemperaturer (247°C) er materialet skjørt, og for sterke materialer er brukstemperaturen lavere [21]. Den termiske stabiliteten og antenneligheten til epoksyharpikser avhenger blant annet av monomerstrukturen. Mange anvendelser krever at materialet skal ha god motstand mot brann, og modifisert epoksy er tyngre antennelig enn epoksyharpiks

3.1.4 Fenol-formaldehydplast (PF-plast)

Bakelitt, det første syntetiske plastmaterialet, var laget av fenol-formaldehydharpiks. Begrepet PF-harpikser omfatter i dag herdeplaster som er laget av ulike fenoler og aldehyder, men fenol-formaldehyd er fremdeles vanligst.

Anvendelse

PF-harpikser er fuktbestandige, og brukes mye til lim og laminater. Harpiksene er også gode elektriske isolatorer, og brukes i elektriske og elektroniske komponenter. De har høy kjemisk resistans, og brukes derfor til å dekke faste konstruksjoner, som for eksempel rør. Andre anvendelser er til fremstilling av glassfiberarmert fenolplast som brukes til interiørpaneler, og fenolskum for termisk isolering av for eksempel veggelementer og rør, isolasjonspaneler for kanalisolasjon, ferdigproduserte dører og dørkarmer, og komposittpaneler. Fenolskum er et hardt, skjørt skum med en blanding av åpen og lukket cellestruktur, som hovedsakelig anvendes til bygningsisolasjon.

Termiske og brannrelaterte egenskaper

Materialet har lav brennbarhet, høy oksygenindeks, og brenner sakte. PF-harpiks genererer lite røyk, smelter ikke, forkuller betydelig i luft (over 400 °C) og kan brukes i flammehemmere. Fenolskum brenner i noen få sekunder etter eksponering med liten flamme, produserer lite røyk og forkuller fullstendig.

3.1.5 Plast basert på isocyanater

Isocyanater er forbindelser som inneholder den funksjonelle gruppen –NCO. Ved at isocyanater reagerer med polyoler, produseres PUR- eller PIR-plast. Isocyanater klassifiseres etter antall –NCO-grupper, og videre som enten aromatiske eller alifatiske. De aromatiske isocyanatene dominerer markedet og er hyppig brukt i produksjon av skum. PUR- og PIR-produkter har lav vekt, høy styrke, er termisk isolerende, og er mye brukt som isolasjonsprodukter i bygninger.

Polyuretan (PUR)

PUR-materialer klassifiseres både som termoplaster, herdeplaster og elastomerer.

Anvendelse

PUR brukes i gummi, lakk og lim, men den største anvendelsen av PUR er produksjon av fast og fleksibelt skum som brukes mye i byggeindustrien. Vanlige bruksområder for PUR i bygg er:

- PUR-harpiks i gulv

- Termisk isolering av bygning, for eksempel fast PUR-skum i sandwichpaneler og vakuumisolasjonspaneler (VIPs) [12] og i kjøle-/fryserom
- Isolering av rør
- Klebemidler og kompositter

PUR-skum

PUR-skum finnes i fleksibel og stiv kvalitet. Fleksibelt PUR-skum lages i så mange varianter at det er vanskelig å generalisere, men har alltid en viss grad av åpen cellestruktur, og anvendes ofte i møbler og madrasser. Stivt PUR-skum har en lukket cellestruktur med lav tetthet, og er derfor svært varmeisolerende. Den gode isoleringsevnen oppnås ved at gassen fanges i cellestrukturen, og den lave tettheten medfører minimal varmeledning i materialet. Stivt PUR-skum anvendes blant annet til bygningsformål. En fordel fremfor PS-skum er at PUR-skum kan skummes og herdes på plass på stedet, for eksempel mellom ytter- og innervegg i kjøleskap, frysebokser og veggelementer, men produseres også som strukturskum. PUR finnes i mange varianter, og skummet kan ha egenskaper tilsvarende elastomer, termoplast og herdeplast.

Termiske og brannrelaterte egenskaper

PUR er lett antennelig, brenner med en klar, gul flamme når tennkilden fjernes, og avgir en stikkende lukt. Materialet kan dryppe med brennende dråper, som trekker tråder når de faller. PUR avgir isocyanat ved tilstrekkelig oppvarming.

PUR-skum degraderes på samme måte som de faste polymerene, men saktere på grunn av de gode isoleringsevnene. For termoplastisk PUR-skum starter termisk degradering rundt 130 °C [16]. Dannelse av forbrenningsprodukter som isocyanater avhenger av blant annet oppvarmingshastighet og eventuelle tilsetningsstoffer. Enkelte tilsetningsstoffer endrer degraderingsprosessen, slik at det dannes et kullag på overflaten. Kullaget forhindrer brannspredning og hemmer avgivelse av flyktige nedbrytningsprodukter.

Umodifisert PUR-skum antennes av liten flamme, men har generelt motstand mot antennelse av glødende tennkilder. Umodifisert skum som tilsettes flammehemmere kan passere kriteriene i småskala laboratorietester. Materialet smelter og drypper ved eksponering for flamme, og antennes ikke eller slukker når tennkilden fjernes. I en virkelig brann vil skum, som er antent, kunne fortsette å brenne, og brannforløpet kan være hurtig.

Polyisocyanurat (PIR)

PIR er en herdeplast som er typisk produsert som fast skum. PIR skiller seg fra PUR ved et høyere isocyanat/polyol-forhold, og ved bruk av andre polyoler og andre katalysatorer og tilsetningsstoffer. Med en passende katalysator reagerer isocyanatene med seg selv og danner isocyanurat, som gir relativt høy motstandsevne overfor høye temperaturer. De ferdige PIR-isoleringsproduktene har bedre brannegenskaper sammenlignet med PUR.

Anvendelse

PIR-skum brukes til fremstilling av isolasjonspaneler og -plater. Forhåndsproduserte sandwichpaneler med PIR-skumkjerne brukes til tak- og veggisolering i bygninger, og PIR-skum brukes også til rørisolering.

Termiske og brann-relaterte egenskaper

I likhet med PUR, kan PIR avgi isocyanater ved oppvarming, men er rapportert å ha bedre egenskaper enn PUR og PS-skum når det gjelder isoleringsevne og lav røykproduksjon. Materialet forkuller i brann.

3.1.6 Polyester

Polyester fremstilles av estermonomerer, og kan klassifiseres som mettet eller umettet. Mettede polyestere inneholder ikke dobbeltbindinger, og danner termoplast som brukes til syntetiske fibre m.m, mens umettede polyestere har dobbeltbindinger, som gjør at de kan inngå kryssbindinger med umettede monomerer og danne herdeplast. Umettet polyester-harpiks er hovedproduktet på herdeplastmarkedet. Et kjent produkt i polyesterfamilien er polyetylentereftalat (PET).

Anvendelse

Umettet polyester har bruksområder som glassfiberarmert plast, lakk, lim og sement. Mettede polyestere er hyppig brukt som myknere for andre plastmaterialer. Umettede polyestere brukes eksempelvis som løsemidler. Polyester anvendes også som isolasjon.

Termiske og brannrelaterte egenskaper

Polyester er lettantennelig og avgir mye røyk, men kan tilsettes flammehemmere. PET slokner når den eksponeres for en liten flamme, og tennkilden fjernes. PET brenner med en gul, rykende flamme som avgir søt lukt og sort aske

3.1.7 Polykarbonat (PC)

PC er en amorf termoplast og produseres for eksempel av fosgen og bisfenol-A. PC er et transparent (88 % transmisjon), hardt og inert materiale, som er ekstremt motstandsdyktige mot sol og værpåkjenninger. Det har svært høy slagfasthet, god stivhet, er dimensjonsstabil og varmebestandig, elektrisk isolerende og gir god varmeisolering. PC har høy motstand mot trykk, men får lett riper, og kan derfor være dekket med harde materialer. PC ligner PMMA, men er sterkere, tåler mer temperaturpåvirkning, men er mindre naturlig UV-resistent. PC lages med ulike fyllstoffer som vanligvis består av armering med glass.

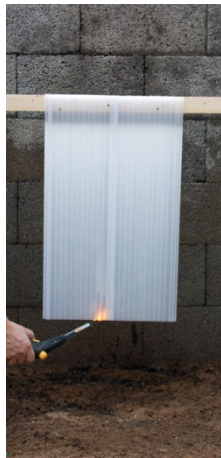
Anvendelse

Materialet er relativt dyrt, og har derfor begrenset anvendelse. Noen bruksområder er:

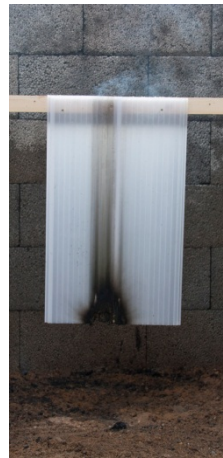
- skuddsikre vinduer
- tyverisikring av vinduer i forretninger og til skuddsikre avskjerminger i banker.
- kanalplater i bygg
- overdekkede terrasser, drivhus, tak, nedsenkete tak
- struktur-engineering skum

Termiske og brannrelaterte egenskaper

PC er tungt antennelig, brenner lysende og rykende med en urolig flamme og slokner kort tid etter antennelse, når tennkilden fjernes. Røyken har en ubestemmelig søtlig lukt, og reagerer basisk. PC svulmer i blærer og forkuller. Produksjon av karbonmonoksid (CO) og metan øker med høyere temperatur, og fenoler utvikles også. PC kan tilsettes flammehemmere. Eksempler på hvordan PC kan oppføre seg i brann er vist i Figur 3-2.



Antennelse, tid = 0



30 s etter antennelse



Antennelse, tid = 0



30 s etter antennelse

Figur 3-2

Brann i kanalplater av polykarbonat (PC). Prøvestykket har dimensjoner 420 mm x 700 mm, tykkelse 11 mm. Tennkilden er en liten gassflamme som eksponerer nedre kant av prøvestykket i forsøket i de to øverste bildene. I forsøket i de to nederste bildene er det brukt en litt større gassflamme rettet mot overflaten av platen. Forsøk og foto: Thor Kr. Adolfsen, Norsk brannvernforening.

3.1.8 Polystyren (PS)

PS er en hard og transparent termoplast som produseres ved polymerisering av styren. Tilsetningsstoffer brukes for eksempel for å øke slagfastheten og lysstabiliteten av styrenbasert plast. Hovedsakelig tilsettes halogenerte forbindelser, men klorert parafin er også benyttet. PS brukes blant annet til å produsere ekspandert PS (EPS) og ekstrudert (kryssbundet) PS (XPS).

Anvendelse

PS brukes til å lage trelignende profiler og PS-skum, og anvendes i sementkompositter. Skummet PS (EPS og XPS) anvendes mye til isolasjonsformål i bygninger, og finnes blant annet i vegger, dekker og nedsenkede tak.

Termiske og brannrelaterte egenskaper

Materialet brenner med sterkt sotende flamme og avgir tykk, svart røyk.

EPS

EPS er skummet PS. EPS er et fast termoplastskum med lukket cellestruktur som har god termisk isolasjonsevne. EPS kan inneholde så lite som 2 % PS, mens resten av materialet utgjøres av luftlommer, men 5 % PS er det vanligste. EPS har svært gode termiske isoleringsegenskaper og høy fuktresistens. Andre fordeler med EPS i byggeindustrien er svært lav vekt, god bestandighet, høy styrke og strukturstabilitet, lave transportkostnader, at materialet er lett å håndtere og installere og at det kan kuttes i mange former.

Anvendelse

EPS brukes mye til bygningsisolasjonsmateriale, for eksempel i isolerende betong og strukturisolert panel, og i kjøle- og fryserom.

Termiske og brannrelaterte egenskaper

I likhet med PS, antennes EPS ved eksponering for flamme, brenner med lysende gul, sotete flamme, og avgir en søt lukt av styren. Materialet brenner etter at tennkilden er fjernet. Skummet smelter, drypper og renner. Ved kort eksponering trekker materialet generelt seg unna flammen og antenner ikke. Denne egenskapen kan forsterkes ved tilsetningsstoffer. Ved bruk som bygningsisolasjon, er materialet dekket med film eller behandlet papir og innbygget i vegger.

3.1.9 Polyolefinplast

Polyolefiner er produsert av olefin-monomerer. De viktigste polyefinene er PE produsert fra eten, og PP produsert fra propen. Forbrenning av polyolefiner kan generere formaldehyder og acetaldehyder, som er potensielt kreftfremkallende forbindelser [14].

Polyetylen (PE)

PE er en termoplast, og det mest anvendte plastmaterialet. Det er billig og lett å bearbeide. PE finnes både med lav tetthet (LDPE), medium tetthet (MDPE), og høy tetthet (HDPE). LDPE er mykt, fleksibelt og transparent, og har svært god motstand mot kjemikalier og frost. Slagfastheten er meget god, og det blir ikke sprøtt før ved svært lave temperaturer. PE har generelt god værstabilitet, men HDPE kan sprekke som følge av den høye krystalliniteten. PE inneholder vanligvis lite (1-5 %) tilsetningsstoffer [15, 22].

Anvendelse

PE er egnet til både utendørs og innendørs bruk. I bygninger brukes PE mest til rør, men også til forsegling og tak. Andre anvendelser er:

- som taksteinsunderlag med en variasjon av PP-armert PE-membran som beskyttelse mot vær.
- bestanddel i PET, som er en termoplastisk polymerharpiks i polyester-familien.
- kryssbundet PE (XLPE) som alternativ til PVC i rør og avløp i boliger.
- LDPE som fast skum, f.eks. til drivhusisolering
- klorert PE (CPE) brukes i tak.
- armering i komposittplast.
- PE-skum brukes til termisk isolering

Termiske og brannrelaterte egenskaper

PE er antenkelig og brenner videre med lysende, gul flamme med blå kjerne etter at tennkilden er fjernet. Brennende PE lukter stearin/parafin, og materialet svulmer opp og drypper. Tynn PE vil tilsynelatende trekke seg bort fra en flamme. I luft starter degradering ved 235 °C, og materialet har et hurtig vekttap over denne temperaturen.

Polypropylen (PP)

PP likner HDPE, men er noe hardere, har høy kjemisk resistens og slitasjestyrke, samt høy elektrisk isolasjonsevne. PP blir i utgangspunktet sprøtt ved -10 °C, men dette bedres ved modifisering av materialet, og ved tilsetning av glassfibre forsterkes styrke og stivhet. I likhet med PE inneholder PP vanligvis lite (1-5 %) tilsetningsstoffer [15].

Anvendelse

PP er billig og lett å bearbeide. Materialet brukes mye til rør, og trenden går mot at PP erstatter PE og PVC i forsegling og takbelegg, og erstatter PVC i rør i hus. Andre anvendelser er vindusprofiler, gulvbelegg, skummede tre/plast-kompositter for vegg og tak. PP og PP-armert PE beskytter tak mot regn og snø.

Termiske og brannrelaterte egenskaper

PP er antenkelig, brenner selv videre med lys gul flamme med blå kjerne når tennkilden fjernes, og avgir søt røyklukt, tilsvarende brent smøreolje. Materialet brenner godt i luft, svulmer opp, smelter og drypper, produserer lite sot og forkuller lite. Materialet kan tilsettes flammehemmere. Termisk degradering starter ved 290 °C.

3.1.10 Polyvinylklorid-plast (PVC)

PVC er en termoplast som produseres ved polymerisering av vinylklorid. Det er et svært allsidig materiale, er lett å bearbeide, og kan lages med stor variasjon i mykhet (inneholder 10-70 % myknere og andre tilsetningsstoffer). For mange anvendelser er polymeren modifisert. PVC ligner polyolefinene, men har et Cl-atom i stedet for H eller C, noe som reduserer kjedenes evne til pakking, og gir en mer amorf karakter (PVC er et semi-krystallinsk materiale med kun 10 % krystalliseringsgrad). PVC skiller seg også fra polyolefinene ved en økt strekk-modulus og stivhet, noe som også øker glasstemperaturen¹. PVC er et billig materiale med lang levetid (5-50 år) og er mye brukt i bygninger. PVC kan gjøres enda billigere ved å tilsette fyllstoffer. PVC lages i fast (umodifisert) og fleksibel (myknet) form, og brukes til å produsere fast eller

¹ Glasstemperaturen, T_G , er den temperaturen der mer eller mindre amorf polymerer ved nedkjøling går over i glasstilstanden. Ved temperaturer lavere enn dette er materialet hard, gjerne sprøtt eller glassaktig. For temperaturer høyere enn T_G er amorf materialer myke.

fleksibelt skum. PVC er kostnadseffektivt, varig og hygienisk, men det har vært fokus på at PVC kan inneholde helsefarlige tilsetningsstoffer. Materialet har lett vekt, er lett å montere og fjerne, kan sages og spikres, og er resirkulerbart. Det er tilgjengelig i mange farger og strukturer og er motstandsdyktig i eksponerte omgivelser.

Ulike typer PVC

- Ren PVC, fast eller fleksibelt, med eller uten fyllstoffer
- Skummet PVC
- Glassfiberarmert PVC
- Ko-ekstruderte lag av
 - o skum og fast PVC
 - o fast og fleksibel PVC
 - o PVC og annet materiale

Anvendelse

Bygg og konstruksjon står for 2/3 av PVC-produksjonen der vanlige anvendelsesområder er takprofiler, kledningsplater, avløpsrør m.m. Profiler og rør utgjør det største markedet. Som følge av krav om maksimalverdier for innhold av kobber og bly i drikkevann, har PVC tatt markedsandeler fra kobber som rørmateriale. Fleksibel PVC (vinyl) er mye anvendt i bygninger, og brukes for eksempel i tapet og kabelisolasjon, mens fast PVC brukes i vannrør, vinduskarmer, gulvmaterialer, uknuselige vinduer, vegger, utendørs kledning og tak. PVC-skum brukes til termisk isolering og cellulær PVC anvendes mye i byggningskonstruksjoner, eksempelvis som kledning og takrenner.

Termiske og brannrelaterte egenskaper[15]

Både fast og fleksibel PVC har flammehemmende egenskaper, brenner dårlig ved eksponering for små flammer, og forkuller. Hvis flammen fjernes, vil PVC slutte å brenne som følge av klorinnholdet, og materialet er selvslukkende i henhold til DIN 4102 og UL 94 V-0. Den flammehemmende egenskapen fører ofte til at PVC brukes der andre materialer tilsynelatende har overlegne mekaniske egenskaper. Brannegenskapene til materialet er avhengig av mengden tilsatt mykner. Jo høyere andel mykner, jo lavere motstand mot brannpåkjenning. PVC som brukes til bølgeplast, rør, vindusprofiler og kabler har svært god motstand ved branneeksponering. Videre har PVC som inneholder mer enn 55 % klor gunstige brannegenskaper.

Sammenlignet med polyolefiner, avgir brennende PVC mye røyk. Brennende PVC frigjør hovedsakelig HCl, CO, karbondioksid (CO₂) og vann, men også små mengder av de giftige gassene dioksin og furan (< 0,05 %). Produksjonen av HCl utelukker ikke bruk av PVC til for eksempel kabeldekke, siden det er vist at frigjort HCl-syre brytes hurtig ned i fukt, men HCl fra ukontrollert forbrenning av PVC-holdig plast gir en større helsefare. I California ble det innført forbud mot PVC som emballasjemateriale i 2008. Både produksjonen av giftige gasser og røyk kan reduseres ved bruk av tilsetningsstoffer og flammehemmere. Varmestabilisatorer tilsettes blant annet for å redusere avgivelse av HCl ved høye temperaturer.

PVC-skum:

- Fast skum: Sterkt skum med lukket cellestruktur, som hovedsakelig er brukt i sandwich-paneler og støpte komponenter. Antennes kun ved eksponering for ekstern tennkilde, og brenner med grønn flamme, forkuller og frigjør HCl.
- Fleksibelt skum: Finnes både med åpen og lukket cellestruktur. Brannegenskaper er vanskelig å generalisere. Typer som er myknet med alifatisk og aromatiske estere fortsetter å brenne når de er antent, mens PVC-skum som er myknet med fosfater er vanskeligere å antenne. De vanligste fleksible PVC-skum brenner med en knitrende, rykende, gul flamme med grønn kjerne som lukter stikkende av HCl. Materialet svulmer opp og drypper.

3.1.11 Kompositter og laminater

Et komposittmateriale defineres som et fast materiale som består av to eller flere ulike faser, inkludert et bindemateriale (matrise) og et fiber- eller partikkelmateriale. Generelt menes det plast som inneholder fibre, men begrepet dekker også andre armeringsstoffer og fyllstoffer. Både termoplaster og herdeplaster brukes som bindere for ulike armerte materialer. Armerte kompositter kan motstå høy mekanisk belastning, har lett vekt og er resistent mot slitasje, rust og råte.

Hovedandelen av fiberarmert materiale er laget av umettet polyesterharpiks eller epoksy og glassfiber, men armeringsfibre som karbon og aramid brukes i økende grad. Prisen gjør at de vanligste kompositter er armert med glass, og glassfiberarmerte kompositter brukes hyppig i konstruksjons-, bil- og skipsindustri. Byggeindustrien bruker ellers ulike komposittmaterialer som fiberarmert plast, polymerbetong, fiberarmert polymerbetong m.m. Enkelte kompositter konkurrerer med metaller i strukturelle egenskaper, og det er en økende interesse for bruk av kompositter i bygningskonstruksjoner.

Komposittmaterialer brukes ofte i skummede profiler og sandwich-elementer. Glassfiberarmerte kompositter brukes i tak(stein) og hengetak, i vegg og som erstatning for glass, laminater, og i gipsplater for å øke brannmotstanden. Trenden i 2002 gikk i retning av å benytte tre/plast-kompositter av PP, PE, PS eller PVC. Slike komposittmaterialer er ekstremt fuktresistente, og blir brukt bl.a. til vinduskarmer. Flammehemmere kan tilsettes.

3.1.12 Skumplast

I dette avsnittet beskrives skumplast generelt, mens egenskaper til ulike typer skummaterialer er beskrevet sammen polymeren den er basert på.

Kun få plastmaterialer er kommersielt tilgjengelig som skum. De viktigste typer termoplastisk skum er produsert av PS, PVC, PE og PP. De viktigste skumtypene av herdeplast er fenol-, UF- og fast PUR-skum. Det skilles mellom fleksibelt og fast skum, spesielt for PUR, avhengig av om materialet har evnen til å få tilbake sin opprinnelige form, eller ikke, etter mekanisk deformasjon. Fast skum kan produseres med åpen eller lukket cellestruktur. Lukket cellestruktur blir ofte benyttet når høy grad av termisk isolering er ønsket. Skummaterialer kan også deles inn i termoplaster, herdeplaster og elastomerer.

I tillegg til at polymerskum gir god termisk isolering, har materialene lettere vekt og er rimeligere å produsere, transportere og montere enn tradisjonelle isolasjonsmaterialer av mineralull. På den annen side kan de utgjøre en større brannrisiko og avgi giftige gasser under brann, og har fått negativ omtale i media knyttet til brennbarheten, som følge av flere hendelser. Det er viktig at de mange positive egenskapene til plastmaterialer ikke går på bekostning av brannsikkerheten.

Brennbar isolasjon / plastisolasjon anvendes til:

- Innvendige overflater
 - o Veggflater og himlinger; dekket med platekledning eller med mineralullisolert påføring
 - o Overside av etasjeskiller; dekket med plater, gulvbord eller parkett
- Yttervegger
 - o Isolasjon bak teglvanger, beskyttet sementpuss eller lignende
 - o Vegg-/grunnmurselementer for småhus
- Kompakte takkonstruksjoner
- Terrasser
- Rør- og kanalisolasjon
-

- Andre produkter:
 - o Våtromsplater med PS-kjerne (EPS eller XPS)
 - o SW-elementer med plastisolasjon
 - o Gulv og dekker; tildekket med påstøp, plater eller parkett
 - o Dører

Brannegenskaper

Mens glass- og steinull er produkter med svært begrenset brennbarhet, kan skumplast basert på organiske polymerer gi vesentlige bidrag til brannutviklingen. Det er antatt at utslipp av isocyanater ved forbrenning av blant annet PUR utgjør en betydelig helserisiko. Flere studier har vist en økning i frigjøring av giftige gasser fra glassull og steinull sammenlignet med PUR-skum, mens andre studier viser det motsatte. En studie av Stec et al. viste at alle skummaterialene som var inkludert i studien ga lavere nivå av CO ved god ventilasjon sammenlignet med underventilerte betingelser. For PUR og PIR økte også nivået av blåsyre (HCN) med lavere ventilasjon. Giftigheten ved underventilasjon var i følgende rekkefølge: PIR > PUR > PHF > EPS, og ved god ventilasjon: PIR > PUR > EPS > PHF. Bidraget til giftighet ved brann fra glass- og steinull var ubetydelig sammenlignet med de organiske skummaterialene [23].

Skummaterialer oppfører seg annerledes i brann enn polymerene de er laget av. Forbrenning av et fast stoff krever degradering av overflaten til stoffet, og det totale overflatearealet har derfor en stor effekt på antennelighet og forbrenning. Skum har et svært høyt forhold mellom overflate og masse, noe som generelt gir lettere antennelighet og hurtigere forbrenning av materialet ved eksponering for varme eller flamme. På den annen side består massen til skum av mindre enn 5 % polymerer og mer enn 95 % luft eller inerte gasser, avhengig av om celle-strukturen er åpen eller lukket. Skum bidrar derfor lite til varmestråling, men den store overflaten og tilgangen på oksygen vil ofte gi en hurtigere varmeutvikling [16].

Ulike skummaterialer oppfører seg også svært ulikt ved eksponering for flamme. Skum av termoplaster (f.eks. EPS) trekker seg hurtig tilbake fra tennkilden som følge av smelting og krymping. Dette kan forhindre antenning. Noen slike materialer er tilsatt stoffer for å øke evnen til smelting og krymping. Skum av herdeplast (f.eks. fast PUR-skum) trekker seg ikke tilbake fra tennkilden, og antennes sjelden av liten flamme. Avhengig av kjemisk struktur og eventuelle tilsetningsstoffer, produseres et forkullet lag som beskytter det underliggende materialet mot direkte eksponering fra tennkilden. Fleksibelt PUR-skum er en mellomting. Det kan enten trekke seg unna tennkilden, eller danne et forkullet lag, som kan virke begrensende på brannspredning.

Det er forsket mye på tilsetningsstoffer og modifisering av polymerene for å oppnå skum med bedre branntekniske egenskaper.

3.2 Fremtidens plastmaterialer

I 2005 var det forventet at EPS ville dominere markedet for generell varmeisolering i nærmeste fremtid, mens PVC var forventet å være det mest anvendte materialet til rør, kabler, profiler, vegg og gulv. Det var i 2005 en økende interesse i «All plastic concept houses» og en økende etterspørsel etter komposittmaterialer. Enkelte problemer med nye drivgasser for PUR medførte at etterspørselen etter PUR-skum var forventet å synke, unntatt i forbindelse med anvendelse i gulv- og tak. Nyere trender går også mot å brannteste blandingsprodukter i stedet for enkle materialer. Dette gir større relevans, siden skum i bruk ofte er dekket med film eller tildekket med andre materialer [7, 10, 14, 16, 24].

For å forbedre brannegenskapene til fremtidens materialer er det viktig å forske på ulike tilsetningsstoffer for EPS og XPS. For organisk skum (spesielt for XPS) er det fokus på å begrense bruk av drivgasser, samt å begrense bruk av CO₂ som erstatter for drivgasser. Det er også viktig å utvikle metoder for å redusere utslipp av giftige branngasser for PUR og PIR.

Utfordringen er å forbedre en materialegenskap uten å forringe andre. Ved bruk av flammehemmere har det konvensjonelt vært tilsatt én flammehemmer, mens fremtidens materialer kanskje vil bestå av en blanding av flere.

Energieffektiviteten i eksisterende bygninger kan økes ved å ta i bruk mer fleksible komposittmaterialer. Enkelte fiberarmerte komposittmaterialer konkurrerer med metall i styrke, og det er en økende interesse for komposittstrukturer i byggekonstruksjoner.

Det er foreslått å utarbeide internasjonale standarder for metode og kriterier for evaluering av miljøeffekter av materialene, såkalt livssyklusanalyse. I 2011 er Europas økonomi avhengig av importerte råmaterialer og energi. EU har som mål å forbedre forståelsen av gjenbruk og å finne erstatninger for bruk av ikke-fornybare ressurser innen 2020. For å redusere oljeforbruket til plastproduksjon, er det et viktig å finne alternative råmaterialer (plantematerialer). Bio-basert plast, men har hatt en betydelig vekst det siste tiåret. Bio-basert plast (f.eks. cellulose diacetat (CA)) er et bidrag til miljøvern, hvis det medfører en reduksjon i f.eks. CO₂. Pågående forskning indikerer at CO₂-utslipp kan omdannes til plast og gi nye bruksområder i fremtiden [3, 7, 14, 24].

4 Forsknings- og utredningsaktiviteter relatert til brannsikkerhet og plast i bygg i Norge og Norden – et historisk perspektiv

Diskusjonen om brannsikkerhet i tilknytning til plast i byggevarer er ikke ny, men har faktisk vært et tema i minst 50 år. En av utfordringene på tidlig 1960-tallet var mangelen på relevante branntekniske prøvingsmetoder som var egnet for plastprodukter. Dermed var det vanskelig å dokumentere og klassifisere plastproduktene. Dette medførte en rekke forsknings- og utredningsprosjekter som skulle føre til en tryggere bruk av slike bygningsmaterialer. Etter hvert som kunnskapen om, og erfaringen med, plastmaterialer er blitt større, og prøvings teknologien bedre, skal byggevarer i plastmaterialer i dag behandles på samme måte som alle andre bygningsmaterialer.

4.1 Aktiviteter på 1960- og 1970-tallet

I 1967 utga Norges branntekniske laboratorium ved Materialprøvningsanstalten, Norges tekniske høyskole (senere SINTEF NBL as), en rapport med tittelen *Fremskaffelse av egnede prøvingsmetoder for brannteknisk klassifisering av plastprodukter samt retningslinjer og anvendelsesområder for de respektive klasser innen bygningsindustrien* [25]. Foranledningen til dette prosjektet var at det var mange branner innenfor norsk plastindustri, og det var mange branner i bygninger hvor plastprodukter var anvendt. Problemet var diskutert både blant forsikringselskaper, bygningsmyndigheter og standardiseringsorganisasjoner, både nasjonalt og internasjonalt. I 1962 tok Norges branntekniske laboratorium opp problemstillingen, og et prosjekt ble etter hvert finansiert av Norges Teknisk Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF), i tillegg til bidrag fra industrien. I rapporten påpekes det at selv om man i utgangspunktet ønsket å finne frem til egne retningslinjer med hensyn til testing og klassifisering av plastprodukter, kom man etter hvert frem til at de samme retningslinjene burde gjelde for alle brennbare produkter. Man anbefalte at de samme testmetodene bør gjelde for alle produkttyper, både med hensyn til egenskaper ved brannpåvirkning, og med hensyn til brannmotstand.

På 1970-tallet pågikk det et samarbeidsprosjekt mellom SINTEF og NTH med tittelen *Plast i bygningskonstruksjoner (PIB)*. Bakgrunnen for dette prosjektet var den stadige økningen av bruk av plastmaterialer i bygningsindustrien. Et av delprosjektene i dette samarbeidet omhandlet branntekniske egenskaper til glassfiberarmert umettet polyester (GUP) og PVC, og resulterte i en doktorgradsavhandling [26]. Hensikten med studiet var å undersøke hvordan ulike tilsetningsstoffer påvirket viktige branntekniske egenskaper til de to plasttypene. For GUP ble tilsetningsstoffene aluminiumhydroksid, boraks, silisumdioksid, labradoritt, antimontrioksid og halogenfosfater undersøkt. Tilsetningsstoffer for PVC var magnesiumsilikat (talkum), brennt dolomitt, aluminiumhydroksid, kalsiumkarbonat, kalsiumhydroksid og kalsiumoksid. Egenskaper som ble undersøkt var blant annet oksygenindeks, antennelighet, optisk røykproduksjon, sammensetning av røykgassene, i tillegg til termisk stabilitet og spaltingsforløp. I konklusjonene fra arbeidet understrekes det at resultatene fra prøvingsmetodene som er brukt, ikke er direkte overførbare til virkelige branner, men at metodene er velegnet til å sammenligne og klassifisere materialer på grunnlag av ulike branntekniske egenskaper. Det ble også funnet sammenhenger mellom de ulike tilsetningsstoffene (både mengde og form), og de branntekniske egenskapene til plastene.

Plast i byggevarer har vært diskutert i Sverige og Danmark også. I Danmark ble det gitt ut en serie hefter med tittelen "plast og brand". Heftene ble utgitt og redigert av et samarbeidsutvalg nedsatt av plastindustrien og forsikringsbransjen. Hvert hefte tok for seg ulike temaer innenfor plastmaterialer i bygninger:

- plast og brand nr 1: generelt om plaststoffer og branntekniske egenskaper [27]
- plast og brand nr 2: plastrør [28]
- plast og brand nr 3: el-teknikk [29]
- plast og brand nr 4: celleplast [30]
- plast og brand nr 5: bygningskomponenter [31]

Serien "plast og brand" inneholder mye detaljert informasjon som kan være relevant også i dag.

Svenska Brandförsvärsföreningen ga ut et hefte med tittel "Plaster och brand" i 1979 [32]. Bakgrunnen for denne publikasjonen var en debatt i media etter at flere mennesker hadde omkommet i brann på grunn av giftige gasser fra plastmaterialer. I tillegg omkom to brannmenn under slokking av brann i et skumplastlager. Heftet gir en oversikt over plast som materiale, beskriver brann som fenomen, branntekniske prøvingsmetoder, og branntekniske egenskaper til ulike plasttyper. Heftet tar også for seg spesielle risikoforhold ved brann i plastmaterialer, og anbefalt slokkesaktikk og -teknikk.

4.2 Aktiviteter på 1980- og 1990-tallet

Omkring begynnelsen av 1990-tallet ble det utført et prosjekt med tittelen *Sandwichelementer for bygninger – Utvikling av brannteknisk prøvingsmetode og bedømmelseskriterier* [33, 34]. Som tittelen sier, var hensikten med prosjektet å utrede hvordan de branntekniske egenskapene til sandwichelementer med plastisolasjon bør testes og bedømmes. Prosjektet omfattet også et litteraturstudium for å kartlegge aktuelle prøvingsmetoder, hovedsakelig europeiske. Det ble konkludert med at en test i større skala, basert på NT FIRE 025 – room/corner test [35], var hensiktsmessig. En plan for videre arbeid ble presentert i sluttrapporten fra 1992, men prosjektet ble ikke videreført.

4.3 EUREFIC-programmet

Fra 1989 til 1991 ble det utført et prosjekt kalt EUREFIC i samarbeid mellom de fire nordiske brannlaboratoriene [36]. Fra Norge deltok både SINTEF NBL og NTH, institutt for bygg- og anleggsteknikk. Enkelte laboratorier utenom Norden var også bidragsytere i prosjektet.

EUREFIC står for EUropean REaction to FIre Classification, og hensikten med prosjektet var å vise hvordan moderne prøvingssteknologi kunne brukes for å vurdere brannegenskaper til byggevarer. I prosjektet ble 11 ulike byggeprodukter testet, deriblant 5 som inneholdt plastmaterialer:

- Sandwichpanel med PUR-isolasjon mellom stålplater
- Ubrennbar plate med høy densitet og melaminoverflate
- Plastbelagt stålplate på mineralull
- PVC gulvbelegg på gipsplate
- Flammehemmet PS-skum

Brannromstesten (NT FIRE 025 og ISO 9705) og konkalarimeteret (ISO 5660) var sentrale metoder i prosjektet, sammen med matematisk modellering av brannutvikling og utvikling av prediksjonsmodeller for klassifisering. De nye prøvingsmetodene ga mulighet for å måle varmeutvikling og røykproduksjon på en bedre måte enn tidligere. En av konklusjonene fra prosjektet, var at det daværende nordiske klassifiseringssystemet for overflateprodukter, som var sterkt knyttet til måling av antenlighet, burde endres for bedre å reflektere egenskapene ved brann i stor skala.

EUREFIC-programmet har hatt en sentral betydning for utviklingen av dagens europeiske system for prøving og klassifisering av materialers egenskaper ved brannpåvirkning, som er beskrevet i klassifiseringsstandarden NS-EN 13501-1 [37].

De såkalte EUREFIC-klassene ble tatt inn i plastmeldingen for klassifisering av overflater og sandwichelementer [38], og har vært anvendt i norske byggeregler frem til i dag.

4.4 Nyere utredninger og prosjekter

Bruk av brennbar isolasjon

I år 2000 publiserte SINTEF NBL og Norges byggforskningsinstitutt (NBI, nå SINTEF Byggforsk) en rapport med tittelen *Bruk av brennbar isolasjon* [39]. Prosjektet var utført på oppdrag fra Kommunal og regionaldepartementet, og skulle påvise bruksområder der det må vurderes hvorvidt de gjeldende kravspesifikasjonene for brennbar isolasjon var for strenge eller for svake. Det ble på grunnlag av dette foreslått enkelte endringer i veiledningen. Tilfeller der brennbar isolasjon kan benyttes uten at det er nødvendig å utarbeide utførlig dokumentasjon, ble også vurdert. Prosjektet omfattet vurdering av både plastisolasjon og cellulosebasert løs isolasjon. Denne rapporten, og de etterfølgende nevnt nedenfor, ble brukt som underlag for et nytt Byggdetaljblad fra SINTEF Byggforsk om bruk av brennbar isolasjon [40].

Rapporten peker på flere bruksområder reglene for brennbar isolasjon bør vurderes nærmere:

Brennbar isolasjon brukt som tilleggsisolasjon i yttervegger

Det ble påpekt at forbudet mot bruk av brennbar isolasjon som tilleggsisolasjon på yttervegger i bygninger i brannklasse 3 og risikoklasse 6 i veiledning til byggeforskrift av 1997 er en skjerpelse i forhold til Melding HO-1/94 (plastmeldingen, se avsnitt 5.1.4), som kun satte begrensninger til bruk i sykehus og pleieinstitusjoner. Rapporten stiller spørsmål ved logikken ved denne begrensningen, og anbefaler at det utredes nærmere i den planlagte videreføringen av prosjektet. Begrensningen var også i motstrid til gjeldende praksis ved NBIs tekniske godkjenninger av fasadesystemer, og gjeldende svensk praksis.

Isolasjon på tak

Bruk av plastisolasjon i skrå tretak var ikke omtalt i veiledning til TEK, og det anbefales at storskalaprøving som beskrevet i rapporten *Fuksikre isolerte skrå tretak* fra NBI bør benyttes som brannteknisk dokumentasjon [41]. Plastisolasjon på korrugert ståltak er også omtalt, og det anbefales å se nærmere på dette i den planlagte videreføringen.

Rør- og kanalisolasjon

For brennbar rør- og kanalisolasjon ble de angitte ytelsene i veiledningen funnet tilfredsstillende.

Isolasjon i gulv

Rapporten anbefaler å avklare bruk av brennbar isolasjon i gulv og etasjeskillere i større grad, spesielt i gulv med varmekabler.

Skumplast til isolering av murte/støpte vegger

Det anbefales å vurdere dette bruksområdet nærmere, både med hensyn til bruk i småhus og andre bygninger.

Det ble konkludert med at en innføring av en ny ”Unntaksliste”, etter mønster fra ordningen under byggeforskrift fra 1987 (se avsnitt 0), ville medført en forenkling av bruken av brennbar isolasjon. ”Unntakslisten” burde inneholde preaksepterte løsninger bygget på fagkyndige vurderinger, og ville i tillegg til å opprettholde dagens sikkerhetsnivå, også kunne gi aktørene i byggeprosessen enklere regler å forholde seg til. Denne listen ble ivarettatt i byggdetaljbladet om brennbar isolasjon [40].

Bruk av brennbar isolasjon – hendelsesanalyse og akseptkriterier

Dette var en videreføring av prosjektet *Bruk av brennbar isolasjon* beskrevet over, og ble gjennomført i samarbeid mellom SINTEF NBL og Norges byggforskningsinstitutt (NBI) [42]. Hensikten med denne videreføringen var å komme frem til generelle prinsipper for bruk av brennbar isolasjon.

Rapporten peker på at begrepet *brennbar isolasjon* i dagens regelverk og veiledning, må forstås som et materiale som ved brannpåvirkning bidrar til varmeutviklingen, eller som avgir gasser og partikler som påvirker sikten.

Metoden var å analysere hendelser som kan oppstå i forbindelse med brennbar isolasjon i en brannsituasjon, både med hensyn til eksponeringsmuligheter, konsekvens og farepotensial, og vurdere hvilke kriterier som sikrer en akseptabel bruk i hvert tilfelle. Bruksområdene som ble gjennomgått var:

- Isolering i innvendige vegger
- Elementer for kjøle- og fryserom
- Varmeisolering i gulv
- Varmeisolering mellom bjelker i himling
- Varmeisolering i utvendig tak

Rapporten gir forslag til generelle akseptkriterier som må vurderes i hver enkelt brukssituasjon, og som skal forhindre at isolasjonen bidrar til uakseptabel brannutvikling eller forhindrer rømning.

Det ble også gjennomført forsøk med brennbar isolasjon av PS (EPS), med og uten flammehemmere, for å belyse om skader i hull og dekker vil påvirke isolasjonsmateriale. Det ble utført én test for å undersøke skader i vegg, og én for å undersøke skader i tak. Konklusjoner fra prøvingene var at:

- **Flammehemmende EPS** deltok ikke vesentlig i brannutviklingen, men smeltet og dekomponerte og blottla konstruksjonen. Dersom isolasjonsmaterialet ikke er tenkt å fungere som en barriere under brann, vil materialet kunne anvendes. Konstruksjonen må imidlertid ta hensyn til at isolasjonen vil dekomponere raskt ved eksponering, og at styrken til dekkmaterialet er vesentlig for å opprettholde integritet.
- **Ikke-flammehemmende EPS** deltok i brannen. Direkte flamme-eksponering av ikke flammehemmende materiale er uakseptabelt i en konstruksjon. Dersom dette materialet skal benyttes i bygninger, må det være på områder der materialet ikke kan eksponeres for flammer eller høye temperaturer i en brann.

En av konklusjonene er at det bør settes minimumskrav til brannteknisk klasse for isolasjonens egenskaper ved brannpåvirkning, i tillegg til eventuelle krav til brannmotstand til konstruksjonselementet isolasjonen brukes i.

Bruk av brennbar isolasjon - akseptable løsninger og anvendelsesområder var den tredje rapporten som SINTEF NBL publiserte i denne serien [13]. Hensikten med dette prosjektet var å finne frem til mulige løsninger og anvendelsesområder der ulike typer brennbar isolasjon kan brukes, uten at det er behov for ytterligere branntekniske dokumentasjon. Prosjektet vurderte også om veiledning til byggeforskrift ga et godt nok sikkerhetsnivå med hensyn til brennbar isolasjon. De anvendelsesområdene som ble vurdert var takkonstruksjoner, fasader, og kjøle- og fryserom. Gjennomføringer i brennbar isolasjon ble også behandlet.

Rapporten konkluderer med at feil i utførelse i forbindelse med brennbar isolasjon kan medføre store konsekvenser i enkelte tilfeller. Bruk av brennbar isolasjon i bygninger der en brann kan medføre stor risiko for liv og helse, og der en brann kan få store konsekvenser, blir frarådet. Det blir anbefalt å kreve dokumentasjon av brannegenskapene til isolasjonen i enkelte bruksområder.

SINTEF-rapporten ***Elektriske kabler og brannrisiko. Branntekniske egenskaper til kabler, ledningssystemer og kapslinger*** ble utgitt høsten 2012 [43]. Bakgrunnen for dette prosjektet var at isolasjon på elektriske kabler er underlagt byggeveredirektivet, og skal behandles på lik linje med andre byggevarer. Samtidig er kabler også underlagt lavspenningsdirektivet, og omfattet av branntekniske krav i de nasjonale regelverkene for elsikkerhet. Kabelisolasjon er som regel laget av plast, og i Norge er det PVC som er den vanligste plasttypen på kabler i bygninger. Rapporten tar for seg brannfaren ved kabler basert på gjennomgang av litteratur og rapporterte branner, og den gir en oversikt over hvordan kabelisolasjon er regulert i dagens byggregler, VTEK 10, og i el-regelverket [44, 45]. Rapporten foreslår en strategi for hvordan nye branntekniske klasser til kabelisolasjon kan implementeres i bygg- og el-regelverkene.

Denne problemstillingen skal utredes av en nordisk samarbeidsgruppe i løpet av våren 2013, der målsettingen er, om mulig, å komme frem til en felles måte å regulere kabler på i Norden.

5 Byggeregler

5.1 Regulering av plastprodukter i Norge - historisk utvikling

5.1.1 Byggeforskrift av 1969

Fra byggeforskriften av 1969 [46]:

55:31

Enhver bygning skal både hva konstruksjon og innredning angår, utføres på slik måte og av slike materialer at den gir tilfredsstillende trygghet mot brann under hensyn til bygningens bruk, nabobebyggelse og forholdene for øvrig.

55:32

Bygning og bygningsdeler skal utføres i samsvar med disse forskrifter når brannbelastningen hovedsakelig består av materiale som under brann tilnærmet har de samme egenskaper som tre med hensyn til forbrenning og stråling.

Består brannbelastningen av materiale som under brann har avvikende egenskaper fra tre slik at brannpåkjenningen blir betydelig øket, kan bygningsrådet kreve bygningsdeler med større brannmotstand.

I praksis var dermed ikke plastprodukter omfattet av bestemmelsene i byggeforskriften av 1969, og var i stedet regulert gjennom en sentral godkjenningsordning. Dette var beskrevet i forskriften, og senere presisert i et rundskriv fra Kommunal- og arbeidsdepartementet [47].

5.1.2 Byggeforskrift av 1985

I byggeforskrift av 1985 var brennbar isolasjon beskrevet [48]:

5:515 Brennbar isolasjon

Brennbar isolasjon i vegger og dekker i bygning inntil 2 etasjer i bygningsbrannklasse 3 og 4 skal ha kledning på begge sider, med mindre isolasjonen pga sine egenskaper eller sin bruk ikke bidrar til spredning av brann.

Merk at inndelingen i bygningsbrannklasser er ulik dagens inndeling i brannklasser; i 1985 var bygningsbrannklasse 1 den klassen med de strengeste, og 4 den med de minst strenge brannkravene. Plast er ikke eksplisitt nevnt i denne forskriften.

5.1.3 Byggeforskrift av 1987

I byggeforskrift av 1987 var reglene om brennbar isolasjon endret noe i forhold til 1985-forskriften [49]:

30:54 Isolasjon

Isolasjon skal være ubrennbar.

Bygning i bygningsbrannklasse 3 og 4 kan likevel ha brennbar isolasjon. Slik isolasjon skal ha kledning K2 på begge sider. Plastisolasjon kan bare brukes når den er klassifisert eller godkjent for den aktuelle bruk, se kap. 12:24.

Som vi ser, er det kommet inn en bestemmelse som gjelder spesielt for plastisolasjon.

Kapittel 12:2 i 1987-forskriften omhandler godkjennings- og kontrollordninger, og for plastprodukter er punkt 12:24 og 12:25 relevante:

12:24 Bygningsmaterialer av plast

Uklassifiserte bygningsmaterialer av plast skal ha brannteknisk godkjenning. Statens bygningstekniske etat kan unnta plastmaterialer fra godkjenningsplikten.

12:25 Duk og folie til haller

Duk eller folie til haller skal ha brannteknisk godkjenning.

For duk eller folie til oppblåsbare haller kan godkjenningsmyndigheten i tillegg til brannteknisk godkjenning sette krav til styrke.

Godkjenningsordningen for bygningsmaterialer av plast ble administrert av Statens bygningstekniske etat (BE). I punkt 12:24 i veiledningen til byggeforskrift av 1987 beskrives bakgrunnen for godkjenningsordningen [50]:

"Bygningsmaterialer av plast er svært uensartet. Klassifiserings- og bedømmelseskriterier ligger etter utviklingen av stadig nye materialer og anvendelser, noe som medfører stor usikkerhet. Felles for plastprodukter er at de har potensiale for lett antenlighet, hurtig brannspredning og stor røykutvikling. Regelverket følger derfor en forsiktig linje for anvendelse av plastmaterialer i bygninger. Forskjellige materialer og anvendelsesområder blir vurdert individuelt.

Bygningsmaterialer av plast tillates kun benyttet når de enten er spesielt godkjent for formålet, eller er unntatt fra godkjenningsplikten i henhold til den oversikten som er inntatt i denne veiledning eventuelt i særskilt melding.

Generelt er Statens bygningstekniske etat godkjenningsmyndighet etter dette kapittel. For bygningselementer hvor det stilles krav til isolasjon, lydreduksjon og tetthet, er godkjenningsmyndigheten også med hensyn til brann overført til Godkjenningsnemnda for bygningselementer, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo.

Produkter som er brannteknisk godkjent, er normalt godkjent for et nærmere angitt bruksområde og for montering i samsvar med monteringsanvisning. Annen bruk er ikke tillatt i bygninger.

Ved bruk av plastmaterialer må det påses at materialet ikke benyttes til festing av eller tetting rundt brannklassifiserte bygningsdeler, eller føres gjennom brannklassifiserte konstruksjoner. Noen plastprodukter er likevel spesielt godkjent for slik bruk".

Veiledningen inneholder også en liste over produkter som var unntatt fra godkjenningssplikten, både isolasjonsmaterialer, rør, kanaler, tekniske installasjoner, kledninger, overflater, gulvbelegg og takbelegg, samt en tabell over produkter under merkelappen "diverse".

Det er interessant å merke seg at plast ble omtalt og behandlet som en homogen produktgruppe, med relativt restriktive branntekniske krav. Regelverket tok ikke hensyn til at det kan være store variasjoner i egenskaper til de ulike plasttypene. Dette skyldtes flere forhold [33]:

- Uheldig eller feil bruk av plast i bygninger har bidratt til store brannskader.
- Det var behov for egnede branntekniske prøvingsmetoder.
- Mange plastmaterialer har dårligere branntekniske egenskaper med hensyn til varme- og røykutvikling, flammespredning og giftige avgasser, enn tradisjonelle bygningsmaterialer.
- Begrenset kunnskap om plast både hos myndigheter og brukere.

5.1.4 Plastmeldingen

I 1994 ble *Melding HO-1/94 Plast i bygninger* utgitt [38]. Meldingen kalles også *Plastmeldingen*. I innledningen til meldingen blir bakgrunnen for meldingen beskrevet. Meldingen er basert på en rapport fra SINTEF NBL, basert på resultater fra en arbeidsgruppe som BE oppnevnte i 1989. SINTEF-rapporten belyser de branntekniske egenskapene til ulike plastmaterialer, og som foreslår nye måter å brannteste materialene på. Plastmeldingen skulle danne grunnlag for en "noe utvidet og mer betryggende bruk av plast i bygninger". Den skulle redusere behovet for godkjenningsregler, og gi "et bedre grunnlag for skjønnsmessig godkjenning av plastmaterialer". Meldingen gjorde at listen over plastmaterialer som var unntatt fra godkjenningssplikten i byggeforskrift av 1987 ble ansett som uaktuell for en del produkter. Meldingen viser også til at EØS-avtalen vil føre til et nytt europeisk system for sertifisering av produkter, som vil erstatte tvungne nasjonale godkjenningsordninger. Planen var at meldingen skulle tilpasses og innarbeides i ny byggeforskrift med veiledning.

Plastmeldingen beskriver hvordan plastmaterialer skal dokumenteres for ulike bruksområder:

- Overflater
- Sandwichelementer
- Isolasjon i yttervegger
- Ventilasjons- og rørinstallasjoner
- Duk og folie

Det er også angitt at meldingen skal anvendes for andre brennbare isolasjonsmaterialer enn plast, som for eksempel løs isolasjon av cellulosebaserte materialer.

Bruk av plastisolasjon i bygningsdeler med krav til brannmoststand er også kort omtalt.

5.1.5 Byggeforskrift av 1997 – TEK - med veiledning

I 1997 trådte de nye funksjonsbaserte byggeforskriftene, TEK, i kraft [51]. At forskriften er funksjonsbasert, betyr at den angir funksjoner som må opprettholdes, og ikke spesifikke krav i form av dimensjoner eller klasser som skal etterleves. Til TEK ble det også utarbeidet en veiledning, kalt VTEK, der det blir beskrevet hvilke ytelser som vil oppfylle forskriftskravene [52]. Ytelsene kan være oppgitt i form av brannklasser, eller i form av generelle beskrivelser av i hvilke bygninger og hvordan et produkt bør installeres, for å gi tilfredsstillende brannsikkerhet i forhold til kravene i forskriften.

De første to utgavene av VTEK oppga eksempler på *preaksepterte løsninger*, det vil si anerkjente og utprøvde måter å bruke byggevarer og bygningsdeler på. I 3. og 4. utgave av VTEK beskrives det *prinsippløsninger*, som er basert på løsninger i samsvar med tidligere regelverk, og som har vist seg å fungere tilfredsstillende.

Byggeforskriftens krav med hensyn til valg av materialer er gitt i TEK § 7-24:

§ 7 – 24 Antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk

1. Generelle krav

Byggverk skal bygges og utstyres slik at sannsynligheten for at brann skal oppstå reduseres til et akseptabelt nivå, og slik at faren for spredning av brann og røyk kan reduseres tilsvarende. Det skal tas hensyn til byggverkets bruk og nødvendig tid for rømning og redning.

2. Antennelse og utvikling av brann

Det skal velges materialer og overflater som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det legges vekt på tid til overtenning, varmeavgivelse, røykproduksjon og utvikling av giftige gasser.

Reglene i TEK er generelle med hensyn til hvilket materiale bygningsdelene er laget av. Det er funksjonen som er det avgjørende. I VTEK 2. utgave er plast spesifikt nevnt i forbindelse med brennbar isolasjon, som skumplastisolasjon under veiledning til § 7-24 [53]. Der gis det anvisninger for

- brennbar i skumplastisolasjon brukt i innvendige vegger og etasjeskillere
- isolasjon i elementer for kjøle- og fryserom
- brennbar skumplastisolasjon brukt som tilleggsisolasjon i yttervegger
- brennbar skumplastisolasjon brukt på tak

Anvisningene er i stor grad basert på plastmeldingen, se avsnitt 5.1.4.

For andre produkter som ofte er produsert i plastmaterialer, er det gitt materialnøytrale beskrivelser av ytelsene; dette gjelder for eksempel overflater, rør- og kanalisolasjon, gulvbelegg og kabler. I 3. utgave av VTEK er det stilt et kvantitativt krav til brannteknisk ytelse for kabler; maksimalt 50 MJ per løpemeter korridor eller hulrom i rømningsvei.

I VTEK 3. utgave er angivelsene av plast tatt vekk, og veiledningen er dermed nøytral med hensyn til materialtype i veiledningen til TEK § 7-24 [54]. Dette er videreført i 4. og siste utgave av VTEK.

I § 7-24 tabell 1 i VTEK 2. utgave, angis det at plastprodukter ikke er tillatt brukt i brannklasse 3 og i risikoklasse 6, samt i bygninger i risikoklasse 1 og brannklasse 2. I 3. utgave av VTEK er teksten om plastprodukter tatt bort under tilsvarende tabell (§ 7-24 tabell 2). Begrensningene er imidlertid beholdt i disse

utgavene av VTEK, ved at det beskrives at brennbar isolasjon ikke kan brukes i yttervegger i bygninger i brannklasse 3 og risikoklasse 6.

5.1.6 Byggeforskrift av 2010 – TEK 10

Ny byggeforskrift, TEK 10, ble gjort gjeldende fra 1. juli 2010 [55]. Veiledningen, VTEK 10, er elektronisk, og tilgjengelig fra Direktoratet for byggkvalitets hjemmesider [56].

De branntekniske kravene til materialer er gitt i § 11-9 i TEK 10:

§ 11-9. Materialer og produkters egenskaper ved brann

(1) Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for at brann skal oppstå, utvikle og spre seg er liten. Det skal tas hensyn til byggverkets bruk og nødvendig tid for rømning og redning.

(2) Materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det skal legges vekt på mulighet for antennelse, hastigheten av varmeavgivelse, røykproduksjon, utvikling av brennende dråper og tid til overtenning.

Dette er i prinsippet de samme kravene som i TEK fra 1997, selv om ordlyden er endret noe. Kravet til at brennende dråper skal tas hensyn til er tatt inn i forskriften, mens kravet om å legge vekt på utvikling av giftige gasser er tatt bort. Begge deler har grunnlag i det europeiske systemet for testing og klassifisering av materialers egenskaper ved brannpåvirkning, der brennende dråper er en egenskap som blir målt, mens utvikling av giftige gasser ikke blir dokumentert.

VTEK 10 utdyper disse kravene, og angir hvilke ytelser som skal være oppfylt for at forskriftskravet er tilfredsstillt. Som for 3. og 4. utgave av veiledning til teknisk forskrift av 1997, er VTEK 10 "materialnøytral", ytelsene skal være de samme uavhengig av hvilket materiale byggevaren er laget av. VTEK 10 angir hvilke brannklassifiseringer i henhold til det felles europeiske systemet for testing og klassifisering av byggevarer som tilfredsstiller kravene i TEK 10 for ulike produktgrupper og ulike anvendelsesområder. Se mer om dette systemet i kapittel 6.

VTEK 10 skiller imidlertid mellom brennbar og ubrennbar isolasjon. I veiledningen til § 11-9 sies det at:
...Isolasjon som ikke tilfredsstiller klasse A2-s1,d0 [ubrennbar/begrenset brennbar²] kan derfor bare benyttes dersom bygningsdelen oppfyller den forutsatte branntekniske funksjon og isolasjonen anvendes slik at den ikke bidrar til brannspredning....

VTEK 10 gir klare begrensninger i bruk av brennbar isolasjon dersom man velger å prosjektere ved bruk preaksepterte løsninger.

For etterisolering av fasader er det tillatt å bruke isolasjon som ikke tilfredsstiller klasse A₂-s1,d0 "forutsatt at det benyttes isolasjonssystemer som er dokumentert ved prøving etter SP Fire 105: Large scale testing of facade systems eller tilsvarende" [57]. Dette gjelder imidlertid ikke for byggverk i brannklasse 3 og byggverk i risikoklasse 6.

² I VTEK 10 er de tidligere nasjonale klassifiseringene angitt bak angivelsen av euroklasse, fordi begge klassifiseringssystemer kan brukes i en overgangsperiode.

For rørisolasjon er de nye euroklassene innført i veiledningen. For kabler er kravet til ytelsen som i tidligere veiledninger; maksimalt 50 MJ per løpemeter korridor eller hulrom i rømningsvei. De nye euroklassene for kabler vil imidlertid bli innarbeidet i VTEK 10 når det er utarbeidet en vurdering av hvilke klasser som bør brukes i ulike bruksområder. En anbefaling om dette forventes å være klar i løpet av 2013.

5.2 Dagens regelverk i utvalgte land i Europa

Medlemmer i EU og EØS er forpliktet til å følge de grunnleggende kravene i byggevaredirektivet (CPD) (fra 1. juli 2013 byggevareforordningen (CPR)). I de nasjonale byggeregler har landene muligheter til å velge sikkerhetsnivå, ved å spesifisere ulike branntekniske krav til byggevarer, avhengig av produkttype, type byggverk og bruksområde. I dette avsnittet ser vi kort på hvordan byggevarer av plast reguleres i noen land innenfor EU.

5.2.1 Sverige

Sverige har også funksjonsbaserte byggeforskrifter, og har hatt det i mange år. De europeiske klassebetegnelsene for produkters egenskaper ved brannpåvirkning og for brannmotstand, er implementert i kapittel 5 *Brandskydd* i de svenske byggereglene, BBR [58].

I BBR er områder i bygninger inndelt i *Verksamhetsklasser (Vk)*. Klassen avhenger av rømningsforhold, bruk av bygningen, risiko for at det oppstår brann, risiko for at en brann kan få en rask utvikling. Samme bygning kan deles inn i flere verksamhetsklasser:

- Vk 1: industri, kontor m.m.
- Vk 2: forsamlingslokaler m.m., deles ytterligere inn i klassene 2A, 2B og 2C avhengig av personantall og alkoholservering.
- Vk 3: boliger
- Vk 4: hotell m.m.
- Vk 5: pleieinstitusjoner m.m., deles ytterligere inn i klassene 5A, 5B og 5C avhengig av bruksområde og type beboere
- Vk 6: lokaler med forhøyet sannsynlighet for brannstart, eller der en brann kan få et svært raskt og omfattende forløp.

I tillegg deles bygningene inn i bygningsklasser, Br, ut fra behovet for brannsikring.

- Br1: stort behov for brannsikring
- Br2: middels behov for brannsikring
- Br3: lite behov for brannsikring

Brennbar isolasjon er omtalt i avsnitt 5:521 i BBR:

Exempel på material som bör skyddas är brännbar isolering, skivmaterial eller liknande i lägre brandteknisk klass än D-s2,d0.

Materialet bør beskyttes med en kledning med brannteknisk klasse K₂10/B-s1 i for eksempel boliger, og områder i verksamhetsklasse 4 og 5. For yttervegger med brennbar isolasjon i bygninger i Br1 skal brannegenskapene dokumenteres ved storskalametoden SP 105 [57]. Det gis ingen begrensninger i antall etasjer med hensyn til bruk av slike fasadesystemer.

For sandwichpaneler med plastisolasjon kreves det testing og klassifisering i henhold til det europeiske systemet. I enkelte tilfeller kan det imidlertid kreves fullskala prøving [59]. I tilfeller der de europeiske

metodene gir tvilsomme resultater, eller resultatene er vanskelig å tolke, kan det kreves testing i stor skala i henhold til ISO 9705 [60] eller NT FIRE 030 [61] [62].

5.2.2 Danmark

Det danske *Bygningsreglementet* 2010, stiller funksjonsbaserte krav [63]. Kravene til brannsikkerhet er angitt i kapittel 5 *Brandforhold*.

Bygninger inndeles i anvendelseskategorier fra 1 til 5, der det stilles strengest brannkrav til kategori 5.

Eksempler på hvordan sikkerhetsnivået gitt av reglene kan oppfylles, er beskrevet i *Eksempelsamling om brandsikring af byggeri* fra 2006 [64]. De danske brannkravene til produkter er materialbaserte, det vil si at de stiller krav til hvert enkelt material i et sammensatt produkt, som for eksempel et sandwichpanel. Det betyr at kjernen av isolasjonsmateriale må prøves og klassifiseres alene, i tillegg til at selve sandwichelementet også må prøves som en enhet.

Isolasjonsmaterialer som tilfredsstillende klasse B-s1,d0 kan anvendes uten begrensninger. Isolasjon av klasse D-s2,d2 kan anvendes med samme begrensninger som gjelder for alle andre materialer. For isolasjon som ikke tilfredsstillende D-s2,d2 er det beskrevet en rekke begrensninger for bruken, blant annet er det beskrevet regler for tildekking av isolasjonen.

Eksempelsamlingen sier også at isolasjonsmateriale som ikke er minst klasse B-s1,d0 ikke bør brukes i etasjer hvor høyden til gulvet i øverste etasje er mer enn 5,1 m over terrenget.

5.2.3 Tyskland

De ulike bundeslandene har sine egne byggeregler basert på de felles tyske lovene (*Bundesgesetze*) [65].

Tyskland har et minimumskrav om at byggevarer skal tilfredsstillende den tyske klassen B2 i henhold til DIN 4102-1 (tilsvarende euroklasse E). Dette gjelder også for isolasjonsprodukter av plastmaterialer. Det stilles krav til dokumentasjon i henhold til de nasjonale tyske klassene parallelt med det europeiske klassifiseringssystemet.

5.2.4 Storbritannia

Brannbestemmelsene i det britiske regelverket er gitt i *The building regulations 2010*, og veiledning til regelverket er gitt i *Approved Document B*. Veiledningen er delt i to, der del 1 tar for seg krav til boliger, og del 2 tar for seg alle andre bygninger enn boliger [66, 67].

I begge deler av veiledningen er det et eget avsnitt kalt *Thermoplastic materials* under avsnittet om overflater på vegger og tak. Det er gitt egne bestemmelser for

- eksterne og interne vinduer
- takvinduer (roof lights)
- lysspredere (lighting diffusers)
- nedsenkete eller oppspente

De branntekniske kravene for takvinduer avhenger av bruksområde, maksimalt areal av takvinduet (både per panel og totalt for alle paneler), samt avstand mellom vinduene. Det høyeste kravet som blir stilt er Class 3, som tilsvarer D-s3,d2, eller klassifisering i henhold til britisk standard BS 476:Part 7.

Isolasjonsmaterialer av termoplast (thermoplastic insulation materials) er nevnt spesielt i forbindelse med overgang mellom tak og brannskillende vegg. Slik isolasjon på tak skal ikke føres over den brannskillende veggen. Hvis det brukes sandwichpaneler med brennbar kjerne på tak, skal det anvendes materiale med begrenset brennbarhet i en gitt bredde sentrert over veggen.

Egenskaper til termoplaster omtalt i *Appendix A: Performance of materials, products and structures* i begge deler av veiledningen.

Sandwichpaneler er behandlet i Appendix F i del 2 av veiledningen. Der er brannegenskaper til panelene omtalt, utfordringer ved brannslukking, anbefalinger til prosjektering, montering og skjøting. Det gis anbefaling om at man bør spesifisere type isolasjonsmateriale ut fra bruksområdet, og for områder med forhøyet temperatur eller stor brannrisiko er det anbefalt å bruke mineralull. Det gis imidlertid åpning for å avvike fra dette, dersom det er gjort en risikoanalyse, og passende tiltak er implementert. Appendix F henviser også til mulige løsninger og veiledning utgitt av den europeiske avdelingen av the International Association of Cold Storage Contractors.

6 Dokumentasjon av byggevarer

6.1 EUs byggevaredirektiv

6.1.1 Grunnleggende krav i byggevaredirektivet

Dokumentasjon av byggevarer er sentralt i EUs byggevaredirektiv, der en av hensiktene er å fjerne tekniske barrierer for byggeprodukter mellom medlemslandene [68]. Dokumentasjon av brannsikring er ett av 6 grunnleggende krav som stilles til byggevarer i byggevaredirektivet:

- a) mekanisk motstandsevne og sikkerhet
- b) brannsikring**
- c) hygiene, helse og miljø
- d) sikkerhet ved bruk
- e) beskyttelse mot støy og vibrasjoner
- f) energisparing og varmeisolering

1. juli 2013 blir byggevaredirektivet (Construction products directive – CPD) erstattet med byggevareforordningen (Construction products regulation – CPR). CPR blir mer forpliktende, skal tas direkte inn i de nasjonale lovverkene, og skal dermed sikre et mer harmonisert regelverk i alle EU-landene [69]. Forordningen vil blant annet medføre en strengere markedskontroll med byggeprodukter.

6.1.2 Harmoniserte standarder

Det er vanlig for mange produktgrupper at kun vesentlige krav som berører helse, miljø- og/eller sikkerhetsaspekter ved et produkt, er nedfelt i direktiver [70]. Direktivene henviser så til europeiske standarder som utarbeides av europeiske standardiseringsorganisasjoner på oppdrag fra EU og EFTA. Standarder som lages på bakgrunn av direktiver, kalles harmoniserte standarder. Denne måten å harmonisere på kalles ofte den ”nye metode”, på engelsk "new approach" [71]. I standardene spesifiseres de tekniske kravene til produktene.

6.1.3 Produktstandarder og CE-merking

En *produktstandard* spesifiserer krav som et produkt eller en produktgruppe skal tilfredsstillere, for å vise at produktet er skikket for det tiltenkte bruksområdet. CE-merket skal vise at et produkt er i overensstemmelse med de grunnleggende kravene i byggevaredirektivet. CE-merkingen sier ikke noe om produktet er godt eller dårlig, men at alle kravene er dokumentert. Dette skal i prinsippet gjøre det enkelt å finne ut om en gitt byggevarer er egnet til det tiltenkte bruksområdet, og om den tilfredsstillere nasjonale krav i byggreglene.

For byggevarer der det finnes en harmonisert produktstandard, vil CE-merking bli obligatorisk i Norge når CPR innføres. For produkter der det ikke er utarbeidet en produktstandard, men der det i stedet finnes en ETAG (European Technical Approval Guidelines), vil CE-merking også være mulig, men i slike tilfeller er merkingen frivillig. Produktstandardene kan også inneholde spesifikke detaljer om hvordan produktet skal prøves i henhold til de aktuelle prøvingsstandardene (for eksempel detaljer om montering av prøvestykke).

6.1.4 Klassifiseringsstandarder, prøvingsstandarder og EXAP-standarder

For å dokumentere at et produkt tilfredsstillere byggevaredirektivets krav til brannsikring, er det utarbeidet *klassifiseringsstandarder* for ulike typer av byggeprodukter. Produktstandardene henviser da til disse

klassifiseringsstandardene, som igjen henviser til *prøvingsstandardene* som skal anvendes ved klassifiseringen. For noen produkter finnes det standarder som beskriver hvordan prøvematerialet skal monteres og festes i de ulike prøvingsmetodene. *NS-EN 15715 Varmeisolasjonsprodukter. Regler for montering og innfesting for prøving av egenskaper ved brannpåvirkning. Fabrikkfremstilte produkter*, er et eksempel på en slik standard som er relevant for plastisolasjon [72].

I tillegg er det utarbeidet standarder som beskriver hvordan prøvingsresultater kan anvendes for å utvide bruksområdet til et testet produkt, såkalte *EXAP-standarder* (EXAP = extended application). En slik standard kan for eksempel beskrive hvor store endringer man kan tillate i dimensjoner på en brannør for at testrapporten fremdeles skal være gyldig, et annet eksempel kan være hvor store variasjoner i tykkelse på en bygningsplate som er akseptabelt uten ytterligere testing.

6.1.5 Brannprøving og brannklassifisering

Det europeiske klassifiseringssystemet for brannmotstand og for produkters egenskaper ved brannpåvirkning for byggeprodukter ble publisert i år 2000 [73, 74]. Systemet for klassifisering av egenskaper ved brannpåvirkning for kabler ble publisert i 2006 [75].

Hvordan produkter skal inndeles i de ulike av klassene er gitt i klassifiseringsstandardene under hovednummeret NS-EN 13501. Til nå er det utarbeidet 6 deler av NS-EN 13501:

- NS-EN 13501-1: egenskaper ved brannpåvirkning
- NS-EN 13501-2: brannmotstand
- NS-EN 13501-3: brannmotstand - kanaler og spjeld i ventilasjonsanlegg
- NS-EN 13501-4: brannmotstand - komponenter i røykkontrollsystemer
- NS-EN 13501-5: tak, utvendig branneksporing
- prEN 13501-6: kabler - egenskaper ved brannpåvirkning

NS-EN 13501-1 gir klasser for egenskaper for brannpåvirkning (reaction to fire) for de fleste materialgruppene [37]. Unntaket er systemet for takbelegg som gis i NS-EN 13501-5 [76] og prEN 13501-6 (under utarbeidelse) som gjelder for klassifisering av elektriske kabler [77]. Disse standardene angir hvordan produktene skal klassifiseres på grunnlag av prøvingsresultater som omfatter egenskapene antenlighet, flammespredningsevne, avgivelse av brennende dråper, varmeavgivelse og røykproduksjon. De øvrige standardene i denne serien omfatter klassifisering av brannmotstand (resistance to fire).

Innføring av disse bestemmelsene i medlemsstatene er obligatorisk, og forutsetter at myndighetene innfører systemet i de nasjonale byggereglene med angivelse av hvilke klasser som er akseptable i de ulike anvendelsene. En forutsetning er også at de nødvendige harmoniserte standardene er på plass, det vil si utgitt etter mandat fra kommisjonen, og publisert i *the European Official Journal*³. Dette gjelder både produktstandarder og standarder for prøving og klassifisering. Til slutt forutsettes det at de nasjonale myndigheter utpeker tekniske kontrollorgan (TKO) som kan sertifisere produktene. Som EØS-medlem er Norge forpliktet til å følge disse bestemmelsene. Det medfører at kravene i byggevaredirektivet er implementert i byggeteknisk forskrift med veiledning [78, 79].

For mange tradisjonelle byggeprodukter og materialer kjenner man egenskapene ved brannpåvirkning tilstrekkelig godt til å kunne klassifisere dem uten ytterligere brannprøving. For en rekke slike produktgrupper er det derfor utarbeidet regler for hvordan produktene kan klassifiseres uten testing (CWFT – classified without further testing). CWFT kan benyttes for brannklassifisering av produkter med forutsigbar og veldokumenterte brannegenskaper. Hvilke produkter som kan bruke CWFT er bestemt av EU-

³ <http://eur-lex.europa.eu/en/index.htm>

kommissjonen, og bestemmelsene publiseres i EUs *Official Journal*. Disse reglene er relativt konservative, og hvis man ønsker å vise at et bestemt produkt oppnår en bedre klassifisering enn det som er angitt i CWFT-bestemmelsene, må produktet testes.

6.1.6 Euroklasser for byggevarer

Klassene for bygningsprodukters egenskaper ved brannpåvirkning kalles populært for *euroklasser*, og er beskrevet i klassifiseringsstandarden NS-EN 13501-1. Standarden omfatter 3 kategorier av byggeprodukter:

- konstruksjonsprodukter utenom gulvbelegg og lineære rørisolasjonsprodukter
- gulvbelegg
- lineære rørisolasjonsprodukter

Euroklassene for kabler vil bli beskrevet i en egen standard, som får betegnelsen EN 13501-6.

Klassifiseringssystemet er utarbeidet med bakgrunn i kunnskapen om at det er varmeavgivelsen som er den viktigste branntekniske egenskapen for et materiale. Et materiale som avgir mye varme raskt vil føre til en raskere brannutvikling enn et materiale som avgir samme mengde varme over lengre tid. Dette er filosofien bak indeksen FIGRA – FIre Growth RAtio, som ble til gjennom arbeidet med utvikling av den sentrale *single burning item*-testen (SBI), NS-EN 13823. FIGRA angir hastigheten for brannutvikling, og gir sammen med verdien for den totale avgitte varme (THR) grunnlag for klassifisering i euroklassesystemet.

På samme måte kan røykproduksjonen klassifiseres på grunnlag av indeksen SMOGRA (SMOke Growth RAtio), som angir hastigheten for røykproduksjon, og den totale røykproduksjonen, TSP (Total Smoke Production).

Observasjon av brennende dråper under test gir grunnlag for klassifisering i tilleggsklasse d0 (ingen brennende dråper), d1 (ingen brennende dråper som brenner lengre enn 10 sekunder), eller d2 (verken d0 eller d1).

Klassifisering i euroklassene baseres på resultater fra fire ulike prøvingsmetoder. Hvilke metoder som kreves er avhengig av hvilken klasse produktet skal vurderes opp mot. Det er 7 ulike euroklasser for konstruksjonsprodukter: A1, A2, B, C, D, E og F. A1 og A2 representerer ubrennbare materialer, og materialer med svært begrenset brennbarhet. Klasse F omfatter uklassifiserte produkter. Det er i tillegg mulig å klassifisere evnen til å produsere røyk (klassene s1, s2 og s3), og evnen til å produsere brennende dråper (d0, d1 og d2).

Klassebetegnelsen for en byggevare kan for eksempel se slik ut:

B-s1,d0

og denne betegnelsen beskriver et produkt med begrenset varmeavgivelse og flammespredning (B), liten røykproduksjon (s1) og ingen avgivelse av brennende dråper i løpet av testen (d0).

Tilsvarende klasser er utarbeidet for gulvbelegg (indeks *fl* for *flooring* med senket skrift), eksempelvis B_{fl}-s1. Euroklasse for lineære rørisolasjonsprodukter angis indeks *L* (for *linear*) med senket skrift, eksempelvis B_L-s1,d0.

De 7 euroklassene for kabler er kalt A_{ca}, B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca}, E_{ca} og F_{ca}.

For kabler kan tilleggsklassifisering gis på grunnlag av

- brennende dråper, angis med bokstaven *d*
- røykproduksjon (maksimal SPR og TSP), angis med bokstaven *s*
- surhetsgrad (det vil si potensiale for korrosjon), angis med bokstaven *a*

Klassifisering av en kabel kan dermed for eksempel oppgis slik:

$B_{ca} - s1, d0, a1$

Alle plastprodukter er basert på organiske forbindelser, er brennbare, og vil ikke kunne tilfredsstill klassene som omfatter ubrennbare produkter (for eksempel A1, A2, A_{ca}).

6.2 Relevante produktstandarder for byggevarer i plast

NS-EN 14509 – Sandwichpaneler

Standarden *NS-EN 14509 Selvbærende sandwich-element med kjerne av isolasjon og ytterhud av metallplater - Fabrikkmproduserte produkter – Spesifikasjoner* danner grunnlaget for CE-merking av sandwichpaneler [80]. Produktstandarden dekker kjerne med isolasjonsprodukter av stiv PUR, EPS, XPS, fenolskum, celleglass og mineralull.

Egenskaper ved brannpåvirkning skal bestemmes i henhold til NS-EN 13501-1. Brannmostand skal bestemmes i henhold til NS-EN 13501-2 der det er påkrevd. Hvis brannegenskaper ved ekstern brannpåvirkning skal dokumenteres, skal sandwichpanelet testes og klassifiseres i henhold til NS-EN 13501-5. Nærmere beskrivelse av hvordan testene skal utføres er beskrevet i et eget normativt vedlegg C i standarden. I vedlegg C i standarden er det angitt at sandwichpaneler som tilfredsstiller visse kriterier kan klassifiseres som B_{ROOF} for alle tester i prøvingsstandarden CEN TS 1187 uten testing (CWFT – classified without further testing, se avsnitt 6.1.5).

Denne listen gir en oversikt over produktstandarder som er tilgjengelige i dag, og som er relevante for byggevarer i plast [81]. Produktstandardene kan være ulike med hensyn til hvor detaljert de beskriver hvordan brannegenskaper skal dokumenteres.

- NS-EN 438-7:2005. Dekorative høytrykkslaminater (HPL) - Herdeplastplater (vanligvis kalt laminat) - Del 1: Introduksjon og generell informasjon (High-pressure decorative laminates (HPL) - Sheets based on thermosetting resins (Usually called Laminates) - Part 7: Compact laminate and HPL composite panels for internal and external wall and ceiling finishes)
- NS-EN 13163:2008. Varmeisolasjonsprodukter for bygninger - Fabrikkmproduserte produkter av ekspandert polystyren (EPS) – Krav. (Thermal insulation products for buildings - Factory made products of expanded polystyrene (EPS) – Specification)
- NS-EN 13164:2008. Varmeisolasjonsprodukter for bygninger - Fabrikkmproduserte produkter av ekstrudert polystyrenskum (XPS) – Krav. (Thermal insulation products for buildings - Factory made products of extruded polystyrene foam (XPS) – Specification)

- NS-EN 13165: 2008. Varmeisolasjonsprodukter for bygninger - Fabrikkframstilte produkter av stivt polyuretanskum (PUR) – Krav. (Thermal insulation products for buildings - Factory made rigid polyurethane foam (PUR) products – Specification)
- NS-EN 13166:2008. Varmeisolasjonsprodukter for bygninger - Fabrikkframstilte produkter av fenolskum (PF) – Krav. (Thermal insulation products for buildings - Factory made products of phenolic foam (PF) – Specification)
- NS-EN 14304:2009. Varmeisolasjonsprodukter for utstyr i bygninger og tekniske installasjoner - Fabrikkfremstilte produkter av fleksibelt, elastisk skum (FEF) – Krav. (Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made flexible elastomeric foam (FEF) products – Specification)
- NS-EN 14307:2009. Varmeisolasjonsprodukter for utstyr i bygninger og tekniske installasjoner - Fabrikkfremstilte produkter av ekstrudert polystyrenskum (XPS) – Krav. (Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made extruded polystyrene foam (XPS) products – Specification)
- NS-EN 14308:2009. Varmeisolasjonsprodukter for utstyr i bygninger og tekniske installasjoner - Fabrikkfremstilte produkter av stivt skum av polyuretan eller isosyanurat (PUR) – Krav. (Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made rigid polyurethane foam (PUR) and polyisocyanurate foam (PIR) products – Specification)
- NS-EN 14309:2009. Varmeisolasjonsprodukter for utstyr i bygninger og tekniske installasjoner - Fabrikkfremstilte produkter av ekspandert polystyren (EPS) – Krav. (Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made products of expanded polystyrene (EPS) – Specification)
- NS-EN 14313:2009. Varmeisolasjonsprodukter for utstyr i bygninger og tekniske installasjoner - Fabrikkfremstilte produkter av polyetyleniskum (PEF) – Krav. (Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made polyethylene foam (PEF) products – Specification)
- NS-EN 14314:2009. Varmeisolasjonsprodukter for utstyr i bygninger og tekniske installasjoner - Fabrikkfremstilte produkter av fenolskum (PF) – Krav. (Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made phenolic foam (PF) products – Specification)
- NS-EN 14933:2007. Varmeisolering og produkter til lette fyllinger til anleggsformål - Fabrikkframstilte produkter av ekspandert polystyren (EPS) – Krav. (Thermal insulation and light weight fill products for civil engineering applications - Factory made products of expanded polystyrene (EPS) – Specification)
- NS-EN 14934:2007. Varmeisolering og produkter til lette fyllinger til anleggsformål - Fabrikkframstilte produkter av ekstrudert polystyrenskum (XPS) – Krav. (Thermal insulation and light weight fill products for civil engineering applications - Factory made products of extruded polystyrene foam (XPS) – Specification)

- NS-EN 15037-4:2010. Prefabrikkerte betongprodukter - Gulvsystemer med bjelke og blokk - Del 4: Blokker av ekspandert polystyren. (Precast concrete products - Beam-and-block floor systems - Part 4: Expanded polystyrene blocks)

6.3 Krav til dokumentasjon av byggevarer i TEK 10

Kapittel 3 i TEK 10 omhandler krav til dokumentasjon av produkter til byggverk. Det skal dokumenteres at de grunnleggende kravene beskrevet i byggeveredirektivet er tilfredsstillt, deriblant krav til brannsikring.

§ 3-3 omhandler markedsføring, omsetning og bruk av produkter til byggverk:

(1) Produsent og dennes representant, herunder importør, omsetningsledd og forhandler, skal sørge for at egenskaper til produkter til byggverk er dokumentert og at produktokumentasjon er tilgjengelig før produktet markedsføres, omsettes eller brukes i et byggverk.

(2) Dokumentasjon skal angi produktets egenskaper i henhold til relevant teknisk spesifisering og produktets opprinnelse. Dokumentasjon skal være på norsk eller et annet skandinavisk språk.

(3) Før et produkt til byggverk gjøres tilgjengelig på markedet skal den som omsetter produktet sørge for at det følger med tilfredsstillende produktokumentasjon. Det er ikke tillatt å benytte uriktig eller mangelfull informasjon som er egnet til å villedes om produktets lovlige bruk i et byggverk eller om produktets egenskaper.

7 Plastmaterialer i bygg og brann

7.1 Produksjon av røyk og giftige gasser

Plastmaterialer dekomponerer og frigjør varme, røyk, sot, og giftige gasser når de blir eksponert for brann. Røykproduksjonen i en brann er viktig av flere årsaker. Røyk kan begrense sikt, og dermed gjøre det vanskelig å finne rømningsveier, og den inneholder også komponenter som medfører forgiftning ved inhalering. De fleste dødsfall i brann skyldes røykforgiftning, og helserisikoen for beboere og slokkemannskap er antatt å øke med bruken av plast i bygninger. Røykutvikling ved forbrenning av plast avhenger blant annet av varmeintensitet, tilgang på oksygen, bruk av flammehemmere som kan øke røykproduksjon, og strukturen og de kjemiske egenskapene til plastmaterialet. PVC er oftest tungt antennelig, og genererer tykk, svart røyk i brann. PMMA, på den annen side, er lettantennelig, men produserer relativt lite røyk i brann.

Røyk defineres som blandingen av gasser og aerosoler, inkludert partikler og innblandet luft, som dannes ved forbrenning eller pyrolyse i en brann [82]. Røykproduksjonen kan til en viss grad reduseres ved bruk av tilsetningsstoffer. Vanlige forbrenningsprodukter i materialer som brukes i forbindelse med bygningskonstruksjoner og interiør er CO, CO₂, hydrokarboner (HC), polyaromatiske hydrokarbonforbindelser (PAH), benzen, HCN, ammoniakk (NH₃), NO_x, HCl og HF. I motsetning til HCl, som man kjenner ved at den irriterer slimhinner, er f.eks. CO luktfri og usynlig, og kan medføre forgiftning uten forvarsel, for eksempel om natten mens man sover. Eksempler på akutte og kroniske helseskader fra komponenter i røyk er oppgitt i tabell A2 i Vedlegg A.

Uorganiske gasser[18]:

- CO og CO₂ er de vanligste forbrenningsproduktene. CO er en fargeløs, luktfri gass som tar oksygenets plass i blodet og kan medføre kvelning. CO₂ er ikke giftig i moderate konsentrasjoner, men kan øke inhalering av andre giftige gasser ved å stimulere respirasjonssenteret i hjernen.
- Nitrogenoksider (NO_x): NO₂ er mer giftig enn NO, men begge kan gi lungeskader. NO er dødelig i høye konsentrasjoner.
- Ammoniakk (NH₃): NH₃ er en fargeløs gass med skarp lukt som irriterer øyne, nese og hals. Blåsyre (HCN): HCN er en fargeløs gass som lukter bitre mandler. Den slippes generelt ut i lave konsentrasjoner, men inneholder cyanid og er svært giftig. Imidlertid er gassen lettere enn luft og transporteres derfor ofte bort fra brannområdet.
- Svoovel-forbindelser: Dihydrogensulfid (H₂S) er fargeløs, lukter sterkt av råttent egg, og irriterer øyne. SO₂ er en skarp gass som irriterer øyne og respirasjon.
- Halider irriterer lunger, lukter sterkt og gir en tett hvit røyk.

Flyktige og semi-flyktige organiske forbindelser[18]:

- Hydrokarboner (HC): Umettede HC er generelt mer giftig enn mettede. Alifatiske HC irriterer øyne og respirasjon, og kan gi hodepine og svimmelhet.
- Benzen, toluen og styren er de mest vanlige forbrenningsproduktene fra plast: Benzen er karsinogen, og langtidseksponering kan gi leukemi. Lave nivåer av benzen kan gi hodepine og svimmelhet, hurtig hjerterytme og forvirring. Toluen mindre giftig enn benzen, men kan gi hodepine, forvirring og kvalme. Symptomene forsvinner når eksponeringen opphører.
- Flyktige organiske forbindelser (VOC): Oksygenerte VOC (aldehyder, ketoner og syrer) irriterer respirasjonen, og kan gi redusert cilia-aktivitet slik at partikler og mikroorganismer ikke fjernes effektivt fra lunger. De kan også være karsinogene.
- Isocyanater irriterer slimhinner i øyne, mage og respirasjonsveier, og kan gi alvorlig astma.
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) gir ikke direkte akutt effekt, men langtidseksponering kan gi kreft, nyre og leverskade. Noen typer PAH kan gi hudirritasjon.

Potensielle akutte eller langsiktige helseeffekter ved eksponering:

- Kvelning
- Irritasjon i øyne, nese, hals, lunger og hud
- Kortpustethet, hosting, nysing, tung pust, forverring av eksisterende luftveistilstander
- Forverring av hjerte- og karsykdommer
- Effekter på nervesystemet (hodepine, svimmelhet, tretthet, kvalme, forvirring, tap av koordinerings- og bedømmelsesevne, utmattelse, irritasjon)
- Endret respirasjon, noe som kan medføre - økt inntak av forurensende stoffer
- Kreft

7.2 Faktorer som påvirker forbrenning og røykproduksjon

Materialtype

Forbrenning av polymerer som er basert på karbon, hydrogen og oksygen (f.eks. PE, PP, PS) produserer mange av de samme produktene som ved forbrenning av tre (CO, CO₂, HC, PAF). Relativt store mengder av benzen produseres ved forbrenning av noen produkter [83]. En aromatisk ring i polymerstrukturen, som for PS, resulterer i økt produksjon av PAH.

Ufullstendig forbrenning av nitrogenholdige polymerer som ull, silke, PUR, nylon og ABS-plast gir produksjon av HCN, nitriler og NH₃, i tillegg til HC, mens under godt ventilerte betingelser produseres nitrogenoksider (NO_x). Bindemidler som brukes i produksjon av bl.a. kryssfiner og mineralull er ofte urea-baserte harpikser, som gir produksjon av HCN, NH₃ og isocyanater ved forbrenning. Det høyeste nivået av isocyanater avgis fra glassull, med PUR-skum på en andre plass, der beregningen av utslippet er basert på massetapet av det forbrente materialet [84]. Ved forbrenning av fleksibelt og fast PUR-skum kan det frigjøres ulike typer isocyanater og HCN.

Forbrenning av materialer som inneholder klor, fluor eller brom frigjør hydrogenhalider (HCl, HF, HBr og halogenerte organiske forbindelser). Forbrenning av materialer som inneholder svovel (gummi, ull) avgir i tillegg gasser som SO₂, H₂S og andre organiske svovelforbindelser. En rekke polymere materialer inneholder også flammehemmere som kan endre sammensetningen av emisjonsproduktene.

Noen materialer forkuller under brannpåvirkning, slik at det dannes et kullag på overflaten. Dette kullaget er isolerende, og vil til en viss grad skjerme underliggende materiale mot brannpåvirkningen. Derved kan brannspredning og avgivelse av flyktige nedbrytningsprodukter forsinkes.

Oksygentilgang

Godt ventilerte branner (f.eks. med tilgang på oksygen) gir en mer fullstendig forbrenning og avgir vann, CO₂ og, i tilfeller av nitrogen- og svovelholdige materialer, NO_x og SO₂. Oksygenfattige branner (f.eks. ulmebranner) avgir ufullstendig forbrenningsprodukter som CO, alifatiske, aromatiske og oksygenerte hydrokarboner og, i tilfeller med nitrogenholdige materialer, HCN, NH₃ og nitrogenerte hydrokarboner. Ulmebranner avgir altså mer giftige gasser enn oksygenrike branner. PVC oppfører seg spesielt som følge av at de flammedempende egenskapene til HCl inhiberer omdannelse av CO til CO₂, noe som gir høye CO-nivåer under godt ventilerte betingelser [23].

Nitrogenholdige forbindelser er sterkt påvirket av oksygentilgangen. HCN-nivået ved lav ventilasjon er generelt høyere enn for godt ventilerte betingelser. NO er vist å være hovedkomponent under godt ventilerte betingelser, med små mengder NO₂, mens NH₃ dominerer ved underventilerte betingelser. Mengden hydrogenhalider er generelt uavhengig av ventilasjonsbetingelsene.

Temperatur

Temperaturen i brannen kan påvirke sammensetningen og mengden av forbrenningsprodukter. I en studie utført av Stec *et al* ble det vist at en temperatur på 650 til 850 °C ikke påvirket mengden av CO, hydrokarboner, HCl eller HCN for de fleste polymerer inkludert i studien (PE, PS, PVC, nylon), mens det var en betydelig økt forbrenning av PS ved 650 °C under godt ventilerte betingelser [23]. Det er videre observert økt frigjøring av PAH [85] med økende temperaturer ved forbrenning av PS og PE, mens det også er vist at ved temperaturer fra 600-1200 °C synker mengden av PAH ved forbrenning av PS. Det ble observert at PAH i gassfase er hovedkomponent ved lave temperaturer, mens PAH-partikler dominerte ved høyere temperaturer [86]. For PUR-skum vil en brann med ulike temperaturer generere ulike emisjonsprodukter. Ved lavere temperaturer produseres isocyanater, nitriler og andre nitrogen-holdige organiske forbindelser, mens ved høyere temperaturer (700-1000 °C) produseres hovedsakelig HCN [18, 87].

8 Erfaring fra branner der byggevarer i plast var involvert

Avsnittet gir et sammendrag fra erfaringer hentet fra et utvalg av tilgjengelige rapporter av nyere branner, der det er pekt på at byggevarer i plast har vært involvert i brannen. Tre branner er beskrevet spesielt i avsnittet, mens de øvrige er beskrevet i tabellen i Vedlegg B. De viktigste momentene fra studien er sammendratt i dette avsnittet. Rapportene er fra hendelser i Norge og Sverige, og også et par tilfeller fra Europa (se Vedlegg B) Rapportene omhandler branner i bygningstyper som lagerbygg næringsbygg, skoler, fritidshaller og andre forsamlingslokaler.

8.1 Brann i Vik Torg, 6. juli 2007

Denne brannen ble gjennomgått og evaluert av BE og DSB i samarbeid [88]. Beskrivelsen under er basert på BE og DSBs evalueringsrapport.

Vik Torg bestod av 3 sammenbygde blokker med blandet bruk, med leiligheter i øverste etasje og næringsarealer under. 12 av leilighetene var omsorgsboliger. Brannen 6. juli startet sannsynligvis utvendig på en takterrasse og spredte seg opp til loftet, og derfra nedover til leilighetene. Den utvendige brannstarten førte til at det tok lang tid før brannalarmanlegget ble aktivert.

Ingen personer ble skadet i brannen, men det var store materielle skader, og 15 leiligheter ble ødelagt.

Øverste etasje var bygget med bærende konstruksjoner (inner- og yttervegger og etasjeskiller mot loft) av sandwichelementer med kjerne av 100-150 mm PUR-skum og 12,5 mm gipsplate på hver side. Sandwichelementene ble vurdert til å ha bidratt vesentlig til brannutviklingen. Bruk av elementene i de deler av bygningene som var omfattet av brannen, var i prinsippet i henhold til gjeldende regelverk. Det ble imidlertid påpekt at løsningen som var angitt i byggeforskrift 1987; "*Brennbare materialer skal brytes ved branncellebegrensende konstruksjoner med materialer som minst svarer til bygningsbrannklassens krav til branncellebegrensende konstruksjon*", ikke hadde fungert etter hensikten.

Rapporten påviser også andre branntekniske svakheter ved bygningene som hadde betydning for brannforløpet. Bruksmulighetene for sandwichelementer ble begrenset i veiledningen til 4. utgave av TEK som følge av denne brannen.

8.2 Brann i Bergseng bo- og servicesenter, Harstad, 18. mars 2001

Denne brannen ble gjennomgått og evaluert av BE og DSB i samarbeid [89]. Beskrivelsen under er basert på BE og DSBs evalueringsrapport.

Bergseng bo- og servicesenter i Harstad er bygd i 3 etasjer, og inneholder en senil-dement avdeling med 9 plasser, 28 boenheter for eldre med omsorgsbehov, samt administrasjonslokaler for pleie- og omsorgssektoren.

Brannen startet på kjøkkenet, og omfattet på et tidlig stadium en kasse av EPS og transportemballasje brukt til innpakning av varm mat. Åpen dør fra kjøkkenet gjorde at hele korridoren ble fylt med røyk. Brannårsaken ble registrert som feil bruk av elektrisk utstyr. Brannvesenet rykket raskt ut, og slokket brannen effektivt med vann fra utsiden. Det omkom 3 pasienter i brannen. En begrenset del av bygget fikk betydelige sot- og røykskader, mens det var minimale eller ingen skader i resten av bygget.

Et problem under slokkingen var at det lå kabelbroer i plast åpent eksponert på hver side av himlingen i korridoren. Innsatsen til brannvesenet ble komplisert, fordi elektriske kabler falt ned fra kabelbroene og sperret for fri bevegelse. Dermed ble det vanskelig for røykdykkerne å søke etter personer. Etter brannen ble det funnet smeltet materiale fra kabelbroer, kabelisolasjon og noe fra lysarmaturer. Det var en del smelteskader på kablene, men mindre direkte brannskader.

8.3 Brann i Sveio Omsorgssenter, 9. juni 2007

Denne brannen ble gjennomgått og evaluert av BE og DSB i samarbeid [90]. Beskrivelsen under er basert på BE og DSBs evalueringsrapport.

Brannen oppsto i avdeling for senil-demente på Sveio Omsorgssenter, i et tilbygg til eksisterende sykehjem. Det var 13 pasienter på den aktuelle avdelingen. Arnestedet var bak et kjøleskap i et lite strykerom/lager i første etasje, og brannårsaken er registrert som annen elektrisk årsak (kode 3.9 i DSBs statistikk). Brannforløpet var raskt og dramatisk, og brannen var ute av kontroll etter om lag 3 minutter. 2 pasienter omkom, og det var 6 personer med røykskadde, derav 4 ansatte og en brannmann.

I granskningsrapporten blir det diskutert om gulvbelegget i PVC kan ha bidratt til den hurtige brannutviklingen. Det aktuelle gulvbelegget var av klasse B_{fl-s1}, og dermed betraktelig bedre enn minimumskravet til gulvbelegg i rømningsvei som dette, klasse D_{fl-s1}. Det henvises til en artikkel om to branner i Sverige, der man konkluderte med at gulvbelegg bidro til brannspredning, og at metoden for brannklassifisering av gulvbelegg bør vurderes nærmere [91].

8.4 Sammendrag fra branner som har inngått i studien

Under følger en oppsummering av direkte og indirekte årsaker til brannstart og -spredning. Forslag til konklusjoner og tiltak som nevnes i rapportene, og som er knyttet til plastproduktene rolle i brannen, er også listet opp.

Brannårsaker

I rapportene blir det nevnt flere forskjellige brannårsaker. En hyppig brannårsak ser ut til å være antennelse av isolasjonsprodukter, for eksempel i tak ved direkte eller indirekte varmeoverføring under eller etter varme arbeider.

Årsaker til spredning av brann

- *Varmeoverføring via kabler eller ventilasjonskanaler* kan gi spredning over store områder i bygningen. Hvis ventilasjonskanaler i plast deltar i brannen, kan materialet smelte og renne og forårsake «nye» branner. Åpne ventilasjonskanaler, uavhengig av materiale, vil kunne gi oppsamling av brennbar materiale som reir eller papir. Hvis dette antennes, er spredning av brannen avhengig av de omkringliggende materialene. Hvis det er trukket kabler eller ventilasjonskanaler gjennom brennbar isolasjon, kan isolasjonsmaterialet antennes ved varmeoverføring, noe som kan gi rask spredning av brannen eller en brann i et innkledt hulrom, noe som vil vanskeliggjøre slokkearbeidet.
- *Spredning via isolasjonsprodukter i plast i utvendig fasade eller tak, eller i innvendig vegg eller tak*, skjer i mange tilfeller på grunn av at den ytre beskyttelsen av den brennbare isolasjonen er fjernet eller skadet. Avdekking av brennbar kjernemateriale kan skje ved renovering av bygning, produktene kan ha vært påført skader under montering eller ved uhell før brannen oppsto, eller det kan skje en delaminering av beskyttelsen som direkte følge av brannen.
- *Dryppende plast* kan antenne brennbare materialer på lavere nivå.

Formelle faktorer og andre problemområder som kan ha vært indirekte årsaker til brannforløpene

- *Prosjektering og oppføring av bygg*
 - Manglende kunnskap blant prosjekterende
 - Uklar oppfatning av ansvars- og rollefordeling mellom myndigheter, prosjekterende og utførende
 - Feil og svakheter ved bygningskonstruksjon
 - Ikke forskriftsmessig oppførte bygg, for eksempel med hensyn til inndeling av arealer, brannskiller, fradeling av kjølerom med plastisolasjon
 - Dokumentasjon
 - Mangelfull dokumentasjon
 - Vanskelig å tolke/kontrollere utenlandsk dokumentasjon og tester
- *Sen eller ingen brannvarsling*
- *Uforsiktighet eller kunnskapsmangel ved utførelse*
 - Dårlig brannsikring ved rehabilitering av bygning
 - Varme arbeider
 - Manglende forholdsregler ved håndverksmessig utførelse og feil ved montering eller bruk av produkt. Det lages ofte hull i brancellebegrensende bygningsdeler uten tilfredsstillende tetting i etterkant. Avløpsrør i plast svekker etasjeskillere, og bør føres sammen ved ventilasjon i egne sjakter eller kanaler over tak. Ikke etterfulgt monteringsveiledning gjør at brannklassifiserte produkter ikke lenger tilfredsstillende den dokumenterte brannklassen. Utette gjennomføringer eller andre skader på kledningsplatene til plastisolasjonsprodukter kan bidra til spredning av brannen i det brennbare kjernemateriale.

9 Synspunkter fra ulike aktører

Dette kapitlet refererer muntlige og skriftlige uttalelser fra ulike aktører om problemstillinger knyttet til byggevarer i plast og brannsikkerhet. SINTEF NBL har ikke vurdert gyldigheten av utsagnene. Vi har vært i kontakt med forsikringsbransjen, produsenter og leverandører av byggevarer i plast, politi, brannvesen og branntilrådgivere. Vi har ikke lyktes i å få innspill fra arkitekter.

9.1 Forsikringsbransjen

Sammendrag av uttalelser fra representanter fra to ulike norske forsikringsselskaper og Landbrukets Brannvernkomité (LBK)

Forsikringsbransjen og eiere av bygninger lider store økonomiske tap ved brann. Næringsbygg blir fremhevet som problembygg i forbindelse med brann og byggevarer i plast, og det blir vist til flere konkrete eksempler på slike "risikobygg" i Norge. Ved storbranner i næringsbygg kan virksomheten stanse i lang tid, kanskje for alltid. Arbeidsplasser vil dermed kunne gå tapt, noe som kan være kritisk for små tettsteder. Næringsbygg kan være lokalisert slik at det kan være begrenset tilgang på slukke vann, noe som kan vanskeliggjøre slukkearbeidet til brannvesenet. I slike områder kan bruk av vannkrevende sprinklersystemer, som vil ha konsumert mye vann før brannvesenet rekker å komme frem, være uegnet.

De vet ikke om plast i landbruk er utbredt, men er kjent med at plast brukes som innvendige plater i f.eks. grisehus, som himling i fjøstak og i ventilasjonskanaler, og at det finnes flere leverandører av ferdigbygg (driftsbygninger) i plastmaterialer til landbruket. Selv om ikke omfanget skulle være stort i dag, mener de at kunnskap om produktene og brannsikkerhet er viktig. De fremhever elektrisitet som den vanligste årsaken til brann i landbruket. Ved brann i driftsbygninger peker de på faren for at brennende plast kan dryppe på dyrene, og at plast i ventilasjonskanaler og avtrekk utgjør risiko for spredning av brann. Som konkrete årsaker til brann nevner de viftemotorer som drar støv og som tetter og skaper varmgang i motor. Forebyggende tiltak pågår, som systematisk utskifting av slike viftemotorer til vifter med motorvern og manuell gjeninnkopling og at Nelfo (Foreningen for EL- og IT Bedriftene) jobber for å oppnå en bedre godkjenningssystem for el-installatører på landbruksbygg i Norge.

De trekker frem gartnerier som store utfordringer når det gjelder bygninger med mye plast, og viser til store gartnerier i Norge som i hovedsak består av byggevarer i plast. Årsaken til brann i gartnerier er ofte lamper som sprekker, der armaturen faller ned på plastbord og enten fører til nedsoting, som er kostbart å rengjøre, eller starter brann. Når det gjelder slukking, er det ulike meninger om sprinkling er et bra alternativ i gartnerier på grunn av utfordringer med vannforsyning og frost, og de nevner vanntåkesystemer som et alternativ. Andre risikobygg som nevnes er salgslokaler som bygges som gartnerier, eller bruksendringer der for eksempel landbruksbygninger brukes til serveringslokaler.

Det viser seg at det er en oppfatning hos forsikringsselskaper at mange branner oppstår og sprer seg delvis som følge av mangel på kunnskap hos håndverkere og brukere. Av hyppige årsaker til brann, nevnes varme arbeider, elektrisk feil i ladestasjoner, og at brann kan spre seg på grunn av dårlig branntetting av gjennomføringer i brennbar isolasjon. For produkter som sandwichpaneler kan tette kledningsplater være kritisk for å opprettholde brannsikkerheten. Ved tilsyn observerer forsikringsselskaper gjennomhulling av tildekningsmaterialet og slitasje på sandwichpaneler, og ser eksempler på at slike paneler er kappet ved montering, slik at det brennbare kjernematerialet eksponeres. De foreslår merking av produkter i bruk, og advarende skriftlig informasjon for å øke bevisstheten ved arbeid i bygninger som inneholder byggevarer i plast. De uttrykker videre et ønske om at produsenter utarbeider tydelige monteringsanvisninger som forhindrer brukere og håndverkere i å gjøre feil.

Mangelfull dokumentasjon av byggevarer i plast nevnes også som et problem.

I forhold til materialvalg, mener de at det i nye bygg bør velges mineralull i stedet for isolasjonsmaterialer i plast, og det ble eksempelvis nevnt at næringsmiddelindustrien ved ombygging nå går over fra PIR til mineralull som isolasjonsmateriale. Imidlertid understreker de at det er viktig å se brannsikkerhet i et helhetlig perspektiv og vurdere byggevarene i sammenheng med slokkesystemer og rømningsveier m.m. For å øke brannsikkerheten, gir forsikringsselskap anbefalinger til sine kunder ved tilsyn, for eksempel å montere ladestasjoner i avstand fra vegg. Det er en oppfatning at økt bruk av plastmaterialer i bygninger medfører høyere risiko for storbranner og brannspredning i flere typer bygg i Norge. Det hender at forsikringsselskap høyner forsikringspremien eller nekter å forsikre bygg etter en helhetsvurdering av materialbruk, rutiner m.m. Eventuelt kan de kreve kompenserende tiltak, som for eksempel fysiske brannskiller og brannvarsling.

9.2 Plastprodusenter og -leverandører

Sammendrag av uttalelser fra 3 produsenter av byggevarer i plast

Produsent uttrykker at generalisering og ensidig negativ fokusering på brannegenskapene til plastmaterialer i media og hos forsikringsbransjen er et problem. Det blir poengtert at ulike plastmaterialer, og også produkter basert på samme basismateriale men med ulike sammensetninger eller tilsetningsstoffer, kan utvise svært forskjellige egenskaper. Det er en økende etterspørsel etter plastprodukter i landbruket, og det blir pekt på at generalisering gjør at enkelte produkter og materialer får et verre rykte enn fortjent. Dermed blir det vanskelig for forbrukere å skille brannteknisk gode fra dårlige produkter. Det er et ønske at begrepet «plast» ikke brukes som en fellesnevner på produkter med svært ulike branntekniske egenskaper, og at forsikringsbransjen må forstå at det er forskjeller på PVC, akrylplast, glassfiberarmert polyester etc., og hvordan disse oppfører seg ved en eventuell brann. Som eksempel på generalisering, blir det nevnt at media ofte nevner giftige gasser fra plast som brenner- Imidlertid kan utslippet av røyk og giftige gasser reduseres betraktelig med tilsetningsstoffer. Det finnes altså både plastmaterialer og produktvarianter med svært ulike branntekniske egenskaper på markedet.

Produsent ønsker regler som gir strenge krav til brannsikkerhet, men peker på at dagens byggeregler ikke er tilpasset visse typer produkter. Dette vanskeliggjør prosessen med å introdusere produktene på markedet, til tross for at de kan ha gode branntekniske egenskaper. Slik byggereglene fungerer i dag, vil enkelte produkter (i følge produsent) ikke kunne oppnå godkjenning, selv om de ikke brenner lettere enn mineralull, som betegnes som «ikke brennbar» isolasjon. Det blir foreslått å legge mer vekt på spredning av brann som parameter, og det blir poengtert at begrepet "brennbar isolasjon" er for snevert og bør ha en finere inndeling. Videre nevnes produkter som kan utvikle giftige gasser ved brann. Om dette utgjør en fare, er avhengig av ved hvilken temperatur gassene utvikles, og tiden det tar å oppnå denne temperaturen. Hvis tiden er tilstrekkelig lang, vil sannsynligvis brannen (f.eks. i en bolig) være velutviklet, og andre dominerende risikofaktorer for liv og helse vil allerede ha inntrådt, som høy produksjon av varme, CO og andre giftige gasser fra brennende inventar. For produkter med lav U-verdi, for eksempel PIR-isolasjon, har kravet om energieffektivisering ført til en økende etterspørsel fra arkitekter og andre aktører, både til nybygg og ved rehabilitering av eksisterende bygg. Det siste området utgjør hovedmarkedet. For PUR-skum nevnes det en betydelig årlig økning i etterspørselen.

9.3 Politi

Sammendrag av uttalelser fra personell ved kriminalteknisk seksjon i Sør-Trøndelag politidistrikt og Kripos i Oslo

Politiet har mye erfaring med å etterforske boligbranner, og har ikke opplevd at bygningskonstruksjoner i plastmaterialer er et utbredt og stort problem. De har foreløpig ikke observert en økning i bruk av byggevarer i av plast, men er skeptisk til brannsikkerheten hvis en slik økning skulle skje. Politiet anser at det er generelt høyere brannsikkerhet i dag enn tidligere.

Politiet har mest erfaringer med plastmaterialer i brann i form av inventar, og observerer stor brannlast i møbler. Når det gjelder byggevarer i plast, peker de på overflater i bygningen, ventilasjonskanaler, tynne folier, strømkabler og kabelføringer i plastrør som produkter som kan bidra til rask spredning av brann. Elektrisk utstyr og kabler med brannhemmende isolasjon antennes kanskje senere enn enkelte andre materialer, men brenner, ifølge politiet, like godt i en overtent brann selv om de er tilført flammehemmere. Av andre plastprodukter nevner de at PVC-kasser og sandwichpaneler i næringsbygg utgjør et brannteknisk problem, og at el-branner i for eksempel PE-rør kan være store og vanskelige. Kretskort og kabler av selvslukkende plastmaterialer kan fungere i initialfasen, men de vil uansett brenne godt i en fullt utviklet brann.

Kjennskap til hvordan plastmaterialer oppfører seg i brann inngår som en begrenset del av utdanningen til politiet. De er imidlertid kjent med at plast kan produsere brennende dråper i en brann. Smeltet plast kan mistolkes til at det er flere arnesteder (indikasjon på påsatt brann), men siden det finnes mye plastinventar, er dette noe de har erfaring med. Alle typer plast kan lage falske spor i brann, men politiet understøtter sporene med andre funn.

Politiet søker etter brannårsak og arnested i etterforskningen, og som brannårsak nevner de påsatte branner i søppelbeholdere som et stort problem. Plast i bygninger vanskeliggjør etterforskning på grunn av at den høye energien fører til store branner. I slike branner kan platen smelte og forsvinne helt, men hvis brannen slukkes i tide, kan det finnes rester av plastmaterialer. Hvis de observerer at det er brukt plast i bygningen, ønsker de å vite hvilke typer plastmaterialer det er. Intakte materialprøver som er uskadd etter brannen, kan analyseres for å identifisere typen plast som har vært i bygningen. Politiet utfører også egne småskala branntester. Smeltet plast kan danne en steinhard masse etter at rommet er avkjølt etter en brann. Det kan virke som platen beskytter gulvet, som kan være intakt under den størknede plastmassen. Noen ganger må de bruke røntgenavbildning for å identifisere hva som er inni en slik plastmasse. Hvis det ser ut som om det er fravik fra byggeforskriften, trekkes brannvesenet inn for å vurdere om bygget er forskriftsmessig utført.

Politiet mener at mer plast i bygget vil kunne medføre en større brannbelastning og det vil kunne gi større sannsynlighet for total nedbrenning av bygningen. Store mengder plast kan gi større branner med mer røyk og giftige gasser, noe som kan gi dårligere sikt og farlige forhold for personer som oppholder seg i bygningen. Røykavsetning og mangel på oksygen brukes som parametere for å identifisere arnestedet, men politiet må hele tiden vurdere personsikkerheten, og de går ikke inn i en bygning med røyk. Store branner med høy varmeutvikling kan også gi svekkelser i bærekonstruksjon, og forårsake at øvre etasjer faller ned.

9.4 Brannvesen

Sammendrag av uttalelser fra personell i Trøndelag brann- og redningsetat (TBRT) og Brann- og redningsetaten i Oslo kommune (OBRE)

Brannvesenet i Trondheim kjenner ikke til at byggevarer i plast er utbredt, og har heller ikke særlig erfaring med slike produkter med hensyn til branner i Trondheim og omegn. De mener imidlertid at det er viktig å belyse temaet hvis det blir en økt etterspørsel etter slike produkter.

Det er ikke en del av opplæringen til brannvesenet å vurdere konstruksjoner med plast spesielt. De vurderer ikke hvilke typer plast som eventuelt brenner i en bygning ved slokking, men vurderer heller bygningskonstruksjonen og bygget som helhet.

Av bygninger som er vanskelig å slokke, nevner de bygninger som har dårlig adkomst for brannvesenet, og som for eksempel inneholder store leiligheter med åpne løsninger som kan føre til store branner. Hulrom, kanalnett, utlekting av vegger og nedlekting av himlinger er effektive og vanskelig tilgjengelige spredningsveier. Når det gjelder bygningsdeler nevner de fasadematerialer som gir rask brannspredning på overflaten og/eller i hulrommet bak fasadeplatene, mens innvendig brannspredning i bygninger blir naturlig begrenset av brannskillene som er etablert der. Brannvesenet mener at gulvmaterialer ikke er et særlig problem, siden brannen går oppover og gulv derfor generelt ikke brenner. Brannspredning i kabler har skjedd, men mest som følge av at gjennomføringene ikke er branntettet. Via åpne avløpsrør kan brannspredningen skje nedover, ved at det faller brennende dråper av plast som antenner platen lenger ned, og gir videre spredning til omkringliggende materialer, men de har erfart lite problemer med dryppende plast. Sandwichpaneler ser de mest i store industriporter, og det er et problem at disse kan falle ned. Drivhus brenner godt, men slokner fort på grunn av de tynne materialene. Tidligere utgjorde dørhåndtak i plast et problem, fordi de smeltet av varmen og førte til at det ikke var mulig å åpne dørene. Denne typen dørhåndtak er ikke vanlig lenger.

Brannvesenet har ikke vurdert effektene av ulike typer plast spesielt, men de er kjent med at isopor brenner godt og utvikler mye varme. De opplever at hardplast brenner dårlig, men smelter og kan gi væskedamsbranner.

Plast kan være vanskelig å slokke, men det er hovedsakelig slokkemannskapets tilgang til brannen som kan være et problem. Sandwichpaneler kan være en utfordring fordi overflaten hindrer slokking av brann i kjernematerialet. Brannvesenet er derfor skeptisk til bruk av brennbar isolasjon som kan føre til at det oppstår brann i hulrommet bak en overflate, der det er nok luft til at brannen kan spre seg. En slik brann er vanskelig tilgjengelig, og hvis det i tillegg er dårlig seksjonering i bygget, øker risikoen for total skade.

De velger hvilken slokketeknikk som skal benyttes på bakgrunn av type objekt eller konstruksjon som brenner, heller enn hvilke type materialer objektet inneholder. I de aller fleste tilfeller er det vannstråle eller skjærslokker med vanntåke som benyttes. I de øvrige tilfellene, for eksempel ved brann i industribygg, kjøretøy eller metall, blir det brukt f.eks. CO₂-gass, sand eller skum. Det er viktig at isolasjonen er brutt i hver etasje slik at det blir mulig å gjennomføre slokking "innenfor" hver branncelle. Brannvesenet mener at det bør vurderes om det kreves mer slokkevann for å slokke plastbranner, og i så fall hvordan problemet med tilgang på slokkevann skal løses.

Brannvesenet mener at slokking er en utfordring i bygninger som inneholder plast fordi materialene kan gi en kraftigere brann, og de erfarer at plast brenner godt ved høye temperaturer. En brann kan ikke slokkes fra utsiden, kun begrenses. Brannvesenet går derfor inn i bygget hvis det lar seg gjøre. De benytter såkalt «OBBO» (Observere, Bedømme, Beslutte og Ordre til mannskapene) for å beslutte hva som skal gjøres i hver enkelt brann. De nevner inventar i plast som et problem med hensyn til slokking, eksempelvis i

lagerbygninger der store mengder objekter av plast oppbevares. Slokking er også utfordrende i nye bygg med mekanisk ventilasjon, fordi det kontinuerlig blir tilført mer oksygen til brannen. I gamle bygg som er litt tettere, kan derimot brannen slokke av seg selv på grunn av oksygenmangel. Hvilken byggeforskrift som var brukt ved oppføringen av bygget har stor betydning for brannutviklingen, og slokking kan være vanskelig i bygg med forskriftsmessige feil.

Når det gjelder effekt av plastmaterialer i bygninger, opplever brannvesenet at dette gir høyere temperaturer, raskt brannforløp og spredning, samt en røyk som er tykk, svart og seig og fester seg på utstyret. Den høye temperaturen er mer belastende for utstyret enn hva røyken er. Ved slokking bruker de vann for å vurdere temperaturen ut fra hvor mye fordamping de observerer. Produksjon av HCN-gass kan være et problem, spesielt for de som jobber med restverdirendning (RVR), men brannvesenet poengterer imidlertid at alt som brenner avgir farlig røyk. Bygg med eldre, tradisjonelle materialer går i gjennomsnitt til overtenning først etter ca. 20 minutter. En rombrann vil med dagens materialer kunne gå til overtenning allerede etter 3-6 minutter. Den kortere overtenningstiden oppfattes å være forårsaket av at vi i nyere tid bruker mye mer brennbart inventar. Det blir dårligere sikt når det er ufullstendig forbrenning av materialer, og slokkemannskapet bruker aktivt vifter for å fjerne så mye røyk som mulig. Slokkemannskapet vurderer alltid røyk og temperatur i et bygg, før de går inn på grunn av eksplosjonsfaren.

Brannvesenet mener det kan være større sannsynlighet for total nedbrenning av bygninger som inneholder plast, men at også mange andre faktorer, som bærekonstruksjonen, spiller inn. De går sjelden eller aldri inn i bygninger som har brent mer enn ca. 20 minutter. Unntaket er hvis det er brukt limtredragere, noe som gir en god bæreevne.

9.5 Brannrådgivere

Under følger sammendrag av uttalelser og resultater fra en enkel spørreundersøkelse som ble sendt til brannrådgivere via epost, der spørsmålene omhandlet utbredelse av byggevarer i plast og utfordringer i forbindelse med regelverk.

Sammendrag av svar fra 14 brannrådgivere

Anvendelse

Byggevarer i plast brukes i alle typer bygg; boliger, skoler, barnehager, hotell, helsebygninger (sykehus, sykehjem) og næringsbygg (lager, verksted, kontor, kjøpesenter, kulturbygninger, transportterminaler). Bruksområdene for ulike produkttyper varierer mellom de ulike bygningskategoriene. Plastisolasjon er mest brukt i næringsbygg og boligbygg, og det er en oppfatning at utbredelsen er størst i industri og lagerbygninger i brannklasse 1 (yttervegger og tak). Plastisolasjon i bygninger finnes i tak (hovedsakelig utvendig), og innstøpt i gulv og i murblokker. Vegger (som sandwichelementer eller som murblokker) brukes ofte i kjøle- og fryserom, og anvendes også på fasader (hovedsakelig i lager- og verkstedbygninger i form av sandwichpaneler). Plastisolasjon i sandwichpaneler brukes både i innvendige vegger og utvendig i fasader. El-kabler med plastisolasjon har vært problematisk i enkelte rehabiliteringsprosjekter hvor det har vært umulig å skaffe dokumentasjon på brannenergien (krav til maksimum 50 MJ/løpemetre korridor i rømningsveier).

Plastmaterialer

Skumplast benyttes i mange prosjekter. EPS er i dag det mest anvendte isolasjonsmaterialet, og brukes mye som takisolasjon i bygg med flate tak. Det er en oppfatning denne bruken av EPS, kombineres (i tråd med anvisninger fra Takprodusentenes Forskningsgruppe, TPF Informerer nr 6 [92]) med ubrennbar isolasjon langs parapet og detaljer, og blir dekket av takbelegg. EPS med armert puss som etterisolerin brukes i fasader. XPS benyttes på nedgravde og tildekkede konstruksjoner som membraner, men også på terrasser

dekket av tremmegulv eller betongheller. I tillegg nevnes at det benyttes PUR i sandwichelementer til vegger, spesielt i næringsbygg, og også som brannskillende konstruksjoner (brannceller), der det er en utfordring å få til gode løsninger med for eksempel branntetting. Det er en oppfatning at etterspørselen etter PIR øker, fordi EPS ikke er brannteknisk godt nok. PIR brukes i dag hovedsakelig som veggisolasjon, eksempelvis i sandwichpaneler i næringsbygg, mens EPS på tak er ganske vanlig, da det er prisgunstig, og det er en oppfatning av at TPFs regler er kjent og følges. EPS brukes også til gulv, der det noen ganger støpes inn, og materialet benyttes også i større bygg for å ta opp høydeforskjeller. I grunnmur er det vanlig å bruke XPS/EPS, noe som anses som brannsikkert. Det har vært tilfeller der branner har spredt seg i fasader og ødelagt etasjeskiller med EPS, fordi de har sprukket opp som følge av høye temperaturer. I Sverige er det meninger både for og mot bruk av EPS-isolasjon. Noen rådgivere har ikke opplevd endring i etterspørsel av byggevarer i plast, mens andre nevner at sterkere fokus på U-verdier gjør at XPS og PUR er i sterk vekst. PIR sies foreløpig å være bortimot «ikke-eksisterende» på det norske markedet. En rådgiver nevnte at ingen prosjekter foreløpig har involvert fenolskum.

Det uttrykkes usikkerhet angående hva som skjer med isolasjonsskummet når det blir varmet opp i en brann. Man lurer på om platen blir flytende og renner ut på svake punkter i panelet, og om dette i tilfelle kan medføre en væskedamsbrann. Hvis bygget er sprinklet, er det et spørsmål om den flytende, brennende platen vil flyte opp på vannet på gulvet og transporteres med vannstrømmen. Det finnes eksempler på tilfeller der sprinkler ikke klarer å kontrollere brann som involverer EPS, og det vil være vanskelig å slokke en brann der det er smeltet EPS. Imidlertid vil sprinkleranlegg vanligvis utløses før overtenning er inntruffet. Flere tester har forøvrig vist at sprinkleranlegg også kan kontrollere branner som er overtent.

Regelverk

Det oppfattes at det er en viss iver blant selgere av plastprodukter, og testmetodene gir enkelte utfordringer. Noen rådgivere mener det er vanskelig å innhente riktig brannteknisk dokumentasjon for sandwichpaneler med brennbar isolasjon, blant annet fordi mange selgere viser kun de gunstige testene, og ikke alle tester er relevante. Andre synes dokumentasjon ikke utgjør et stort problem, og velger kun produkter med Teknisk Godkjenning fra SINTEF Certification, som de finner tilgjengelig informasjon om i databasen til SINTEF.

For bygninger der det kreves ubrennbar isolasjon må det, i henhold til VTEK10, tas hensyn til detaljering og utførelse ved bruk av brennbar isolasjon. Definisjonen av hva som regnes som isolasjon kan være uklar i VTEK10, og det vises spesifikt til doble plater av polykarbonat (PC) som kan fungere både som ytterkledning, isolasjon (ifølge rådgiver) og innvendig kledning. I dette tilfellet var det fravik fra VTEK fordi det var delvis risikoklasse 5 i bygget, og ved analyse ville det vært nyttig å ha resultater fra relevante storskalaforsøk.

Plastisolasjon er mye brukt i kjøle- og fryserom og disker, for eksempel i forretninger. Det er en utfordring at bruken i kjøle- og frysedisker er lite definert i regelverket, noe som er paradoksalt i forhold til de strenge kravene til bruk av isolasjonsmaterialer i slike veggkonstruksjoner. Et lignende eksempel er de ganske strenge kravene til brennbar isolasjon på tak for enkle lager- og verkstedbygninger (bæring, tildekking etc), samtidig som det er en enklere aksept for vegger med brennbar isolasjon.

Det vises til stadig nye leverandører av rør av ulike plastmaterialer. Spesielt gjelder dette «flerlags-rør», der det stilles krav til termiske- og lydmessige egenskaper. Slike rør består av flere lag av ulike materialer, og det kan derfor være vanskelig å vite hva slags plastmaterialer som benyttes. Erfaring gjennom ulike branntester er at kjente plastrør som PVC, PE og PP ikke utgjør noen stor fare ved branncelleoppdeling dersom det monteres riktige mansjetter.

Det påpekes at det er stor forskjell på ulike plastmaterialer, og for grov sortering i VTEK10 når det kun skilles mellom A2-s1, d0 og «alt annet». §11-9 i VTEK10 har videre mange begrensninger med hensyn til

bruk av plast i ulike brannklasser og risikoklasser. Det nevnes som et spesielt problem at det mangler en sammenheng mellom sandwichelementer og ytelseskrav til overflater og kledninger. Leverandører og entreprenører har generelt for dårlig kunnskap om det som står i veiledningen, og hva som kreves av produktdokumentasjon i VTEK10 kap. 3 og ytelseskravene med hensyn til brann i § 11-9. Et eksempel er at det ofte ikke kan fremlegges gyldig dokumentasjon som står i brannkonseptet (f.eks D-s2,d0 og Eufic klasse E i brannklasse 1 bygg). Det uttrykkes behov for en klarere og mer systematisk veiledning, med ytelseskravene med hensyn til bruk av ubrennbar isolasjon oppført i tabellform for å begrense feil bruk. Det anbefales av brannrådgivere å øke kunnskapen (kurs, læremateriell etc.) om produktdokumentasjon, VTEK- ytelser og om produktene for øvrig hos alle aktører i byggebransjen.

Annet

Det nevnes at plast også har gode egenskaper, som mulighet for å slippe gjennom lys, gode isolasjonsegenskaper, lett vekt, mekanisk styrke, god motstand mot fukt og vind, og lav pris. De gunstige faktorene gjør at produktene er "populære", noe som kan være utfordrende sett fra et brannfaglig ståsted. Det finnes imidlertid anvendelsesområder hvor bruk av plast er uproblematisk. Eksempler er innstøpt eller innmurt skumplast, og andre anvendelser der skumplasten er beskyttet av kledning eller materiale med brannmotstand. Enkelte brannrådgivere har en oppfatning at PUR/PIR er vesentlig mindre brennbart enn EPS/XPS, og derfor bidrar i mindre grad til brannspredning.

10 Diskusjon

10.1 I hvilken grad bidrar byggevarer i plast til brann?

En oppfatning er at inventar i plastmaterialer generelt gir mye større bidrag til brannspredning og utvikling av varme, røyk og giftige gasser inne i bygninger enn byggevarer. Plastinventar finnes i bygninger som boliger, næringsbygg og spesielt lagerbygninger, som kan oppbevare store mengder produkter i plast. Det europeiske systemet for dokumentasjon av branntekniske egenskaper til byggevarer, og reguleringen av anvendelser gjennom byggereglene gir imidlertid gode muligheter til å kontrollere hvor brennbare produktene får være i ulike bruksområder, det vil si hvor lett de kan antenne, og hvor mye varme og røyk det er akseptabelt at de avgir i en brann. Det er også mulig å regulere brannegenskapene til inventaret, men regelverket for dette er ikke tilfredsstillende i dag, og det vil også være komplisert å kontrollere og følge opp.

Enkelte byggevarer i plast brenner lett, smelter og drypper. Slike materialer kan bidra til brannspredning ved at de skaper ”nye” branner der de faller ned. Andre byggevarer i plast er enten tildekket av ubrennbar materiale og/eller laget av materialer som er flammehemmende og ikke antennes lett. Slike produkter vil hovedsakelig bidra til brannen ved høye temperaturer og i en godt utviklet brann, men under disse betingelsene kan de til gjengjeld brenne godt. Temperaturen som kreves for at ulike produkter skal delta i brannen, og tiden det tar før temperaturen oppnås, varierer. Når det gjelder liv og helse, vil det være et spørsmål om varme, røyk og gass fra inventar og øvrige byggevarer allerede er så omfattende på dette tidspunktet at personer enten har kommet seg ut av bygningen, eller allerede vil være omkommet hvis de befinner seg inne i bygningen. Det er også et spørsmål om det på dette stadiet ville ha vært mulig å redde mer av bygningen hvis byggevarer av andre materialer enn plast var benyttet. For brannmannskap kan det imidlertid være farlig arbeid å utføre slokkearbeid i en bygning med de høye temperaturer og det uforutsigbare forløpet som kan være tilfellet for plastmaterialer. Svært hurtig spredning av brannen kan plutselig oppstå med tykk svart røyk og giftige gasser.

Det er bruksområder i bygninger som er mer kritiske enn andre når det gjelder å kontrollere brannegenskaper til byggevarer, og bruk av brennbar isolasjon er i mange tilfeller et slikt område. I de branntilfellene som vi har funnet opplysninger om, er det lite informasjon om hvilken brannteknisk klasse selve isolasjonen oppfyller, men det er mange tilfeller der isolasjonen sannsynligvis er enten uklassifisert eller euroklasse E. Det ville vært interessant å finne eksempler der brennbar isolasjon med en høyere brannklassifisering har vært involvert i en brann, og undersøke hvor mye isolasjonen har bidratt til brannutviklingen i slike tilfeller.

For at brennbare plastmaterialer som krever tildekking ikke skal bidra i brann på et tidlig tidspunkt, er det avgjørende at tildekkingsmaterialet i utgangspunktet er uskadet. Tildekkingsmaterialet må i seg selv motstå brannen i en viss tid, så den ikke bøyer av eller sprekker, og eksponerer det brennbare kjernematerialet for flammer. Det er også viktig at produktene kun benyttes til de funksjoner de er tiltenkt, og at de monteres og håndteres i henhold til monterings- og bruksanvisningen.

10.2 Gir materialer som ikke inneholder plast bedre brannsikkerhet?

Moderne isolasjonsmaterialer i plast har mange fordeler. De er energieffektive og har høyere U-verdi enn tradisjonelle isolasjonsmaterialer som mineralull. Mineralull omtales generelt som ”ikke brennbar”, mens isolasjonsprodukter av plast omtales som ”brennbar” isolasjon. Enkelte produsenter mener denne betegnelsen gir et unyansert bilde av de branntekniske egenskapene til plastprodukter. En viktig forskjell på mineralull og brennbar isolasjon, er at det siste krever brannsikker tildekking for å oppfylle forskriftskravene til brannsikkerhet. Hvis ytterkledningen på sandwichpaneler med kjerne av brennbar isolasjon fjernes eller skades, noe som er hyppig observert av ulike aktører, kan dette senke brannsikkerheten ved at den brennbare kjernen kan eksponeres direkte for flammer. Effekten av skader på sandwichpaneler bør studeres systematisk, for å finne ut når skaden er så stor at brannegenskapene er vesentlig forringet. Dette kan gjøres

ved å teste sandwichpaneler med samme type isolasjonsmateriale, og med ulike typer skader. Sandwichpanelene bør da testes i henhold til NS-EN 13823 (SBI-testen), som er den sentrale standarden som ligger til grunn for klassifisering i euroklassesystemet. Det vil også være gunstig å utføre tester i henhold til ISO 9705, der sandwichpanelene blir testet i større skala enn i SBI-testen, og dermed kan være mer kritisk for slike produkter.

Tre brenner mer forutsigbart enn plast, noe som gjør at plast kan være en større utfordring når det gjelder å vurdere bidrag til en reell brann på grunnlag av testing og dokumentasjon. Imidlertid brenner tre godt, og enkelte aktører trekker frem tynne materialer av tre, som det finnes mye av i enkelte bygninger, som produkter som bidrar til et hurtig brannforløp og spredning av brannen. Imidlertid skal dokumentasjon for trematerialer være gyldig for den tykkelsen produktet anvendes i. Bestemmelsene for klassifisering uten ytterligere testing (CWFT, classified without further testing) for trematerialer beskriver minimumsgrenser for både densitet og tykkelse for de produktene som er omfattet av bestemmelsene [93].

Enkelte plastmaterialer avgir mye røyk og giftige gasser. Dette kan dempes ved bruk av tilsetningsstoffer i plastmaterialet. Temperaturen der produksjon av giftige gasser starter, vil avhenge av det spesifikke produktet. Hvis denne temperaturen er høy, kan det bety at det ikke vil være tilstrekkelig med tid til at brannen vil bli varslet, slik at personer kan komme seg i sikkerhet. Brannen kan også bli så stor ved slike temperaturer, at andre faktorer, som produksjon av giftige gasser fra andre bygningsprodukter og inventar, uansett vil dominere.

10.3 Mangelfull dokumentasjon

Mangelfull dokumentasjon ved prosjektering av bygninger uttrykkes også som en utfordring, dette kan forsinke byggesaken, og det kan skape problemer ved fremtidig tilsyn av brannvesenet og forsikringsselskap. Mangelfull dokumentasjon representerer ikke en brannfare i seg selv, men aksept av produkter i en byggesak på sviktende eller feilaktig grunnlag, kan føre til dårlig brannsikkerhet. Mangelfull dokumentasjon er også et problem ved bruksendring av bygninger.

Det bør vurderes om brannsikkerhet ved bruk av byggevarer i plast i bygninger krever et større fokus på tekniske krav til riktig prosjektering av bygget, tilstrekkelig og riktig dokumentasjon av produktene, og tilstrekkelig tiltak for varsling og slokking av brann.

10.4 Kunnskap og informasjon

Det stilles spørsmål ved kunnskapsnivået om temaet blant prosjekterende og andre aktører. Dette gjelder sannsynligvis ikke spesifikt ved vurdering av dokumentasjon for plastmaterialer, men også for byggevarer laget av andre typer materialer. For andre typer produkter har det ikke vært samme engasjement fra utenverdenen (media, myndigheter), og det er ofte snakk om tradisjonelle og velkjente materialer der brannrisikoen kanskje ikke er så ukjent brannrisiko. Feil bruk av plast er imidlertid ansett som en uheldig faktor med hensyn til brannsikkerhet, og har sannsynligvis vært en direkte årsak til rask brannspredning og stort skadeomfang i noen tilfeller.

Enkelte brannrådgivere mangler brannfaglig utdanning. Regelverket er funksjonsbasert og gir rom for tolkninger, noe som kan medføre at vurdering av brannteknisk dokumentasjon kan være utfordrende. Det finnes mange ulike branntekniske prøvingsstandarder, som kan gi varierende resultater for samme produkt, og det krever riktig kompetanse for å kunne vurdere dokumentasjonen. Det er viktig at mangelfull kompetanse hos prosjekterende ikke medfører at andre motivasjoner, for eksempel økonomiske, får dominere over krav til brannsikkerhet. Undervisning i plast og brannegenskaper er mangelfull, eller til og med fraværende, for bygg- og arkitektstudenter ved norske læresteder. Med tanke på hvor utbredt

plastmaterialer er i dag, er dette et tema som bør inngå i grunnkurs i bygningsmaterialer, i tillegg til i undervisning i brannfaglige emner.

Kunnskapen om brannsikkerhet bør økes hos brukere og håndverkere. I forbindelse med for eksempel sandwichelementer, er det viktig at utførelsen av utsparinger for dører, vinduer, luker og liknende er tilfredsstillende, og at innbyggingen av den brennbare isolasjonen blir god nok. Det er blitt observert truckskeer på kledningsplatene til sandwichelementer. Slike skader kan føre til at det brennbare materialet eksponeres, og dermed lettere bidrar i brannen. Det er imidlertid usikkert hvor store hull og åpninger i sandwichelementer må være før de utgjør en brannrisiko. Dette kan det være nyttig å undersøke nærmere både ved praktisk testing og ved informasjonsinnhenting.

10.5 Omtale i media

For store branner der byggevarer i plast blir tildelt en negativ rolle, blir produktet ofte omtalt i media som "plast" eller med materialnavnet, for eksempel PVC, PUR, PIR, EPS osv. Det skjer dermed en generalisering, der det ikke tas høyde for at det er store forskjeller i oppgitte branntekniske egenskaper for ulike produkter laget av samme basismateriale, men med ulike sammensetninger. Denne generaliseringen medfører at det er vanskelig å få et bilde av brannsikkerheten ved bruk av ulike byggevarer i plast, og det kan av samme grunn være vanskelig å orientere seg i markedet og velge trygge materialer.

10.6 Tiltak for å bedre brannsikkerheten ved bruk av byggevarer i plast

Det er ikke mulig å ha en nulltoleranse for brann, men det er et ønske å minimalisere risikoen med hensyn til konsekvenser for liv og helse, miljø og økonomi. Det må gjøres tiltak som fører til at sannsynligheten for at en brann starter er minimal, og at konsekvensene av en brann blir akseptable. Noen ganger er det prisen som er utslagsgivende for valg av produkt, og da er det viktig at tiltakene ikke blir dyrere enn gevinsten.

Vi mener at en stor del av problemene knyttet til plast og brannsikkerhet er knyttet til manglende kunnskap, kompetanse og informasjon. Ved å utarbeide målrettet informasjon til de ulike gruppene av aktører, kan noe av usikkerheten reduseres. Målet med slikt informasjonsmaterieell kan være følgende:

- Å beskrive hvordan man velger riktig type plastmateriale til det aktuelle bruksområdet.
- Å bidra til at det utarbeides, og stilles krav om, gode monteringsveiledninger for produktene.
- Å sørge for at utførelsen på byggeplassen er i henhold til monteringsveiledningen.
- Å bidra til at det tas nødvendige forholdsregler i forbindelse med varme arbeider.
- Å få aktørene til å stille krav til dokumentasjon av byggevarer i henhold til TEK 10.

Informasjonsmaterieell kan utarbeides som veiledningsdokumenter og filmmateriale, og presenteres i kurs og seminarer.

Det har vært påpekt i tidligere prosjekter at inndelingen i brennbar og ubrennbar isolasjon er uhensiktsmessig, fordi det er så store variasjoner i de branntekniske egenskapene til ulike former for brennbar isolasjon. I veiledningene til både de svenske og danske byggereglene er det differensiert med hensyn til anvendelse på grunnlag av brannklassifiseringen til brennbare isolasjonsmaterialer. Det kan være hensiktsmessig å vurdere en tilsvarende ordning også i VTEK 10. Betydningen av ulik klassifisering av isolasjonen er noe som kan undersøkes nærmere ved branntesting i større skala.

11 Forslag til videre arbeid

11.1 Vurdere om VTEK 10 er tilpasset dagens byggevarer

I dette prosjektet har vi funnet at det er svært mange meninger om plast i bygg og brannsikkerhet. Det er et tema som engasjerer mange, og det er mange gode argumenter både for og mot bruk av plast. Imidlertid har det vært vanskelig å finne god dokumentasjon på påstander eller vedtatte sannheter. Flere av dagens preaksepterte løsninger for brennbare bygningsmaterialer er heller ikke dokumentert ved prøving eller beregning, men på fagkyndige vurderinger og praktisk erfaring gjennom lang tid. Dette gjelder for eksempel

- bruk av brennbar isolasjon på tak og kravet til innbygging mellom ubrennbare materialer.
- kravet til seksjonering av brennbar isolasjon på tak.
- kravet om maksimalt 50 MJ/løpemetre korridor for kabler i rømningsvei.

Det skal dokumenteres at nye byggeprodukter og løsninger er minst like brannsikre som de preaksepterte ytelsene. Det kan være vanskelig å gjøre en slik sammenligning når dokumentasjonsgrunnlaget for den nye og den preaksepterte løsningen er av ulik karakter (for eksempel prøving kontra erfaring over tid). Det er mulig at man kunne lempe på kravene i punktlisten over, hvis man i stedet krevde brannklassifisering av isolasjon og kabler. Dette kan det være aktuelt å undersøke i en videreføring av prosjektet.

Et annet område som det kan være verdt å se nærmere på, er brennbar isolasjon i fasadeløsninger. I dag er det strenge begrensninger for preakseptert bruk. Blant annet kan brennbar isolasjon ikke anvendes som utvendig tilleggisolering i bygninger i risikoklasse 6 og i brannklasse 3 i henhold til VTEK 10. Det er mulig at dette er en fornuftig vurdering, men det bør vurderes nærmere, og man kan da ta utgangspunkt i de svenske og de danske byggereglene, der det skilles mellom brannteknisk klasse for isolasjonen.

11.2 Kartlegge omfang av byggevarer i plast

Det har vært vanskelig å få et bilde av hvor stort omfanget av byggevarer i plast er i Norge, men gjennom samtalen med Landbrukets brannvernkomité har vi fått opplysninger om at det er en økende etterspørsel etter plastprodukter i landbruket. Produkter som ventilasjonskanaler i plast og vegger og tak i fjøs medfører kritikk fra forsikringsbransjen. Det leveres også ferdigproduserte landbruksbygninger. Produktene har mange fordeler i slike bygg, fordi de er lette å rengjøre og slipper inn lys. Det påstås at ved brann kan plasten dryppe ned på dyrene og medføre brannspredning. Det bør kartlegges i hvilket omfang det brukes plastprodukter i landbruket, samt de branntekniske egenskapene til produktene som benyttes, og om dette er i overensstemmelse med ytelsene angitt i VTEK 10. Vi mener at bruken av plast i driftsbygninger kan være en prioritert oppgave i en videreføring av prosjektet, både med hensyn til å kartlegge omfanget, og med hensyn vurdering av brannsikkerhet knyttet til ulike produkter og bruksområder.

Vi mener også at omfanget av, og de branntekniske problemer ved, bruk av byggevarer i plast i visse bygningstyper (f.eks. plasthaller, næringsbygg, boliger) bør kartlegges. Man kan for eksempel velge ut en type bygg, og konsentrere seg om utvalgte produktgrupper, som isolasjon (i vegger, på tak, på rør og kanaler), gulvbelegg og elektriske kabler. Dette er oppgaver som med fordel kan utføres av studenter i forbindelse med prosjektoppgaver, både på master- og bachelornivå, og som kan kombineres med mer eller mindre avanserte analyser og beregninger.

11.3 Kartlegge konsekvenser av branner

Basert på tidligere branner kan konsekvenser av branner i bygninger med plast studeres med hensyn på effekter på miljø, økonomi og personskade.

11.4 Branntesting

Som en årsak til spredning av brann via isolasjonsprodukter i plast, er skader på kledningen ofte nevnt. Vi foreslår at dette undersøkes nærmere ved brannteknisk prøving i ulik stor og liten skala. Sandwichpaneler der kledningen er gjennomhullet og den brennbare isolasjonen blir eksponert i ulik grad, kan testes i for eksempel NS EN 13823 (SBI-testen) og ISO 9705 (room/corner test). Da vil man kunne undersøke om produktet med skader i realiteten har en dårligere brannklassifisering enn et uskadet produkt. Paneler med ulik type isolasjon, og med isolasjon av ulik brannklassifisering, bør undersøkes i et slikt testprogram. Studier av slike skader er gjort tidligere i andre typer tester [42], men det bør gjøres på dagens produkter som er aktuelle for salg i Norge.

Det kan også være aktuelt å undersøke både sandwichpaneler og andre byggevarer av plast (som for eksempel vinduer i PC og akryl, elektriske kabler, gulvbelegg) i storskalatester, som ved nedbrenning av hus i samarbeid med brannvesen eller Kripos.

Hva dagens preaksepterte løsning om maksimalt 50 MJ/løpemeter korridor for kabler i rømningsvei betyr i praksis, er også noe som kan undersøkes ved testing i stor eller mellomstor skala.

11.5 Informasjonsmateriale og kunnskapsformidling

Som beskrevet i avsnitt 10.4, er det et stort behov for informasjon og kompetanseheving hos mange ulike aktører. En aktivitet i videreføringen av prosjektet kan være å utarbeide informasjonsmateriale for ulike målgrupper, eller eventuelt grunnlag og retningslinjer for slik informasjon. Dette kan for eksempel være brosjyremateriell, fagartikler, film, bildemateriell og kursopplegg.

Referanser

1. www.snl.no, *Bakelitt*, in *Store norske leksikon*. 2009.
2. SPIF. *Plasternas historia*. 2012 [cited 2012; Available from: www.plastindustri.org/plasthistoria.aspx <<http://www.plastindustri.org/plasthistoria.aspx>>.
3. PlasticsEurope, *Plastics – the Facts 2012: An analysis of European plastics production, demand and waste data for 2011*. 2012.
4. PlasticsEurope, *European Union (EU27) Plastics Industry Production*. 2012.
5. Sven Ore, A.S. and Plast. 2009, SNL.
6. Cousins, K., *Polymers in building and construction*. 2002: Rapra Technology Ltd.
7. Goodship, V., *The instant expert: Plastics, processing and properties*. 2010, Milton Keynes: Lighting Source UK Ltd.
8. Haakon VII, *Lov om bygningsvesenet, LOV-1924-02-22 nr 0000*. 1924.
9. EU, *DIRECTIVE 2012/27/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC (Text with EEA relevance)*, T.E.P.A.T.C.O.T.E. UNION, Editor. 2012, Official Journal of the European Union: Brüssel.
10. Papadopoulos, A.M., *State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments*. *Energy and Buildings* 2005 **37**: p. 77–86.
11. Al-Homoud, D.M.S., *Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials*. *Building and Environment*, 2005. **40** p. 353–366.
12. Alam, M., H. Singh, and M.C. Limbachiya, *Vacuum Insulation Panels (VIPs) for building construction industry – A review of the contemporary developments and future directions*. *Applied Energy*, 2011. **88**: p. 3592–3602.
13. Steen-Hansen, A.E., E. Andersson, and B. Kristoffersen, *Bruk av brennbar isolasjon - akseptable løsninger og anvendelsesområder*. 2003, SINTEF NBL as: Trondheim.
14. Akovali, G., *Polymers in construction*. 2005: Rapra Technology Ltd.
15. Björkner, B.F.-E., Malin. Pontén, Ann. Zimerson, Erik., *Plastic Materials*, in *Contact Dermatitis*. 2011, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
16. Troitzsch, J., ed. *Plastics Flammability Handbook*. 3 ed. 2004, Carl Hanser Verlag: Munich.
17. Babrauskas, V., *Ignition Handbook*. 2003: Interscience Communication Ltd.
18. Reisen, F., *Inventory of major materials present in and around houses and their combustion emission products*. 2011, The Centre for Australian Weather and Climate Research.
19. Ore, S. and A. Stori, *polyvinylklorid*, in *SNL*. 2009.
20. Strand, M.L., *Flytende enebolig av epoksyplater*. *Plastforum*, 2012. **3**.
21. Mouritz, A.P. and A.G. Gibson, *Fire properties of polymer composite materials*. 2006: Springer.
22. Ore, S. and A. Stori, *Polyetylen*, in *SNL*. 2009.
23. Stec, A.A., et al., *The Effect of Temperature and Ventilation Condition on the Toxic Product Yields from Burning Polymers*. *Fire and Materials*, 2008. **32**(1): p. 49–60.
24. PlasticsEurope, *PlasticsEurope's view on Bioplastic*. 2012.
25. Gundersen, W., *Fremskaffelse av egnede prøvningsmetoder for brann teknisk klassifisering av plastprodukter samt retningslinjer og anvendelsesområder for de respektive klasser innen bygningsindustrien. Rapport nr 4*, N.b. laboratorium, Editor. 1967, Materialprøvningsanstalten, Norges tekniske høgskole: Trondheim.
26. Hovde, P.J., *Branntekniske egenskaper hos glassfiberrarmert umettet polyester (GUP) og polyvinylklorid (PVC) med og uten tilsetningsstoffer*, in *Institutt for bygningsmateriallære*. 1976, Norges tekniske høgskole: Trondheim.

27. Steffensen, J., *plast og brand nr. 1*, J. Steffensen, Editor. 1972 a, Det af Plastic-sammenslutningen, Dansk Tarifforening og Bygningsbrandforsikrings-Foreningens nedsatte samarbejdsudvalg.: Lyngby, Danmark.
28. Steffensen, J., *plast og brand nr. 2 - plastrør*, J. Steffensen, Editor. 1972 b, Det af Plastic-sammenslutningen, Dansk Tarifforening og Bygningsbrandforsikrings-Foreningens nedsatte samarbejdsudvalg.: Lyngby, Danmark.
29. Steffensen, J., *plast og brand nr. 3 - el-teknik*, J. Steffensen, Editor. 1974, Det af Plastic-sammenslutningen, Dansk Tarifforening og Bygningsbrandforsikrings-Foreningens nedsatte samarbejdsudvalg.: Lyngby, Danmark.
30. Steffensen, J., *plast og brand nr. 4 - celleplast*, J. Steffensen, Editor. 1977, Det af Plastic-sammenslutningen, Dansk Tarifforening og Bygningsbrandforsikrings-Foreningens nedsatte samarbejdsudvalg.: Lyngby, Danmark.
31. Steffensen, J., *plast og brand nr. 5 - bygningskomponenter*, J. Steffensen, Editor. 1978, Det af Plastic-sammenslutningen, Dansk Tarifforening og Bygningsbrandforsikrings-Foreningens nedsatte samarbejdsudvalg.: Lyngby, Danmark.
32. SBF, *Plaster och brand*. 1979: Stockholm, Sverige.
33. Hovde, P.J. and G. Tronstad, *Sandwichelementer for bygninger – Utvikling av prøvingsmetode og bedømmelseskriterier. Avslutning av prosjekt og grunnlag for videre arbeid.* . 1992, SINTEF NBL og NTH: Trondheim.
34. Hovde, P.J. and G. Tronstad, *Sandwichelementer for bygninger. Utvikling av brannteknisk prøvingsmetode og bedømmelseskriterier. Fase I*. 1989, SINTEF NBL og NTH: Trondheim.
35. NORDTEST, *NT FIRE 025. Surface products: Room fire tests in full scale.* . 1986: Helsinki, Finland.
36. Wickström, U., *Summary report of the EUREFIC programme*, U. Wicström, Editor. 1993, SP Brandteknik: Borås, Sverige.
37. Standard Norge, *NS-EN 13501-1:2007 +A1:2009. Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler. Del 1: Klassifisering ved bruk av resultater fra prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning. Fire classification of construction products and building elements -Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.* . 2009 a, Standard Norge: Oslo.
38. BE, *Melding HO-1/94 Plast i bygninger* 1994, Statens bygningstekniske etat: Oslo.
39. Kristoffersen, B. and V. Stenstad, *Bruk av brennbar isolasjon*. 2000, SINTEF NBL: Trondheim.
40. Byggforsk, S., 520.339 *Bruk av brennbar isolasjon i bygninger*. 2009, SINTEF Byggforsk.
41. Lisø, K.R. and V. Stenstad, *Fuktsikre isolerte skrå tretak (FIST) – Forstudie*. 2000: Oslo.
42. Berge, G., *Bruk av brennbar isolasjon - hendelsesanalyse og akseptkriterier*. 2002, SINTEF NBL: Trondheim.
43. Steen-Hansen, A.E., et al., *Elektriske kabler og brannrisiko. Branntekniske egenskaper til kabler, ledningssystemer og kapslinger*. 2012, SINTEF NBL: Trondheim.
44. DSB, *Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg.* . 1998, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap: Tønsberg.
45. NEK, *Norsk elektroteknisk norm. Elektriske lavspenningsinstallasjoner. 4. Utgave*. 2010, Norsk elektroteknisk komité (NEK): Oslo.
46. KAD, *Byggeforskrift 1969. FOR-1969-08-01 nr 0000. Opphevet – historisk versjon inkl. endringer i FOR-1983-10-07. Kap. 55 Brannvern.*, K.-o. arbeidsdepartementet, Editor. 1969: Oslo.
47. Raaen, H., *Plast i bygningskonstruksjoner (PIB). Sluttrapport - Delprosjekt I*. 1977, SINTEF: Trondheim.
48. KAD, *Byggeforskrift 1985. Kap 30 Brannvern, fellesbestemmelser.*, K.-o. arbeidsdepartementet, Editor. 1985: Oslo.
49. KAD, *Byggeforskrift 1987*, K.-o.a.o. Miljøverndepartementet, Editor. 1987: Oslo.
50. BE, *Veiledning til Byggeforskrift 1987 – Rett og slett*. 1987, Statens bygningstekniske etat: Oslo.
51. KR D, *Forskrift om krav til byggverk - TEK*. 1997, Kommunal- og regionaldepartementet: Oslo.
52. BE, *Veiledning REN til forskrift om krav til byggverk (TEK)*. 1997, Statens bygningstekniske etat: Oslo.

- 53.BE, *Veiledning REN til forskrift om krav til byggverk (TEK) 2. utgave*. 1999, Statens bygningstekniske etat.
- 54.BE, *Veiledning REN til forskrift om krav til byggverk (TEK) 3. utgave* 2003, Statens bygningstekniske etat.
- 55.KRD, *FOR 2010-03-26 nr 489: Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*. 2010, Kommunal- og regionaldepartementetw: Oslo.
- 56.DiBK, *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. 2010, Direktoratet for byggkvalitet: Oslo.
- 57.SP, *SP FIRE 105, External wall assemblies and facade claddings – reaction to fire*, Approved: 1985-07-18, Issue No: 5, Rev: 1994-09-09. 1985, SP Sveriges tekniska forskningsinstitut: Borås, Sverige.
- 58.Boverket, *Regelsamling för byggande, BBR 19. Del 2. Boverkets byggregler, BBR. 5 Brandskydd*. 2012, Boverket: Karlskrona, Sverige.
- 59.Blomqvist, P., M.S. McNamee, and P. Thureson, *Compilation of International Building Regulations (Fire) Relevant for EPS/XPS*, F. Technology, Editor. 2010, SP Technical Research Institute of Sweden: Borås. p. 47.
- 60.ISO, *Fire tests - Full scale room test for surface products. Corrected and reprinted 1996*. 1993, International Organization for Standardization Geneve, Sveits.
- 61.NORDTEST, *Building products: Fire spread and smoke production - full scale test*. . 1987, NORDTEST: Espoo, Finland.
- 62.Thureson, P., et al., *The use of fire classification in the Nordic countries – Proposals for harmonisation*. 2008: Borås, Sverige.
- 63.Energistyrelsen, *Bygningsreglementet 29.08.2011*. 2011, Energistyrelsen: København, Danmark.
- 64.EBST, *Eksempelsamling om brandsikring af byggeri*. 2006, Erhvervs- og byggestyrelsen: København, Danmark.
- 65.PLIZ. *Bauordnungen.de Bundesgesetze und Musterverordnungen*. 2012; Available from: <http://www.bauordnungen.de/html/bundesgesetze.html>.
- 66.HMGovernment, *The building regulations 2010. Approved Document B (Fire Safety) Volume 1 – Dwelling houses. Online version*. 2010, HMGovernment.
- 67.HMGovernment, *The building regulations 2010. Approved Document B - Fire Safety: Volume 2 - Buildings other than dwellinghouses. Online version*. 2010.
- 68.EU, *Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products (89/106/EEC) (OJ L 40, 11.2.1989, p.12)*, EEC, Editor. 1989.
- 69.Europalov, *Byggeveddirektivet. Rådskdirektiv 89/106/EF av 21. desember 1988 om tilnærming av medlemsstatenes lover og forskrifter om byggevarer. Dansk utgave av EU-kommisjonens faktaark*. 2012, Europalov.
- 70.NHD. *Fri bevegelse av varer*. 2012.
- 71.EU. *A new approach to technical harmonisation*. 2011; Available from: http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/technical_harmonisation/l21001a_en.htm.
- 72.StandardNorge, *Varmeisolasjonsprodukter - Regler for montering og innfesting for prøving av egenskaper ved brannpåvirkning - Fabrikkfremstilte produkter. Thermal insulation products - Instructions for mounting and fixing for reaction to fire testing - Factory made products*. 2010, Standard Norge: Oslo.
- 73.EU, *COMMISSION DECISION of 8 February 2000 on the procedure for attesting the conformity of construction products pursuant to Article 20 (2) of Council Directive 89/106/EEC as regards metal anchors for use in concrete for fixing lightweight systems* 2000 a.
- 74.EU, *COMMISSION DECISION of 3 May 2000 implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the resistance to fire performance of construction products, construction works*

- and parts thereof (2000/367/EC). *Official Journal of the European Communities*, L133/26, 6.6.2000. 2000 b.
75. EU, *COMMISSION DECISION of 27 October 2006 amending Decision 2000/147/EC implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the reaction-to-fire performance of construction products*. *Official Journal of the European Communities*, L305/8, 4.11.2006. 2006.
76. Standard Norge, *NS-EN 13501-5. Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler - Del 5: Klassifisering ved bruk av resultater fra prøving av tak utsatt for utvendig branneksponeering. Fire classification of construction products and building elements - Part 5: Classification using data from external fire exposure to roofs tests*. 2009 b, Standard Norge: Oslo.
77. CEN, *prEN 13501-6. Fire classification of construction products and building elements - Part 6: Classification using data from reaction to fire tests on electric cables*. . 2011, CEN: Brüssel.
78. KR D, *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*. , Kommunal og regionaldepartementet, Editor. 2010: Oslo.
79. DiBK, *Veiledning til Forskrift om tekniske krav til byggverk 2010*. , D.f. byggkvalitet, Editor. 2010: Oslo.
80. Standard Norge, *NS-EN 14509:2006. Selvberende sandwich-element med kjerne av isolasjon og ytterhud av metallplater - Fabrikframstilte produkter - Spesifikasjoner. Self-supporting double skin metal faced insulating panels - Factory made products - Specifications*. 2007, Standard Norge: Oslo.
81. EU. *European standards. Construction products (CPD/CPR)* 2012; Available from: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm.
82. KBT, *Faguttrykk på nett*, in KBT.
83. Blomqvist, P. and A. Lönnemark, *Characterization of the Combustion Products in Large-scale Fire Tests: Comparison of Three Experimental Configurations*. *Fire and materials*, 2001. **25**: p. 71-81.
84. Dalene, P.B.T.H.M. and G. Skarping, *Isocyanates, aminoisocyanates and amines from fires: a screening of common materials found in buildings*. *Fire and materials* 2003. **27**: p. 275-294.
85. Wang, J. and Y.A.L.H.R.J.B.H.J.C. J., *Polycyclic aromatic hydrocarbon and particulate emissions from two-stage combustion of polystyrene: the effect of the primary furnace temperature*. *Environmental Science and Technology* 2001. **35**(17): p. 3541-52.
86. Durlak, S.K., et al., *Characterization of polycyclic aromatic hydrocarbon particulate and gaseous emissions from polystyrene combustion*. . 1998. **32**(15): p. 2301-2307.
87. Singh, H. and A.K. Jain, *Ignition, combustion, toxicity, and fire retardancy of polyurethane foams: A comprehensive review*. *Journal of Applied Polymer Science*, 2009. **111**: p. 1115-1143.
88. BE and DSB, *Evalueringsrapport. Brann i Vik torg, Hole kommune 06.07.2006*. 2007: Oslo.
89. DSB and BE, *Granskningsrapport etter brannen i Bergseng bo- og servicesenter i Harstad den 18. Mars 2001*. . 2001: Tønsberg.
90. DSB and BE, *Evaluering av brann 9.juni 2007 i Sveio Omsorgssenter*. . 2007: Tønsberg.
91. Johansson, P. and T. Hertzberg, *Ger golvmetoden rätt brandklassning?* . *BrandPosten*, SP Brandteknik, 2007. **36**.
92. TPF, *TPF informerer. Brann tekniske konstruksjoner for tak. Eksempler på løsninger utført etter veiledning til Byggteknisk forskrift*. 2011: Trondheim.
93. EU, *COMMISSION DECISION of 17 January 2003 establishing the classes of reaction-to-fire performance for certain construction products (notified under document number C(2002) 4807) (Text with EEA relevance)*. *Official Journal of the European Communities L 13/35*, E.a.i. European Commission, Editor. 2003, European Commission: Brüssel, Belgium.
94. Hall, C., *Polymer Materials. An introduction for technologists and scientists*. 1989: Macmillan Education.
95. Jönköpings Kommun Räddningstjänsten, *Undersökingsprotokoll: Brand på byggarbetsplats*. 2011: Brunstorp, Huskvarna, Sverige.
96. Räddningstjänsten Syd, *Förundersökning. Brand på tak, nybyggnationen av Saluhallen i Lund*. 2011.

97. Räddningstjänesten Östra Skaraborg, *Olycksundersökning. Takbrand Drottninggatan, Mariestad*. 2011.
98. Räddningstjänesten Syd, *Olycksundersökning. Brand i Norrevångshallen, Eslöv*. 2010.
99. Halmstad Räddningstjänesten, *Brandutredning. Brand i cellplast*. 2009.
100. Södra Roslagens Brandförsvarsförbund, *Brandutredning*. 2008.
101. Gästrikre Räddningstjänst, *Olycksutredningsprotokoll*. 2007.
102. Räddningstjänesten Motala-Vadstena, *Brandutredning Industribygg*. 2007.
103. Räddningstjänesten Motala-Vadstena, *Brandutredning Garasje*. 2007.
104. Södra Roslagens Brandförsvarsförbund, *Brandutredning Vallentuna*. 2008.
105. Carlsson, C.-H. and C. Alfredsson, *Uppföljning av branden i "Barnens Hus" i Torvalla, Östersund - med miljöinriktning*. 2004.
106. Dutch Safety Board, *Fire, De Punt, 9 May 2008*. 2009.
107. National Fire Protection Association, *Fire Investigation Summary Düsseldorf*. 1996.

Vedlegg A: Plast og egenskaper

Tallverdier og informasjon er hentet fra referansene: [16-18, 21, 32, 94] og referanser deri.

Tabell A-1 Termiske og brannrelaterte egenskaper hos utvalgte plastmaterialer

Det kan være stor variasjon i oppgitte litteraturverdier for et materiale. Dette kan skyldes bruk av ulike testmetoder og/eller kjemiske/fysiske variasjoner av materialet.

| Plastmateriale | Limited oxygen index (%) | Forbrenningsvarme (MJ/kg) | Høyeste brukstemperatur (°C) ¹ | Antennelsestemperatur (°C) ² | Selvantennelsestemperatur (°C) ² | Dekomponering (°C) ³ | Karakteristikk |
|--|--------------------------|---------------------------|---|---|---|---------------------------------|--|
| Akrylonitril-butadien-styren (ABS) | | 35 | 90-120 | 390-410 | 398-530 400 | >340 | Lukt av ringblomst. Tykk svart røyk. Materialet danner brennende dråper. |
| Epoksy | 20-41 | | 100-175 | 315 | 429 | 380-450 | |
| Fenolformaldehyd (PF) Armert PF (høytrykkslaminat) Fenolskum | | | 130-150 | 430 300-540 | 476-614 367-580 | >250 >270 | Lukter fenol, karboksylsyre. |
| Melaminformaldehyd (MF) MF med tilsetninger | | | 100-120 | 313-554 | 600-729 433-645 | | |
| Polyamid (PA) PA-66 PA-6 | 24 24 | 31.9 31,9-32 | 115 | 420 413-497 | 420-500 328-489 | 424-480 300-350 | Lukter selleri/brennende hår. Flammen har blå kjerne. Svak, hvit røyk. Materialet danner trådformede dråper. |
| Polyester | 20 | | | | | | |
| Polyetylen (PE) Low-density polyetylen (LDPE) High density polyetylen (HDPE) | 17-30 | 43.2- 48 46.5 | 80 80 | 270-443 340 340 | 350-457 516-580 350 350 | 340-440 340-440 | Lukter stearin. Flammens kjerne er blå. Svak, hvit røyk. Materialet danner brennende dråper. |

¹Høyeste brukstemperatur ligger litt under:

- glassovergangstemperaturen, T_G , for amøfe materialer. Under T_G er materialet hardt, noe sprøtt og glassaktig. Over T_G er materialet gummiaktig og ikke brukbart i konstruksjon.
- smeltepunktet for delkrySTALLinsk plast.
- nedbrytningstemperaturen for herdeplaster og elastomerer.

²Litteraturverdier for antennelsestemperaturer er målt ved ulike metoder, både standardiserte og ikke-standardiserte. Det henvises til referanser for mer informasjon.

³Degradering kan innebære dekomponering av polymer og dannelse av forbrenningsprodukter i ett eller flere trinn. Degradering kan starte ved ulike temperaturer avhengig av omgivelsene.

Tabell A-1 (fortsatt) Termiske og brannrelaterte egenskaper hos utvalgte plastmaterialer

Det kan være stor variasjon i oppgitte litteraturverdier for et materiale. Dette kan skyldes bruk av ulike testmetoder og/eller kjemiske/fysiske variasjoner av materialet.

| Plastmateriale | Limited oxygen index (%) | Forbrenningsvarme (MJ/kg) | Høyeste brukstemperatur (°C) ¹ | Antennelsestemperatur (°C) ² | Selv-antennelsestemperatur (°C) ² | Dekomponering (°C) ³ | Karakteristikk |
|---|--------------------------|---------------------------|---|---|--|---------------------------------|---|
| Polykarbonat (PC) | 27 | 30.8-31 | 135 | 440-522 | 516-580 | 350-400 | |
| Polymetyl metakrylat (PMMA) | 17.6 | 24.9-26.2 | 110 | 250-378 | 392-520 | 170-300 | Epleluk. Flammens kjerne er blå. Spraker. |
| Polyoksymetylen (POM) | 16 | | 16.9 | | | | |
| Polypropylen (PP) | 17 | 42.2-43.2 | 120 | 250-443 | 325-440 | 330-410 | |
| Polystyren (PS) Expanded PS (EPS) High impact PS (HIPS) | 18 | 39.7-42.2 | 75 | 345-365 346 378-410 | 416-518 491 458-528 | 360-450 | Lukt av ringblomst. Tykk, svart røyk. EPS danner brennende dråper. |
| Poly(tetrafluoroetylen) (PFTE) | 95 | | | | 504-530 | | |
| Polyuretan (PUR) PUR (myk til hard) PUR-skum PUR-skum mykt PUR-skum hardt PUR hardt (ikke skum) | | 23.9 | 100-120 | 335-363 378 271 | 528 335-378 502-550 | | Bitter mandellukt. Svak hvit røyk. Spraker. Myk PUR danner dråper og er mer antennelig enn hard PUR pga mykner. |
| Polyvinylklorid (PVC) Ren PVC uten mykner Myk PVC Hard PVC Mykt PVC-skum | 47 | 19.9 18 | 80-105 70 | 357-390 441 250-422 360-430 441 | 454 474-600 424-441 455-550 441 | 200-300 | Syrlig, stikkende lukt. Tykk, Svart røyk. Myk PVC danner dråper.. |
| Styren akrylonitril (SAN) | | 36 | 85-94 | 329-370 | 454-542 | 340-530 | Sterkt sotende flamme. |
| Ureaformaldehyd (UF) | | | 70 | | 540-630 | 250-300 | |

¹Høyeste brukstemperatur ligger litt under:

- glassovergangstemperaturen, T_G , for amorfe materialer. Under T_G er materialet hardt, noe sprøtt og glassaktig. Over T_G er materialet gummiaktig og ikke brukbart i konstruksjon.
- smeltepunktet for delkrySTALLinsk plast.
- nedbrytningstemperaturen for herdeplaster og elastomerer.

²Litteraturverdier for antennelsestemperaturer er målt ved ulike metoder, både standardiserte og ikke-standardiserte. Det henvises til referanser for mer informasjon.

³Degradering kan innebære dekomponering av polymer og dannelse av forbrenningsprodukter i ett eller flere trinn. Degradering kan starte ved ulike temperaturer avhengig av omgivelsene.

Skraverte felt: litteraturverdier ikke oppgitt.

Tabell A-2. Karakteristikk og potensielle helseeffekter av forbrenningsprodukter [15, 32]

| Forbrenningsprodukt | Kilde | Lukt | Farge | Potensiell helseeffekt |
|--|--|----------------|------------|---|
| Karbonmonoksid (CO) | Organiske materialer | Luktfri | Fargeløs | Kvelning, stimulerer respirasjon. |
| Karbondioksid (CO ₂) | Organiske materialer | Svak, syrlig | Fargeløs | Stimulerer respirasjon. |
| Nitrogenmonoksid (NO) | Nitrogenholdige forbindelser | | Fargeløs | Lungeskader, dødelig i høye konsentrasjoner. |
| Nitrogendioksid (NO ₂) | Nitrogenholdige forbindelser | Karakteristisk | Brunrød | Lungeskader. |
| Ammoniakk (NH ₃) | Nitrogenholdige forbindelser | Skarp lukt | Fargeløs | Irriterer øyne, nese, hals . |
| Blåsyre (HCN) | Nitrogenholdige forbindelser | Bitre mandler | Fargeløs | Svært giftig. |
| Hydrogensulfid (H ₂ S) | Svovelholdige forbindelser | Råttent egg | Fargeløs | Irriterer øyne. |
| Saltsyre (HCl) | Klorholdige forbindelser | Sterk lukt | Tett, hvit | Irriterer lunger. |
| Alifatiske hydrokarboner (HC) | Organiske materialer | | | Irriterer øyne og respirasjon, hodepine, svimmelhet. |
| Benzen | Alle branner | Karakteristisk | | Hodepine, svimmelhet, hurtig hjerterytme, forvirring, leukemi. |
| Toluen | | | Fargeløs | Hodepine, forvirring, kvalme. |
| Oksygenerte flyktige organiske forbindelser (VOC) | | | | Irriterer respirasjon, reduserer cilia-aktivitet, potensielt karsinogene. |
| Isocyanater | Nitrogenholdige forbindelser | Luktfri | | Irriterer slimhinner, astma-fremkallende.. |
| Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) | Organiske materialer, spesielt aromatiske forbindelser | | | Langtidseffekter; kreft, nyre, leverskade. |

Skraverte felt: informasjon ikke oppgitt.

Vedlegg B: Erfaring fra branner

Vedlegget oppsummerer relevant informasjon fra et utvalg av tilgjengelige rapporter som omhandler branner der byggevarer i plast er nevnt.

Tabellen på denne siden viser oversikt over brannene og sidetall i vedlegget der mer informasjon finnes.

| NORGE | | | | | | |
|-----------------------|------|---------------------|---|---|--|------------|
| Nr | Side | Sted og årstall | Bygning | Byggevarer i plast | Brannårsak | Referanser |
| 1 | B-2 | Sveio 2007 | Omsorgssenter. | PVC gulvbelegg. | Annen elektrisk årsak. | [90] |
| 2 | B-3 | Hole 2006 | Boliger/næringsbygg. | PUR-isolasjon på tak og i sandwichelementer. | Ukjent, på takterrasse. | [88] |
| 3 | B-4 | Harstad 2001 | Bo- og servicesenter med 28 boenheter. | Kabelbroer i plast. | Feil bruk av elektrisk utstyr. | [89] |
| SVERIGE | | | | | | |
| Nr | Side | Sted og årstall | Bygning | Byggevarer i plast | Brannårsak | Referanser |
| 4 | B-5 | Huskvarna 2011 | Bolig, seks leiligheter under oppføring. | Skumplastisolering i fasadevegg og gulv. | Varmt arbeid. | [95] |
| 5 | B-6 | Lund 2011 | Idrettshall, pågående byggearbeid. | Skumplastisolasjon på tak. | Varmt arbeid på tak. | [96] |
| 6 | B-6 | Mariestad 2011 | Trygghetsboliger, 6 etg under oppføring. | Yttertak med skumplast med dekke. | Varmt arbeid startet takbrann. | [97] |
| 7 | B-7 | Eslöv 2010 | Idrettshall, ombygging på tak. | Skumplastisolasjon på tak. | Ukjent, mulig påtent. | [98] |
| 8 | B-8 | Halmstad 2009 | Industribygg. | Skumplastisolasjon i yttervegg. | Varm avgasskanal antente yttervegg. | [99] |
| 9 | B-9 | Täby 2008 | Bygning med 8 leiligheter. | Skumplastisolasjon i fasade. | Fyrverkeri antente skumplast i fasade. | [100] |
| 10 | B-10 | Gävle 2007 | Kjøpesenter. | Skumplastisolasjon i yttervegger og deler av tak. | Påtent. | [101] |
| 11 | B-11 | Motala 2007 | Industribygg. | Skumplastisolasjon i tak. | Mistanke om selvantenne i søppeldunk. | [102] |
| 12 | B-11 | Motala 2007 | Garasje tilsluttet villa i 2 etg. | Skumplastisolasjon i både garasje og hus. | Antatt batterilader i garasje. | [103] |
| 13 | B-12 | Vallentuna 2007 | Blokk med leiligheter og parkeringsgarasje. | Skumplastisolasjon i tak i garasje. | Påtent, fyrverkeri førte til garasjebrann. | [104] |
| 14 | B-13 | Östersund 2003 | Industribygg. | Skumplastisolasjon i vegg. | Mulig påtente kartonger utenfor bygg. | [105] |
| ANDRE EUROPEISKE LAND | | | | | | |
| Nr | Side | Sted, dato | Bygning | Byggevarer i plast | Brannårsak | Referanser |
| 15 | B-14 | Du Pont, NL 2008 | Lager- og verkstedbygg. | Sandwichelementer med PUR i tak og deler av vegg. | Spredning fra brann i treskap. | [106] |
| 16 | B-15 | Düsseldorf, DE 1996 | Flyplass. | PS-isolasjon i hulrom i innvendig tak. | Varmt arbeid antente plastisolasjon. | [107] |

Nr 1. Sveio 2007

Bygning:

Omsorgssenter.

Byggevarer:

PVC gulvbelegg.

Brannårsak:

Annen elektrisk årsak (kode 3.9 i DSBs statistikk).

Brannforløp:

Brannen oppsto i avdeling med 13 pasienter, i et tilbygg til eksisterende sykehjem, bak et kjøleskap i et lite strykerom/lager i første etasje. Brannforløpet var raskt og dramatisk, og brannen var ute av kontroll etter omtrent tre minutter.

Problemområder:

Mulig bidrag til hurtig brannutvikling fra PVC gulvbelegg. Det aktuelle gulvbelegget var av klasse B_{fl}-s1, som er bedre enn minimumskravet til gulvbelegg i rømningsvei som dette, klasse D_{fl}-s1.

Skadeomfang:

2 pasienter omkom, og det var 6 personer med røykskader, derav 4 ansatte og en brannmann.

Bygning:

Boliger/næringsbygg. Byggeår 1997 - 1998.

Byggevarer:

Isolasjon av PUR-skum på tak og sandwichelementer med PUR-skum.
Annet: Stålbæring, tretakstoler, hulldekke-elementer, gipsplater og trepaneler, utvendig trekledning og teglstein.

Brannårsak:

Ukjent, på takterrasse.

Brannforløp:

Brannen begynte på terrassen til 3. etasje og spredte seg opp til loftet og derifra nedover igjen. Hele loftet brant ca en halvtime etter at brannen slo igjennom taket.

Problemområder:

Avvik fra Byggeforskrift 1987

- Mangelfull brannteknisk oppdeling /seksjonering av blokk B.
- Bryting av brennbar isolasjon ved branncelleskille fungerte ikke som forutsatt.
- Branntekniske svakheter / lav brannmotstand i etasjeskillere mot loft (gjennomføringer / tilslutninger).
- Kontroll av sprinkleranlegg var ikke dokumentert.

Andre relevante mangler:

- Manglende brannteknisk rapport for byggeprosjektet.
- Manglende søknad om dispensasjon for avvik fra byggeforskriften.
- I stedet for betongheller som beskyttelse av elementene av PUR-skum var det bruk tretremmer.
- Ekstra sikringstiltak var ikke innført og det var innsatstid på 12 minutter (innsatstid over 10 minutter krever ekstra sikringstiltak).
- Det skulle bygges opp A60 konstruksjon som brannskiller istedenfor A120 i 3 etasje, men det ble benyttet 2 x B30 konstruksjoner av typen MultiElement.

Den raske og omfattende brannspredningen skyldtes sannsynligvis en kombinasjon av flere forhold:

- Brennbare materialer, inkl. utvendig trekledning.
- Liten brannmotstand i takfot/raft.
- Stort, uoppdelt kaldt loft.
- Brannteknisk svak takkonstruksjon (takstoler).
- Branntekniske svakheter i etasjeskiller mot loft.
- Brennbar isolasjon i etasjeskiller mot loft.
- Ytterveggkonstruksjon med brennbare materialer, inkludert isolasjon, som muliggjorde horisontal og vertikal (også nedover) brannspredning.
- Mangelfull brannteknisk oppdeling.
- Brannalarmanleggets manglende dekning spesielt på loft og i rømningsveier.

Andre ting som har hatt betydning for utfallet:

- Brannvesenet måtte prioritere redningsinnsats fremfor skadebegrensning i starten.
- Dårlig vanntilførsel.
- Det var ikke gjort risikoanalyse og oppgradering av nødvendige sikringstiltak.

Skadeomfang:

Ingen personskader. 20 personer husløse, 15 leiligheter ødelagt. Halvparten av senterets kontorer og forretninger skadd av brann/slokkearbeid.

Nr 3. Harstad 2001

Bygning:

Bo- og servicesenter med 28 boenheter.

Byggevarer:

Kabelbroer i plast.

Brannårsak:

Feil bruk av elektrisk utstyr.

Brannforløp:

Brannen startet på kjøkkenet, og omfattet på et tidlig stadium en kasse av EPS og transportemballasje.

Åpen dør fra kjøkkenet gjorde at hele korridoren ble fylt med røyk.

Brannvesenet rykket raskt ut, og slokket brannen effektivt med vann fra utsiden.

Problemområder:

Kabelbroer i plast åpent eksponert på hver side av himlingen i korridoren vanskeliggjorde slokking.

Elektriske kabler falt ned fra kabelbroene og sperret for fri bevegelse, og gjorde det vanskelig for røykdykkerne å søke etter personer.

Skadeomfang:

Det omkom 3 pasienter i brannen. En begrenset del av bygget fikk betydelige sot- og røykskader.

Nr 4. Huskvarna 2011 (Sverige)

Bygning:

Byggearbeidsplass. Bolig med 6 leiligheter under oppføring.

Byggevarer:

Skumplastisolering i fasadevegg og gulv.

Brannårsak:

Varme arbeider, sveising.

Brannforløp:

Brann startet på utside av bygning i området der sveisearbeidet pågikk, og spredte seg hurtig i fasaden der den brennbare skumplastisoleringen var ubeskyttet. Stor utvikling av kullsvart røyk. En vannslange ble benyttet for å dempe flammene. Da redningstjenesten ankom, var brannen delvis begrenset av arbeidere på byggeplassen.

Problemområder:

Skumplasten var ubeskyttet under bygningsarbeidet. Det var ingen brannvakt på stedet.

Ved forsøk på å slokke brannen med brannsløkker var denne uten trykk etter å ha vært brukt ved et branntilløp uken før. Sveiseren hadde sertifikat for å utføre varme arbeider, men monteringsanvisningene fra leverandøren av fasadeplatene fantes ikke instruksjoner for utførelse av varmt arbeid.

Tiltaksforslag:

- Bedre rutiner for varmt arbeid.
- Skumplast uegnet andre plasser enn under bakken.
- En brannvakt burde vært på stedet.
- Skumplastoverflater burde vært tildekket under varmt arbeid.
- Brukt brannsløkker skal omgående byttes ut, selv om den ikke er tom.

Skadeomfang:

Skadekostnad 2 mill. En person med røyk og brannskader.

Nr 5. Lund 2011 (Sverige)

Bygning:

Idrettshall (Saluhallen) av betongkonstruksjon. Pågående byggearbeid. Bygningen tilsvarte en Br1-bygning.

Byggevarer:

Skumplastisolering på tak.

Annet: Takkonstruksjon (500 m²) av betongplank med plastrør og skumplastisolering over.

På isoleringen var ubrennbar isolering og papp.

Brannårsak:

Varme arbeider. Sveising av takpapp antente skumplastisolering på tak.

Brannforløp:

Store deler av taket brant av.

Problemområder:

Brannen spredte seg til en eldre del av bygningen som ikke var brannteknisk adskilt. Det kom ikke frem om sikkerhetskontroll i henhold til Brandskyddsforeningens kontrolliste av brannfarlig varmt arbeid var utført før arbeidet begynte.

Skadeomfang:

Materielle skader på tak.

Nr 6. Mariestad 2011 (Sverige)

Bygning:

Blokk (trygghetsboliger). Seks etasjer under oppføring.

Byggevarer:

Yttertak i tilslutning til etasjen der brannen startet besto av fuktsperre, takboard, skumplast og betong.

Bærekonstruksjon av limtre med mineralullisolasjon.

Brannårsak:

Varmt arbeid startet takbrann.

Brannforløp:

Brannen spredte seg fra taket inn i to leiligheter via vinduer. To pulverapparater ble brukt for å forsøke å slukke brannen uten å lykkes. Brannen ble oppgitt å spre seg meget raskt med mye røyk og varme.

Den raske brannspredningen kan også være en følge av at slangen til en dieselflaske brant av.

Ventilen til flasken var i åpen posisjon.

Nr 7. Eslöv 2010 (Sverige)

Bygning:

Idrettshall (Norrevangshallen). Bygget var oppført i 1969, og ombygging foregikk på tak. Byggteknisk klasse Br2. Bygningen hadde automatisk brannvarsling.

Byggevarer:

Skumplastisolering på tak.

Det nye taket besto av metallplate, fuktsperre, 200 mm skumplast dekket med 20 mm hardisolering og papp.

Annet: Bygg i tegl og betong med flatt pappkledd tak. Bæring i stålbejler.

Brannårsak:

Ukjent, mulig påtent.

Brannforløp:

Brannvesenet ankom fem minutter etter at de var varslet. Det var da 3 branner på taket. Brannen spredte seg raskt bl.a. som følge av arbeidet på taket og ubeskyttet celleplast. Taket kollapset ca 40 min etter antatt brannstart.

Problemområder:

Takkonstruksjonen var ikke delt opp i seksjoner. Plastisolasjonen var udekket over ca 60 % av hele flaten. Det var el-gjennomføring i rør over metallplaten i kanaler i skumplasten. Vindskiene var ikke montert, hvilket medførte at luft enkelt ble ført inn i takets korrugerte kanaler. Branncelleskillene var ikke opprettholdt grunnet ombygginger.

Tiltaksforslag:

- Ved store ombygginger bør byggherren kreve tilsyn av bygningens branncelleinndeling for å hindre brannskader under byggeperioden.
- Se over brannkrav til isoleringsmaterialet ved nybygg, særlig ved bruk av skumplast.

Nr 8. Halmstad 2009 (Sverige)

Bygning:

Industribygg (National Gummi).

Bygningen hadde automatisk brannvarsling til brannvesen og sprinkleranlegg.

Byggevarer:

Bygningen ble tilleggsisolert med 10 cm tykk tildekket skumplastisolasjon i 1997.

Brannårsak:

Antenning av reir i ventilasjonskanal på grunn av varme fra dieselmotor.

Brannforløp:

Ved rutinekontroll av dieselmotoren til sprinkleranlegget ble det oppdaget røyk i sprinklerrom og røykutvikling rundt gjennomføringen for ventilasjonskanalen i ytterveggen.

Ved varmekamera ble det detektert høy temperatur en meter nedenfor gjennomføringen.

Under slokkingsarbeidet fant de ulmebranner i rester av et fuglereir inntil ventilasjonskanalen.

Reiret var sannsynligvis blitt antent av varmen, og hadde deretter spredt brannen videre til plastisolasjonen.

Brannen spredte seg videre via skumplasten opp til neste plan, og ned til avslutningslist.

Brannen var en liten, innestengt ulmebrann med lite røykutvikling da brannvesenet ankom.

Problemområder:

- Skumplastisolasjon og gjennomføring av ventilasjonskanal.
- Ved brann i skumplast er det viktig å tenke på:
 - brannspredningen: brannen kryper frem inne i konstruksjonen i alle retninger.
 - faren for brannspredning mellom ulike brannceller (vinduer, leiligheter).
 - faren for fallende rester fra fasaden.
- Sitat: «Trenden med användande av putsade cellplastfasader har ökat i samband med energieffektivisering och räddningstjänsten kommer troligen att möta nya erfarenheter vid insatser med cellplaster.»

Skadeomfang:

Ingen personskader. Deler av fasaden var brannskadet og det var brannrøyk i sprinklersentral og kontorlokale.

Nr 9. Täby 2008 (Sverige)

Bygning:

Leilighetsblokk, 8 leiligheter, 3-4 etasjer i betongkonstruksjon bygd i 2000-2002.
Brannteknisk bygningsklasse Br1.

Byggevarer:

Skumplastisolasjon i fasade.

Annet: Yttervegg besto fra innsiden gips, steinull, gips, 50 mm skumplastisolasjon og 7 mm utvendig puss (tegl).
Utbygg på bakkeplan hadde også skumplast som veggisolasjon.

Leilighetene var brannteknisk adskilt med brannvegger (60 min. brannmotstand) i betong.

Brannårsak:

Påtent. Fyrverkeri landet på tak der det antente skumplast under takkledningen.

Brannforløp:

En beboer hørte og så en rakett treffe fasaden på bygningen. Det var røykutvikling på balkongen og på taket ved balkongen. Ved brannvesenets ankomst ble det observert svart røyk fra taket. Skumplast var runnet ned på betongbjelkelag og hadde antent tremateriale i veggen. Røyk trengte inn i de to nærliggende leilighetene via utettheter som f.eks. el-kontakter. Det var risiko for brannspredning til disse leilighetene.

Problemområder:

Skumplastisolasjon antentes og rant ned og antente trekonstruksjon.

Skadeomfang:

Røyk- og vannskader i leiligheter.

Nr 10. Gävle 2007 (Sverige)

Bygning

Kjøpesenter.

Byggevarer:

Yttervegger med 150 mm skumplast. Deler av tak var også isolert med kork og skumplast.

Brannårsak:

Påtent brann i lastepaller som var stablet mot fasade antente fasaden.

Brannforløp:

Brannen spredte seg videre til enda et varehus i bygningen. Røyk spredte seg til et tredje varehus. Det var kraftig røykutvikling.

Problemområder:

Skumplasticiseringen gjorde at lokalet ble røykfullt fra gulv til tak i løpet av 2,5 minutter. Veggisoleringen med skumplast har med sikkerhet forårsaket det hurtige brannforløpet. At taket var isolert med kork og skumplast, har medvirket til videre spredning. Røykluker i taket på to av varehusene var overbygde, og kunne ikke brukes. Bygningen var ikke bygget i henhold til den branntekniske dokumentasjonen.

Tiltaksforslag:

Ytterveggen der brannen oppsto, skulle, ifølge branndokumentasjonen, ha vært bygget som EI 60. Dette ville ha forhindret den kraftige brannspredningen.

Skadeomfang:

Ingen personskader. Materielle skader.

Nr 11. Motala 2007 (Sverige)

Bygning

Industribygg med vegg i betong, stålkonstruksjon i tak og fasade i tegl og metallplatetak.
Under metalldekket var det takpapp, 12 mm kryssfinér, 15 cm skumplast og 20 cm trefibermatter.

Byggevarer:

Skumplast i tak.

Brannårsak:

Mistanke om selvantennning i søppeldunk i snekkerverksted.

Brannforløp:

Skumplasten ga rask spredning opp til indre tak, deretter til ytre tak.
Det befant seg ikke personer i bygningen.

Problemområder:

Det manglet branncelleinndeling mellom verkstedet og sliperommet.
Automatisk brannalarm, men ikke detektor i rommet der brannen startet.

Tiltaksforslag:

- Det anbefales å ikke bruke skumplast ved oppføring av bygninger.
- Røykdetektorer i bygningen ville ha varslet brannen tidligere.

Skadeomfang:

Stort sett hele taket raste ned. Deler av lokaler brann- og vannskadet.

Nr 12. Motala 2007 (Sverige)

Bygning

Garasje på bakkeplan sammenbygd med villa i to etasjer.

Byggevarer

Både garasje og hus hadde skumplastisolasjon.
Garasjen hadde betongstamme med metallkledning og tilleggisolering med skumplast.
Villaen hadde stamme av tre, kjeller i betong, ytre metallplatekledning, og tilleggisolering med 7 cm skumplast.
Taket var pappkledd.

Brannårsak:

Det antas at brannen oppsto i en batterilader i garasjen.

Brannforløp:

Brannen spredte seg fra garasje til husfasade via en åpen garasjeport, og spredte seg videre på grunn av skumplastisolering. Slokkearbeidet var ukomplisert, barrierer fungerte.

Tiltaksforslag:

Tykkelse og type av skumplast har betydning.??

Skadeomfang:

Materielle skader.

Nr 13. Vallentuna 2007 (Sverige)

Bygning:

Blokk bygd i 1989 med leiligheter og parkeringsgarasje. Bygningene er Br1 med horisontal bæring i betong. Garasjen var på kjellerplanet til to leilighetshus med henholdsvis 3 og 4 leiligheter. Taket i garasjen var av betongbjelkelag, deretter 20-35 cm tykk PS-plast, 5 cm steinull og ytterst Asfaboard (trefiber/asfaltplater) holdt på plass av metallskruer.

Byggevarer:

PS-skum i tak i garasje.

Brannårsak:

Påtent. Fyrverkeri førte til garasjebrann.

Brannforløp:

Brannvesenet ankom 3 minutter etter varsling, og observerte mye røyk ut av begge innganger og ventilasjonssjakt. Skumplast smeltet og rant ned på gulvet. Bygningsteknisk brannbeskyttelse (f.eks. brannører) fungerte bra.

Problemområder:

Pågående renovering av tak i garasje, deler av skumplasten (ca 800 m²) var udekket. Kraftig, giftig røyk ble utviklet.

Skadeomfang:

En person omkom, 10 ble sendt til sykehus. Store materielle skader.

Nr 14. Östersund 2003 (Sverige)

Bygning

Industribygg (Jysk Bäddlager, Barnens Hus).

Byggevarer:

Veggen inneholdt skumplastisolering med flammehemmer.

Annet. Bygningen besto av prefabrikkert platekonstruksjon av Isonor veggelement og Isonor takelement på bæring av limtre. Konstruksjonen besto dermed av stålplater på inn- og utside av skumplastisolering med flammehemmer. Veggens tykkelse var totalt 14 cm. Elementene var fuget med silikon.

Brannårsak:

Komprimerte kartonger utenfor bygg, mulig påtent.

Brannforløp:

Voldsomt brannforløp.

Problemområder:

Tilsynsobjekt, anmerkninger i 2002 (men ikke relevante for brannen). Varmen fra ilden påvirket isolasjonen mellom stålplatene slik at silikontettingen smeltet og isolasjonen ble antent.

Det oppsto skorsteinseffekt mellom platene i vegg/tak, og dermed et voldsomt brannforløp.

Forløpet ble forsterket ved oppbevaring av madrasser/fyringsolje etc.

Skumplastmadrasser var lagret i den delen av bygningen der brannen startet. Der fantes også oppvarmingsanlegg sammen med en nesten full tank fyringsolje. Varmen fra brannen gjorde at tanken revnet.

Tiltaksforslag:

- Vurdere om Råddningstjenestens brannkrav bør inneholde informasjon om miljøeffekter av ulykker.
- Miljøfølsomme områder bør merkes med skilting.
- Det bør følges opp hvordan den aktuelle bygningskonstruksjonen oppfører seg ved branner, og hvor store utslippene til miljø blir.

Skadeomfang:

Sammenlagt materielle skader for 150 – 200 mill SEK. Ingen personskader.

Nr 15. Du Pont, Nederland 2008

Bygning

Lager og verkstedbygg (25 x 75 m) for lagring og vedlikehold av fritidsbåter/biler.

Byggevarer:

Bygget besto av murvegg og stålkledning, sandwichelementer i tak av doble stålblader fylt med PUR og stålbæring med trebjelker. I bakkant av bygget var det små rom adskilt fra resten av bygget med steinvegg. Deler av yttervegg og tak var isolert med sprayet PUR.

Brannårsak:

Spredning fra en brann som startet i et treskap.

Brannforløp:

Brannen startet i et treskap som sto mot den PUR-isolerte ytterveggen i et av de små rommene. 3 ansatte befant seg på utsiden av bygningen. Da brannen ble oppdaget, gikk flammene fra skapet til taket i lagerrommet, og røyk kom ut av skapet. Flere brannslukkere ble forsøkt brukt uten hell, og rommet og resten av bygningen var snart fylt av røyk. Ved brannvesenets ankomst ble det observert betydelige mengder brungul eller brunhvit røyk fra baksiden av bygningen. Brannen spredte seg plutselig ved en eksplosjon, etterfulgt av mengder av svart røyk. Basert på kunnskap om brannegenskapene til PUR, er det sannsynlig at brannen nådde overtenning i løpet av 1-2 minutter.

Problemområder:

Brannmannskapet var ikke kjent med fenomenet røygasseksplasjon som følge av at brann i store mengder brennbar materiale i rommet der brannen oppsto førte til akkumulering av brennbar gass i andre deler av bygningen.

Tiltaksforslag:

- ny kunnskap relatert til plutselig brannspredning bør formidles i utdanning og av brannvesen og i øvelser
- forbedre utvikling av kunnskap innen brannvesenet og øke fokus på sikkerhet

Skadeomfang:

3 brannmenn omkom i bygningen som følge av den raske spredningen av brannen.

Nr 16. Düsseldorf 1996 (Tyskland)

Bygning

Flyplassterminal.

Byggevarer:

Plastisolasjon i hulrom i innvendig tak.

Brannårsak:

Brann startet ved at sveiser antente PS-isolering i rommet over innvendig tak.

Brannforløp:

Brannen ble oppdaget ved at gnister falt fra taket i ankomsthallen. Brannvesenet kjente en lukt i bygningen ved ankomst. Røyk ble senere observert via avtrekk og taket glødet med brennende dråper.

Røyk og flammer spredte seg videre opp til neste etasje via åpne trappesjakter/rulletrapper.

Brannen bygde seg deretter raskt opp, og tung røyk og flammer spredte seg via dører.

Store ressurser ble satt inn, og brannen var under kontroll ca 4 timer etter at gnistene først ble oppdaget.

7 av ofrene omkom i heiser som hadde åpnet seg i brannområdet.

Eksempler på problemområder:

- Manglende forholdsregler ved sveising.
- Brennbar isolasjon i hulrom i innvendig tak.
- Utilstrekkelig detektor-, varslings- og slokkesystem.
I området der brannen startet var det ikke sprinkleranlegg.
- Ubeskyttede vertikale åpninger la til rette for brann- og røykspredning.
- Feil varsling i de første ti minuttene.
- Heiser åpnet seg i brannområdet.

Skadeomfang:

17 omkomne og 62 skadde.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no