

Hvordan brændbar isolering kan reducere risikoen i det tidlige brandforløb!

Det er vigtigt, at de bygninger, som vi færdes i, er trygge og sikre. Derfor er brandsikkerhed i bygninger også et af de grundlæggende krav til byggevarer i EU's Byggevareforordning, CPR. Brandsikkerhed er således et spørgsmål om at minimere personskader såvel som skader på materielle værdier. Og sikkerheden skal være i top i hele bygningen levetid.

Dette notat belyser begrebet brandsikkerhed og brandsikre konstruktioner i forbindelse med anvendelse af isolering af polystyren, som oftest EPS (ekspanderet polystyren).

Notatet afdækker:

- Hvad er brandsikre konstruktioner?
- Udviklingen af skader for ildebrande fra 2013 og frem.
- Hvordan nogle lovlige konstruktioner kan bidrage langt mere til den tidlige brandudvikling end EPS.
- Hvordan internationale data viser, at brug af isoleringsmateriale ikke altid øger brandsikkerheden.

Hvad er brandsikre konstruktioner?

Formålet med brandkravene i Bygningsreglementet fremgår af §82, og kan sammenfattes til, at risikoen for at brande opstår skal reduceres, samt at tilgodese både evakueringsmulighederne for de personer (og dyr), der opholder sig i byggeriet, samt sikre redningsberedskabets indsatsmuligheder.

Derfor skal konstruktioner for at være brandsikre have en tilstrækkelig bæreevne, og de anvendte materialer være brandmæssigt egnede i relation til deres placering og anvendelse. Det er bl.a. et krav, at det "sikres, at der ikke sker brandspredning til byggeri på

Key Insights

- Konstruktioner med EPS-isolering bidrager mindre til brandens udvikling i de kritiske indledende minutter, hvor personer skal evakueres og inden beredskabet er fremme, når man sammenligner med andre lovlige konstruktioner.
- Siden 2012, hvor man fik flere anvendelsesmuligheder for EPS i klimaskærmen, har antallet af ildebrande været faldende, ligesom skader på såvel bygninger og løsøre har været relativt mindre (prisindeksreguleret).
- Ildebrande i konstruktioner med korrekt indbygget EPS-isolering udvikler sig langsommere og med mindre røgudvikling end tilsvarende konstruktioner, hvor der må og er anvendt *klasse K1 10 D-s2,d2 [klasse 2 beklædning]*.
- Beredskabet er gennemsnitligt fremme ved en brand på under 8 minutter.
- EPS-isolering er tidligst påvirket af en ildebrand efter 10 minutter – og der sker først antændelse af materialet væsentligt senere.
- EPS-isolering kan ikke ulmebrande og bidrager således ikke til at en brand udvikler på ny.
- Internationale data viser, at der ikke er sammenhæng mellem isoleringsmateriale og dødsfald som følge af en ildebrand.

anden grund, at brand- og røgspredning til andet byggeri på egen grund begrænses, og at brand- og røgspredning i byggeri, hvor branden er opstået, begrænses i den tid, som er nødvendig for evakuering.”

Det er samtidig væsentligt, at ”driften af byggeri sker på en sådan måde, at sikkerheden i tilfælde af brand er opretholdt i hele levetiden.”

Vurderingen af en konstruktions brandsikkerhed kan således ikke ske på baggrund af enkeltstående materialers egenskaber, men skal ske på baggrund af den samlede konstruktions reaktion i forbindelse med en brand.

Skadesudvikling fra ildebrande fra 2013

EPS-isolering har været anvendt i byggeriet siden 70'erne, hvor det løbende har vundet indpas som det primære isoleringsmateriale i terrændækket. Siden slutningen af 90'erne har EPS tillige i stigende grad vundet indpas i flade tage, og siden de opdaterede regler med BR12 har man i tillæg haft flere muligheder for anvendelse af EPS i facaden.¹

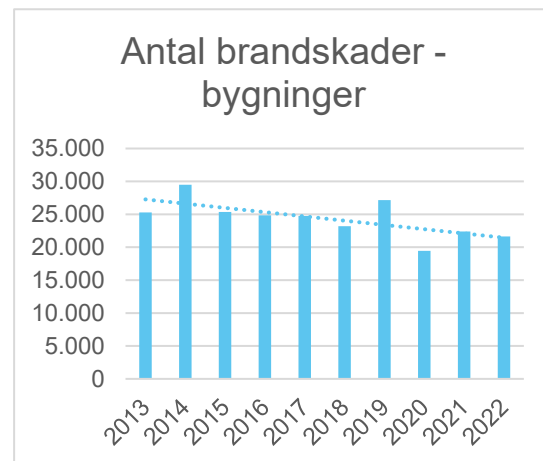
Hvis EPS skulle bidrage til mindre brandsikre konstruktioner, så måtte man – alt andet lige – forvente at se en stigning i antallet af brande og/eller en stigning i konsekvenserne ved disse brande. Dvs. brandene var omkostningsmæssigt dyrere eller man så en stigning i antallet af dødsfald i perioden fra 2013 og frem.

¹ <https://eps-airpop.dk/tema/eps-facadeisolering/> hhv. <https://skalflex.dk/UserFiles/Diverse%20PDF/02042013-StyrolitSkalflex.pdf>. I 2012 blev det muligt at benytte ETICS, hvilket gjorde det mere relevant at anvende EPS

Færre og mindre omkostningstunge brande fra 2013 og frem

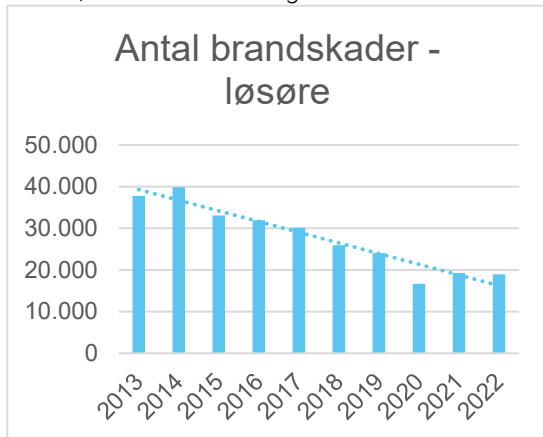
Ifølge tal fra F&P, der er brancheorganisation for forsikrings- og pensionselskaber, er der i perioden 2013 og frem en nedadgående tendens i antallet af skader på bygninger såvel som løsøre, som følge af brand.²

Som det ses af figur 1 er tendensen klart nedadgående.



Figur 1: Antal brandskader i bygninger 2013-2022

For skader på løsøre er tendens endnu mere udtalt, som det ses af figur 2.

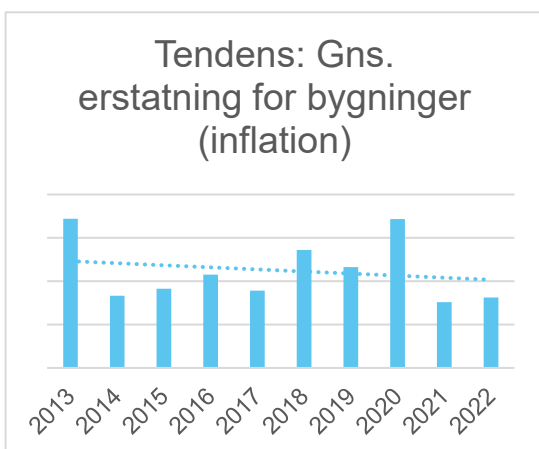


Figur 2: Antal brandskader på løsøre 2013-2022

i facaden. Før 2012 kunne EPS også anvendes i forskellige facadekonstruktioner, men det sås sjældent.
² <https://www.fogp.dk/statistik/brandskader/>

Det er naturligvis ikke tilstrækkeligt at se på udviklingen i antallet af brande, for at vurdere de potentielle konsekvenser heraf. Forsikringsselskabernes brancheorganisation, F&P, opgør ligeledes omkostningerne ved brande på såvel bygninger som løsøre. Af data fremgår, at der er en svagt stigende tendens til omkostninger på selve bygningerne, mens der er en svagt faldende tendens for skader på løsøre i perioden fra 2013-2022.

Omkostningerne er vurderet ud fra det totale antal skader. Da antallet af brandskader er faldende, er det nødvendigt at analysere på udviklingen af gennemsnitsomkostningerne. F&P oplyser også den gennemsnitlige erstatningssum ved brandskader. Udviklingen er dog ikke korrigeret for prisudviklingen. Korrigeres for udviklingen i forbrugerprisindekset³ og udviklingen i boligpriserne⁴, ses der en klart nedadgående tendens ift. omkostninger, som følge af brande.⁵



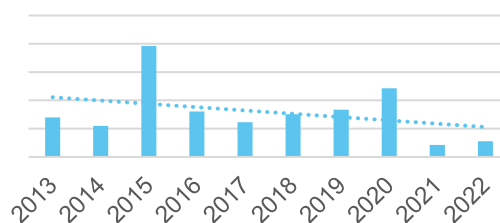
Figur 3: Tendensen for erstatninger ved bygninger - korrigeret for prisudvikling

³ <https://www.statistikbanken.dk/pris113>

⁴ <https://www.boliga.dk/boligpriser/resultater?area=72000&type=0&data=0>

⁵ Tallene omfatter ikke skader på erhvervsjendomme, da prisudviklingen på disse ikke er omfattet af indekstallene benyttet til at inflationskorrigere.

Tendens: Gns. erstatning for løsøre (inflation)

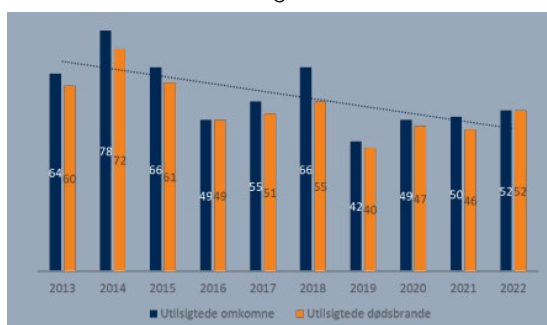


Figur 4: Tendensen for erstatninger ved løsøre - korrigeret for prisudvikling

Tallene fra F&P viser således, at vi har set færre – og mindre omkostningstunge brande i perioden fra 2013 og frem.

Fald i antal dødsbrande i Danmark

Tilsvarende tal ses, når der undersøges antallet af dødsbrande i Danmark. Af notatet "Dødsbrande i Danmark 2022"⁶ fra Beredskabsstyrelsen fremgår det, at der siden 2013 har været en klar tendens til stadig færre dødsbrande, ligesom der også er færre omkomne ved de utilsigtede dødsbrande.



Figur 5: Utilsigtede dødsbrande og omkomne pr. år, 2013-2022 (dvs. uden selvmord og påsatte brande)

⁶ <https://www.brs.dk/globalassets/brs---beredskabsstyrelsen/dokumenter/forskning-statistik-og-analyse/2023/-faktaark-dodsbrande-2022-udgivet-version-.pdf>

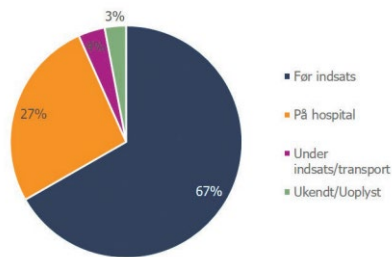
Den væsentligste årsag (75%) til dødsbrande i 2022 var rygning. I perioden 2013-2022 var rygning skyldneren i 65% af sagerne. Det fremgår af Beredskabsstyrelsens notat "Dødsbrande i Danmark 2022."⁷

Det kan således bidrage til at forklare faldet i såvel antallet som brande som antallet af dødsbrande, at der formentligt også ses et fald i antallet af rygere i perioden, men det er dog værd at bemærke, at faldet i dødsbrande fra 2013 og frem, er i samme periode som EPS-isolering begyndte at vinde indpas i hele klimaskærmen.

Dødsfald ved ildebrand sker før beredskabet når frem.

En væsentlig betragtning i forbindelse med dødsbrande er, at den primære dødsårsag ved brande sker som følge af røgforgiftning.⁸ Ifølge dødsbrandsanalysen (2019) sker 67% af dødsfald i forbindelse med ildebrande før beredskabets "ankomst til brandstedet." (s. 19).⁹

FIGUR 10. DØDSTIDSPUNKT FOR OMKOMNE I UTILSIGTEDE BRANDE, 2011-2019 (N=538)



Kilde: Dødsbrandsdatabasen

Figur 6: Dødstidspunkt, jf. Dødsbrandsanalysen 2019.

⁷ <https://www.brs.dk/globalassets/brs---beredskabsstyrelsen/dokumenter/forskning-statistik-og-analyse/2023/-faktaark-dodsbrande-2022-udgivet-version-.pdf>

⁸

<https://www.stanfordchildrens.org/en/topic/default?id=fire>

Ifølge en opgørelse fra Beredskabsstyrelsen i 2020 var de kommunale redningsberedskaber fremme på skadestedet inden for 10 minutter i 77 % af udrykningerne og inden for 15 minutter ved 95 % af udrykningerne. I gennemsnit var første køretøj fremme 7 minutter og 53 sekunder, efter alarmerne tikkede ind.¹⁰

Det er væsentligt, da kravene til indbygning af EPS-isolering betyder, at materialet først påvirkes af en evt. brand efter længere tids ildebrand.

Konstruktioner med korrekt indbygget EPS-isolering modstår branden mens beredskabet er på vej.

I Danmark stilles der krav til konstruktionen, når EPS anvendes som isoleringsmateriale. Det betyder, at konstruktionen skal kunne sikre, at EPS-isoleringen ikke påvirkes i mindst 10 minutter – og i nogle tilfælde i mindst 30 minutter – i tilfælde af brand.

Efter de 10-30 minutter vil EPS materialet stille og roligt blive blødt og først herefter smelte og til sidst selvantænde.

Konstruktionen bliver straks påvirket af flammerne i forbindelse med en brandtest, hvorimod vægge og tilsvarende oftest først påvirkes efter nogen tid i tilfælde af en brand. Da hovedparten af brande ikke opstår langs en væg, så sker påvirkningen af væggen relativt senere i faktiske ildebrande sammenlignet med brandtests.

[-safety-and-burns--injury-statistics-and-incidence-rates-90-P02978](https://www.brs.dk/globalassets/brs---safety-and-burns--injury-statistics-and-incidence-rates-90-P02978)

⁹ <https://www.brs.dk/globalassets/brs---beredskabsstyrelsen/dokumenter/forskning-statistik-og-analyse/2020/-dødsbrandsanalyse-2019-.pdf>

¹⁰ <https://www.brs.dk/da/borger/om-redningsberedskabet-i-danmark/analyse-og-statistik-om-redningsberedskabet/>

Røgudvikling fra forskellige lovlige konstruktioner

Det fremgår, som nævnt, af datagrundlaget, at den primære årsag til dødsfald ved en brand er røgforgiftning, samt at dødsfaldet er indtruffet inden beredskabet er ankommet. Tal fra Beredskabet viser tillige, at de i gennemsnit er fremme inden for 7 minutter og 53 sekunder efter alarmering.

Det giver derfor god mening at se på røgudviklingen ved forskellige lovlige konstruktioner, da tidlig røgudvikling således må formodes at øge risikoen for en dødsbrand. Anvendes der f.eks. ubrændbar isolering, så er det i Danmark tilladt at benytte indvendig facadebeklædning af træ i byggeriet. Dette står i skærende kontrast til konstruktioner med EPS, hvor der skal anvendes gips eller tilsvarende.



Figur 7: Fra artikel: *Inspiration: Bjerghytte som genfortolkning af traditionelt tømmerhus* (trae.dk)

Ifølge BR18 er det således tilladt at benytte op til 20% brændbar beklædning af vægge, når isoleringsmaterialet er bedre end materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale].¹¹ For enfamiliehuse er kravet; "I enfamiliehuse kan væg- og loftkonstruktioner mod uudnyttelige tagrum udføres med beklædning mindst klasse K1 10 D-s2,d2 [klasse 2 beklædning], med mindst 50 mm isolering af mindst klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]."¹² Dvs. at 100% af væggene kan være beklædt med træ. Det er således tilladt at bygge konstruktioner som vist i figur 7 (hentet fra traee.dk)¹³:

Da selvantændelsestemperaturen for træ ifølge Beredskabsstyrelsen varierer mellem 150-400 grader¹⁴, og træbeklædningen kan være i direkte kontakt med flammerne i løbet af kort tid, så er det evident, at risikoen for flamme- og røgspredning i sådanne konstruktioner er større end ved konstruktioner, hvori EPS indgår. Dels selvantændelsestemperaturen for EPS på 450 grader – og dels skal EPS skærmes bag gips og må ikke påvirkes af branden i mindst 10 minutter.

Brandtest af krydsfiner viser da også, at der sker ganske stor røgudvikling inden for de første 1-2 minutter, efter materialet påvirkes af branden.^{15, 16}

¹¹ https://bygningsreglementet.dk/-/media/Br/Kap_5_Brand/Vejledninger/Generel-vejledning/Kapitel-4/Kapitel-4---Ant%C3%A6ndelse-brand-og-r%C3%B8gspredning-v02-20210115.pdf

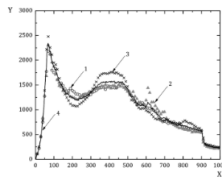
¹² https://bygningsreglementet.dk/-/media/Br/Kap_5_Brand/Vejledninger/Enfamiliehuse/Bilag-1a--Fritliggende-og-sammenbyggede-enfamiliehuse-ver-20-20220103.pdf

¹³ [Inspiration: Bjerghytte som genfortolkning af traditionelt tømmerhus - Træe.dk \(trae.dk\)](https://www.trae.dk)

¹⁴ <https://www.brs.dk/globalassets/brs---beredskabsstyrelsen/dokumenter/uddannelse---metodehafter-m.v/2004/-elevhafte---brandforlob-.pdf>

¹⁵ [Evaluating the flammability of wood-based panels and gypsum particleboard using a cone calorimeter - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950423019300000)

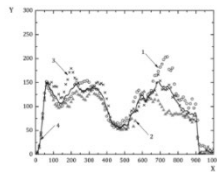
¹⁶ Reaction to fire test for wall systems — Measurement of heat release and smoke production in severe fire scenarios. Graferne herfra: <https://udvalgauth.ds.dk/api/files/download/binary?fileName=ISO-TC92-SC1+N1964+ISO+Committee+draft+CD3957+Jun+2023.>



Key
X Time from ignition [s]
Y Chemical HRR [kW]
1 Test 1, moisture mass fraction = 4,8%
2 Test 2, moisture mass fraction = 4,6%
3 Test 3, moisture mass fraction = 4,4%
4 Mean values ($R^2 = 0,962$)

Figure D.4 — Chemical HRR repeatability measurements for regular plywood

Figur 8: Røgudvikling fra krydsfiner.



Key
X Time from ignition [s]
Y SPR [mg/s]
1 Test 1, moisture mass fraction = 4,8%
2 Test 2, moisture mass fraction = 4,6%
3 Test 3, moisture mass fraction = 4,4%
4 Mean values ($R^2 = 0,723$)

Figure D.5 — SPR repeatability measurements for regular plywood

Figur 9: Røgudvikling fra krydsfiner.

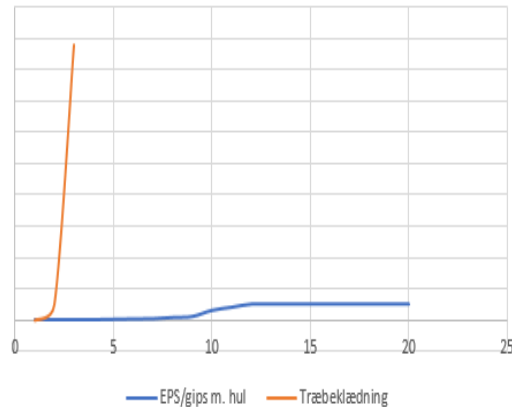
Imodsætning hertil vil der være begrænset/ingen røgudvikling fra konstruktionen med EPS, i de indledende minutter af branden. Det betyder alt andet lige en langsommere indledende brandudvikling. Dermed er branden potentielt mindre, når beredskabet ankommer.

Sammenlignes røgudviklingen for facadens initiale materiale, kan det stilles op i en figur, der minder om figur 10.

Det er tydeligt, at risikoen for røgforgiftning – og evakuering i de vigtige første 10-15 minutter af en brand vil være væsentligt lavere ved en konstruktion med EPS sammenlignet med en lovlig konstruktion med materiale som er klasse D-s2,d2 [klasse B] eller bedre.¹⁷

[pdf&uri=committee-notification-binary-iso-66732c1a-61d3-4ea3-8568-b285e0da5fcf&org=ISO](https://www.iso.org/committee-notification-binary-iso-66732c1a-61d3-4ea3-8568-b285e0da5fcf&org=ISO)

¹⁷ https://bygningsreglementet.dk/-/media/Br/Kap_5_Brand/Vejledninger/Generel-



Figur 10: III. røgudvikling i konstruktioner med hhv. gips og træbeklædning ift. brandens start.

Undgå risiko ved ulmebrande

Som beskrevet skal bygninger med EPS konstrueres på en sådan måde, at materialet er beskyttet mod flammepåvirkning i tilstrækkelig tid til at personer kan evakueres og beredskabet nå frem. Det i sig selv er en væsentlig faktor i brandsikre konstruktioner.

Et andet (og i øvrigt ofte overset) sikkerheds aspekt er, at EPS ikke bidrager til ulmebrande.

Ved at benytte materialer, som ikke kan ulmebrande, så forebygges at en brand udvikler sig på ny efter, at beredskabet har forladt området – og dermed forebygges ekstra skader på såvel personer som løsøre.

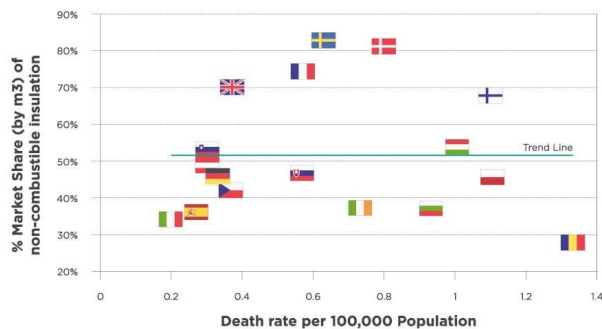
Internationale data: valg af isoleringsmateriale uden brandsikkerhedsmæssig værdi

Den europæiske brancheorganisation, Modern Building Alliance, har sammenlignet markedet for isoleringsmaterialer med dødsfald som følge af brand i en række europæiske lande.

[veiledning/Kapitel-4/Kapitel-4---Ant%C3%A6ndelse-brand-og-r%C3%B8gspredning-v02-20210115.pdf](https://www.mba-buildingscience.com/veiledning/Kapitel-4/Kapitel-4---Ant%C3%A6ndelse-brand-og-r%C3%B8gspredning-v02-20210115.pdf)

Som det fremgår af figuren, så kan det ikke konkluderes, at isoleringsmaterialet giver større brandsikkerhedsmæssig værdi.

Faktisk er dødsraten lavest i de lande med stor andel af brandbare isoleringsmaterialer. Den dog også højest i lande med brandbar isolering, mens lande, hvor man primært anvender ikke-brandbar isolering, er i mellemgruppen.



Figur 11: Sammenligning af dødsfald fra brande med anvendelse af isoleringsmaterialer.

Sammenfatning

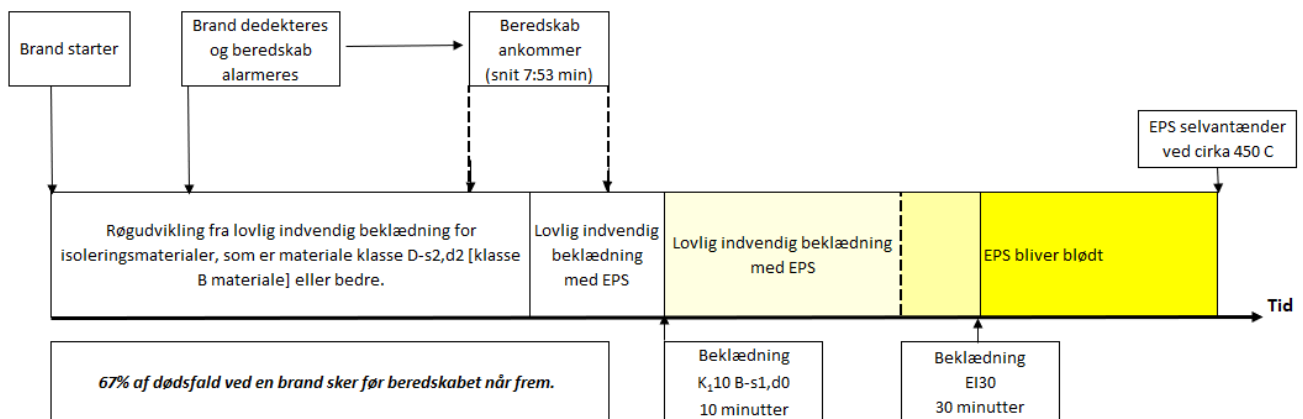
EPS-branchen konstaterer på baggrund af ovenstående, at vurderingen af konstruktioners

brandsikkerheds niveau bør baseres på den samlede konstruktion og ikke enkeltmaterialer. Ifølge data er der ikke evidens for at brugen af EPS i hele klimaskærmen øger risikoen for brand – ej heller for en hurtigere brandudvikling. Måske snarere tværtimod.

På baggrund af ovenstående er det tydeligt, at der i dialogen om brandsikkerhed og brandsikre konstruktioner bør tages højde for det samlede brandforløb – inkl. ulmebrande, når der skal foretages en risikovurdering i forbindelse med konstruktionerne. Det er som påvist sandsynligt, at risikoen for røgforgiftning i de vigtige første 10-15 minutter af en brand vil være væsentligt lavere ved en konstruktion med EPS sammenlignet med lovlige konstruktioner med materiale som er klasse D-s2,d2 [klasse B] eller bedre.¹⁸

Det er søgt illustreret i figur 12 nedenfor.

EPS indgår således effektivt i brandsikre konstruktioner med den nuværende regulering.



Figur 12: Sammenfatning af røgdudvikling ved konstruktioner med EPS vs. isoleringsmaterialer af klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] eller bedre.

¹⁸ https://bygningsreglementet.dk/-/media/Br/Kap_5_Brand/Vejledninger/Generel-

[vejledning/Kapitel-4/Kapitel-4---Ant%C3%A6ndelse-brand-og-r%C3%B8gspredning-v02-20210115.pdf](https://bygningsreglementet.dk/-/media/Br/Kap_5_Brand/Vejledninger/Generel-vejledning/Kapitel-4/Kapitel-4---Ant%C3%A6ndelse-brand-og-r%C3%B8gspredning-v02-20210115.pdf)