



Samfundsudviklingen

Påvirkning af de kommunale redningsberedskaber

INDLEDNING	4
AFGRÆNSNING OG FORMÅL	4
SAMMENFATNING	6
Overordnet resume	6
Uddannelse, kompetence og niveauer	6
Materiel og særligt udstyr	6
Taktik og teknik	7
Arbejds miljø og sikkerhed	7
Kapacitet og varighed	8
1. BEREDSKABETS FORUDSÆTNINGER.....	9
1.1 Uddannelse, kompetence og niveauer	9
1.2 Materiel og særligt udstyr	9
1.3 Taktik og teknik	10
1.4 Arbejds miljø og sikkerhed	10
1.5 Kapacitet og varighed	11
2. TEMATIKKER - SAMFUNDSUDVIKLING	12
2.1 Grøn omstilling	12
2.1.1 Solceller	12
2.1.2 Batterianlæg (BESS).....	16
2.1.3 Brande i mindre lithiumionbatterier	18
2.1.4 Brande og ulykker med batteridrevne biler.....	20
2.1.5 Alternative transportmidler	23
2.1.6 PtX-anlæg	26
2.1.7 Større brandfarlige oplag (skrot, træpiller, genbrugsmaterialer, affald)	31
2.2 Byggeriet	35
2.2.1 Højhuse	35
2.2.2 Store og dybe bygninger (parkeringsanlæg)	45
2.2.3 Brandsyn	49
2.2.4 Automatisering	50
2.2.5 Udviklingen af byrum og fortætning af bykernen med rekreativ udfoldelse	52

2.2.6 Anvendelse af alternative byggemateriale og grønne byggematerialer, herunder genbrugsmaterialer	59
2.2.7 Komplexitet i brandtekniske installationer	61
2.2.8 Bygge- og renoveringsfasen – risici og forudsætninger.....	62
2.3 Koblede hændelser	66
3. SKEMA OVER TEMATIKKER MED BESKRIVELSE OG KONSEKVENNS.....	67

Indledning

Samfundsudviklingen sker hurtigere end nogensinde før. Koblingen mellem den hastige teknologiske udvikling, innovative og uafprøvede løsninger samt en grøn omstilling med fokus på mere bæredygtigt byggeri, som har stærk politisk opbakning, hvor senest den aktuelle sikkerhedspolitiske situation også har skabt et endnu større behov for forsyningssikkerhed og alternative energisystemer, resulterer i en ny hverdag for de kommunale redningsberedskaber.

Lempelser i byggelovgivningens krav til brandsikkerhed i de seneste år, som følge af grøn omstilling, bæredygtighedskrav, afbureaukratisering mv., og en forventelig yderligere lempelse de kommende år, betyder, at der er risiko for ubalance i de sammenhænge, der tidligere har været mellem byggeloven og beredskabslovens forudsætninger om bl.a. sikring af værdier.

Der opleves en øget forventning fra samfundets aktører til redningsberedskabets håndtering af denne samfundsudvikling, hvilket står i kontrast til de forudsætninger der gives, idet redningsberedskabets konkrete kendskab til byggeriet gradvist mindskes, i takt med indførelse af certificeringsordning og ophør af teknisk sagsbehandling. Samtidig øges byggeriets kompleksitet og forskellighed, og historiske operative forudsætningerne glemmes.

Det tegner samlet set et billede af øget kompleksitet, behov for ny viden og øgede forventninger, alt imens forudsætningerne og kendskabet gradvist reduceres. De to sidstnævnte faktorer forstærker tilsammen virkningen af de førstnævnte forhold.

Afgrænsning og formål

Dette notat er udarbejdet til brug for de kommunale redningsberedskaber i forbindelse med arbejdet med identifikation af den generelle samfundsvikling og heraf følgende krav, forventninger, forudsætninger og tendenser, som skal sikre en fortsat tidssvarende lokal dimensionering af redningsberedskabet på baggrund af de identificerede risici.

Et af notatets grundlæggende formål er at beskrive de overordnede tematikker i samfundet, som med varierende udbredelse, er kendetegnet ved den samfundsudvikling, som vi på baggrund af regler, retningslinjer og egne initiativer selv har indflydelse på. Disse 15 tematikker er angivet i underkapitler i det følgende. Der er sat ord på vurderingen af den betydning, som de enkelte tematikker har for det kommunale redningsberedskab, og dermed også betydningen og den fælles forståelse for det samlede redningsberedskab. Man kan omsætte det til, at der nu tales i et fælles sprog på tværs af redningsberedskaberne.

Notatet har ikke til formål at anvise konkrete løsninger eller give forslag til eksakt dimensionering og håndtering. Der er forskellighed i tematikkernes udformning og udførelse, ligesom de kommunale redningsberedskabers lokale forhold og forudsætninger kan være forskellige. Det som notatet derimod har til formål, er, at belyse betydningen for

redningsberedskabet i forbindelse med indsats og angive nogle behov, vurderinger, udfordringer og faktorer, der har relevans for indsatsen. De angivne 15 tematikker er ikke fyldestgørende for al den udvikling der er i samfundet, og tilhørende forventninger til de indsatsmæssige forudsætninger, men er de nyere tematikker, som beredskaberne har kendskab til og finder relevante at sætte i fokus på nuværende tidspunkt. Notatet må derfor betragtes som inspiration til de planlægningsarbejder, der lokalt skal understøtteberedskabernes effektive og sikre indsatser – og som kilde til viden om beredskabets behov for at opnå den nødvendige dimensionering i forhold til de relevante samfundsopgaver.

Danske Beredskaber

Oktober 2025

Sammenfatning

Overordnet resume

Samfundsudviklingen går hurtigere end nogensinde før, drevet af grøn omstilling, teknologiske fremskridt og ændrede politiske prioriteter. For de kommunale redningsberedskaber betyder dette et markant skift i vilkår og forventninger. Byggeri, energiformer og transportsystemer bliver mere komplekse og sammenkoblede, mens beredskabets egne rammer og kendskab til konstruktioner gradvist mindskes. Lempelser i byggelovgivningen, bæredygtighedskrav og decentralisering af teknisk sagsbehandling betyder, at mange beredskaber står over for en ubalance mellem opgaver og ressourcer. Samtidig oplever man en stigende forventning fra borgere, virksomheder og myndigheder om hurtige, sikre og specialiserede indsatser. Det samlede billede viser et voksende behov for ny viden, specialisering, bedre tværgående samarbejde og øget kapacitet. Notatet understreger, at fremtidens beredskaber skal kunne håndtere hændelser relateret til grøn energi, nye byggematerialer, højhuse, komplekse installationer og kemiske processer – alt sammen med en høj grad af risikostyring, uddannelse og planlægning. Hvis redningsberedskaberne ikke får de nødvendige forudsætninger, risikerer man, at beredskabet ikke kan matche de nye risikobilleder, hvilket kan få betydelige konsekvenser for både sikkerhed, miljø og samfundets robusthed.

Uddannelse, kompetence og niveauer

Redningsberedskabets uddannelsesniveau udgør fundamentet for indsatsens kvalitet. I dag er uddannelsesforløbene relativt korte og giver kun begrænset specialviden om moderne byggeri, nye energiformer og tekniske installationer. Brandfolk gennemgår få ugers kursus, mens indsatsledere uddannes i syv uger. Det betyder, at mange komplekse scenarier – som brande i solcelleanlæg, litiumbatterier, højhuse eller PtX-anlæg – ofte håndteres med utilstrækkelig teknisk indsigt. Vedligeholdelsen af kompetencer sker gennem årlige øvelser, men disse dækker sjældent de nye teknologiske og kemiske risici, der præger fremtidens hændelser. Uddannelsessystemet mangler en national struktur, der kan sikre kontinuerlig opkvalificering og specialisering. Fremtidens beredskab bør have adgang til målrettede efteruddannelser og temabaseret træning, så indsatsledere og brandfolk kan forstå og håndtere nye typer bygninger, batterier og grønne energianlæg. Kompetenceudvikling skal kobles til forskning, operative erfaringer og teknologisk udvikling, så beredskabet ikke mister evnen til at agere sikkert i et samfund under konstant forandring.

Materiel og særligt udstyr

Beredskabets materiel er ofte udviklet til traditionelle hændelser og passer ikke altid til den moderne virkelighed. Den stigende kompleksitet i byggeriet, fremkomsten af grøn teknologi og nye energikilder kræver udstyr, som kan håndtere brande og ulykker i hidtil ukendte miljøer.

Nye krav omfatter bl.a. højere stiger til højhuse, vandkanoner og robotteknologi til farlige miljøer, samt specialudstyr til håndtering af batteribrande og kemiske reaktioner. Effektiv udnyttelse af materiellet forudsætter, at taktikken og uddannelsen følger med, hvilket sjældent sker i praksis. Plads- og vægtbegrænsninger på køretøjerne betyder, at flere enheder må afgå til større hændelser, hvilket øger ressourceforbruget. Samtidig er investering i nyt materiel en økonomisk udfordring for mange kommuner. For at bevare robustheden skal materielstrategien fremover baseres på risikoprofil og lokale forhold – ikke blot historiske normer. En fleksibel og teknologisk opdateret materielportefølje vil være afgørende for, at beredskabet kan reagere effektivt på de nye typer hændelser.

Taktik og teknik

Redningsberedskabets taktik bygger traditionelt på kendte brandtyper i simple bygninger, men virkeligheden ændrer sig hurtigt. Nye konstruktioner, højhuse, parkeringskældre, grønne materialer og energisystemer kræver udvikling af helt nye indsatstaktikker. Der mangler en national ramme for forskning og udvikling i taktiske metoder, og derfor sker innovationen i dag primært lokalt. Det skaber forskelle i kvalitet og sikkerhed mellem beredskaberne. Indsatser i moderne bygninger kræver kendskab til ventilation, brandtekniske installationer, og risiko for konstruktionskollaps. Samtidig skal mandskabet kunne arbejde med dynamiske hændelser, hvor flere risici opstår samtidigt – f.eks. brande kombineret med gasudslip eller elektriske farer. Udviklingen af effektive taktikker kræver samarbejde mellem myndigheder, forskningsmiljøer og udstyrsproducenter. Desuden skal erfaringer fra faktiske hændelser samles og omsættes til læring, så de lokale beredskaber kan handle på et fælles, vidensbaseret grundlag. Kun gennem en systematisk udvikling af indsatsmetoder kan man sikre, at beredskabet fortsat er operativt relevant.

Arbejdsmiljø og sikkerhed

De stigende krav til indsats i komplekse og risikofyldte miljøer påvirker arbejdsmiljøet markant. Brandfolk udsættes for større fysisk belastning, arbejde i højden, i kemiske miljøer og under høje temperaturer. Samtidig øges behovet for tungt udstyr, hvilket udfordrer både ergonomi og fremkommelighed. Risikoen for svigt i brandtekniske installationer – som sprinkler- eller ventilationssystemer – kræver, at indsatsledere løbende foretager kvalificerede risikovurderinger. Fejl i sådanne systemer kan føre til hurtig brandspredning og uforudsete farer for mandskabet. Der er også et stigende behov for psykologisk støtte, da hændelser i moderne anlæg ofte indebærer høj kompleksitet og langvarige indsatser. Fremtidens arbejdsmiljø skal derfor ses som et strategisk element i beredskabet: udstyr, procedurer og uddannelse skal designes til at beskytte medarbejderne fysisk og mentalt. Kun med et systematisk fokus på sikkerhed, sundhed og mental robusthed kan redningsberedskabet fastholde et højt fagligt niveau under stigende pres.

Kapacitet og varighed

Moderne hændelser kræver flere ressourcer, længere indsatstider og større koordinering. Brande i store oplag, højhuse, solcelleanlæg og PtX-faciliteter kan vare i dagevis og trække på flere redningsberedskaber samtidigt. Det stiller krav til beredskabets samlede kapacitet, logistik og ledelse. I dag er mange lokale beredskaber dimensioneret efter historiske normer, hvilket betyder, at kapaciteten ofte er utilstrækkelig ved komplekse hændelser. For at sikre hurtig og effektiv respons bør kapaciteten planlægges i regionale eller nationale netværk, hvor specialmateriel og ekspertise kan deles. Samtidig skal beredskaberne kunne skalere indsatsen hurtigt, opretholde forsyningssikkerhed og udskifte mandskab ved langvarige indsatser. Dette kræver både organisatorisk fleksibilitet, investering i materiel og udvikling af standarder for tværkommunalt samarbejde. Kapacitet handler ikke kun om antal køretøjer, men om evnen til at opretholde en bæredygtig indsats over tid – både menneskeligt, økonomisk og teknisk.

1. Beredskabets forudsætninger

Beredskabernes forudsætninger er i nogen grad ens, men der er også forskellige forudsætninger fra redningsberedskab til redningsberedskab. Forudsætningerne har naturligvis betydning for i hvilken grad det enkelte redningsberedskab kan imødekomme udfordringerne fra samfundsudviklingen og kan blive påvirket af denne. Nedenfor beskrives fem af disse forudsætninger.

1.1 Uddannelse, kompetence og niveauer

Redningsberedskabets mandskab har på hvert sit niveau ganske korte uddannelsesforløb bag sig. Brandfolkenes kompetencer baserer sig på få kursustimer, holdleders kompetencer øges med fem ugers kursus i basale og simple scenarier, og indsatsleders kompetencer baserer sig på syv ugers kursus. Dertil kommer naturligvis eventuel lokal uddannelse hos det enkelte redningsberedskab, hvilket dog ikke er et formelt krav for at varetage en funktion. Det er således begrænset, hvilket formelt kompetenceniveau og uddannelse redningspersonalet har.

Vedligeholdelsen af kompetencer og at følge med samfundsudviklingen baserer sig på et antal årlige vedligeholdelsesøvelser, hvor alle redningsberedskabets opgaver skal vedligeholdes.

Derfor er vurderingen, at der nok allerede i dag mange steder er en kløft mellem det aktuelle kompetenceniveau, og det forventede og nødvendige niveau for udførelse af en effektiv indsats.

Hvem er uddannet til at gennemskue og læse en moderne bygning? Hvordan identificeres et byggeri af bæredygtige byggematerialer? Kan alle konstatere en thermal runaway i et litium-ionbatteri? Uddannelse vil altid være en faktor, når de øvrige fire faktorer berøres. Fundamentet i redningsberedskabets håndtering af en hændelse baserer sig på kompetencerne og opdateret viden.

1.2 Materiel og særligt udstyr

Redningsberedskabets materiel bygger grundlæggende på det, som har været kendt i redningsberedskabet fra tidligere detaillovgivning og dimensioneringsregler. Det er i dag de lokale risici, der fastsætter kravene til hvilket og hvor meget udstyr, det enkelte redningsberedskab skal være i besiddelse af.

Samfundsudviklingen kan medføre behov for nyt udstyr og materiel. Eksempler herpå kan være højere stiger, større vandkapacitet, f.eks. i form af vandkanoner, længere slanger, større ventilatorer, selvkørende robotter, særlige åbningsanordninger, penetrerende spyd etc. Effektiv anvendelse af nyt materiel kræver, at den tilhørende taktik også teknikudvikles i takt

med materiellet, og samtidig at det nødvendige kompetence- og uddannelseskrav også følger med. Alle disse forudsætninger er gældende så længe materiellet er til rådighed.

Fremføring af materiel til skadestedet sker naturligvis på redningsberedskabets biler. Mere og alsidigt materiel betyder, at der kommer til at mangle plads til placering af udstyret på de eksisterende køretøjer. Dette stiller krav til antal køretøjer, som afgår til et skadested, og hvis antallet af køretøjer ikke øges, så skal lasteevne, motorkraft mv. ændres, så responstiderne kan fastholdes.

1.3 Taktik og teknik

Redningsberedskabets taktik baserer sig ofte på nogle valgte slukningsteknikker, som iværksættes, når branden foregår i et rum. Der findes f.eks. ikke en national uddannelse i taktik og teknik for brand i konstruktioners hulrum, facader og andet.

Grundlæggende beskæftiger man sig heller ikke med taktik og teknik for indsats i bygninger af øget kompleksitet (f.eks. højhuse eller parkeringskældre).

Som beskrevet ovenfor kræver udviklingen i bygningsmassen og det nødvendige nyanskaffede materiel, at også indsatstaktikker udvikles. Kun hvis dette sker, kan der fortsat laves effektive indsatser. Udvikling af indsatstaktikker er ikke organiseret nationalt, og derfor må udviklingen ske lokalt og hos det enkelte redningsberedskab. Dette skaber en unødvendig risiko for utilstrækkelige taktikker.

1.4 Arbejdsmiljø og sikkerhed

Det er arbejdsgiverens ansvar at tilrettelægge arbejdet, så det kan udføres sikkerhedsmæssigt fuldt forsvarligt. Mange forskellige forhold har betydning for redningspersonellets arbejdsmiljø under indsats. Det har bl.a. betydning for det fysiske arbejdsmiljø hvor stort et skadested er, om der skal arbejdes i højden, om der skal arbejdes i en kompleks bygning som fx et højhus, om der skal medbringes meget eller lidt materiel.

Et øget antal sikkerhedsdøre medfører f.eks., at der som standard bør medbringes dørforceringsudstyr, herunder skæreskive, hydraulisk drevet værktøj mv. Det påvirker den samlede vægt af udstyr, der skal medbringes. Omfanget og arten af udstyr, der kan medbringes, har betydning for hvilken taktik, der kan anvendes. Jo mere udstyr, jo flere folk skal der bruges for at fremføre udstyret, alternativt skal der bruges tekniske hjælpemidler, som skal kunne medbringes på brandkøretøjet og betjenes af mandskabet. Betjening af udstyret kræver de nødvendige uddannelser og kompetencer, hvilket igen påvirker taktik og kapacitet. Hvis det udstyr som røgdykkerne skal medbringe til brand på 10. sal er så tungt, at der skal bruges tre brandfolk til at bære, så vil der være færre brandfolk til andre opgaver, eller der skal indsættes betydelig flere brandfolk.

Tilrettelæggelse af indsatsen stiller større og større krav til de løbende risikovurderinger, som indsatsledelsen skal lave. Risikovurderingerne skal oftere laves på et andet grundlag end kendte og velafprøvede løsninger, idet f.eks. bygningsmassen og de anvendte byggematerialer er under konstant udvikling. Både indsatsledelsen og det indsatte mandskab skal også have forståelse for dynamiske hændelser.

I risikovurderingen skal også indgå, at såvel flere teknisk baserede passive som aktive brandsikringsinstallationer kan svigte. Risikovurderingen skal således både indeholde en risiko for, at installationerne svigter, men i særlig grad en vurdering af konsekvenserne ved, at installationerne svigter. Svigt kan f.eks. betyde, at der er betydeligt varmere miljø i et brandramt område, hvis f.eks. vandsprinklingssystemet svigter. Svigt af f.eks. automatiske branddøre kan også betyde, at røggasser spreder sig uhensigtsmæssigt, og medfører risiko for brandspredning i områder, hvor man ikke forventer dette.

1.5 Kapacitet og varighed

Ved større scenarier og ved scenarier med mere komplekse bygninger, vil der være flere opgaver, der skal løses, og at de skal og løses samtidigt. Det kræver et større ressourcetræk på mandskabet, og samtidig vil opgaverne ofte kræve specialmateriel på grund af deres mere komplekse karakter.

Specialmateriel kan placeres centralt på enkelte stationer, eller fordeles ud på mange stationer. Hvis alle stationer i et redningsberedskab skal have alt specialmateriel, koster det rigtig mange penge, og det kan være svært at opretholde mandskabets kompetencer, med mindre der er afsat meget tid til øvelse og vedligeholdelsesuddannelse. Modsætningsvist vil specialmateriel kun på en enkelt udvalgt station skabe en potentielt større responstid. Af disse grunde har flere redningsberedskaber spredt specialer ud på flere udvalgte stationer. Det betyder, at der ved komplekse indsatser sker et samlet set større træk af det enkelte redningsberedskabs ressourcer. Et større træk på ressourcerne øger kravet til redningsberedskabets kapacitet, da flere enheder og dermed mere mandskab skal indsættes.

Det ovenfor beskrevne om komplekse indsatser og arbejdsmiljø vil ofte også kræve større kapacitet. Når der f.eks. skal indsættes røgdykkere i miljøer med stor brandbelastning eller høje temperaturer, så kan dette medføre behov for sikringshold. Betjening af brandtekniske installationer kræver også ekstra mandskab. Det kan f.eks. være betjening af brandmandselevator eller brandmandscentral. Det ekstra mandskab kan både være brandfolk og folk fra indsatsledelsen.

2. Tematikker - samfundsudvikling

De tematikker, som beskrives i de nedenstående afsnit kan overordnet set organiseres under to hovedoverskrifter, nemlig:

- Grøn omstilling,
- Byggeriet

Tematikkerne er udvalgt ud fra hvilke samfundsforhold og hvilken samfundsudvikling, som har størst påvirkning af de kommunale redningsberedskabers dimensionering og forsvarlige indsatsforhold, og som samtidig er umiddelbart styrbare ved regulering, lovgivning og planlægning.

2.1 Grøn omstilling

2.1.1 Solceller

Baggrund og udvikling

Den grønne omstilling og målsætningen om reduktion af CO₂-udledningen har medført en markant stigning i antallet af solcelleanlæg i Danmark. I 2012 udgjorde solenergi blot 0,4% af den samlede danske elproduktion. I 2022 var andelen steget til 6%, og i 2023 nåede den op på 9,3%¹

I redningsberedskabet kategoriseres solcelleanlæg typisk i følgende fem grupper, hvoraf særligt de tre sidstnævnte udgør betydelige beredskabsmæssige udfordringer:

- Solcelleparker i åbent land
- Solcelleanlæg på private boliger
- Solcelleanlæg på erhvervs- og offentlige bygninger – ofte kombineret med batterilagringssystemer (BESS)
- Solcelleanlæg på højhuse
- Solcelleanlæg på højrisikoobjekter f.eks. hospitaler, plejehjem, samfundskritiske forsyning mv.

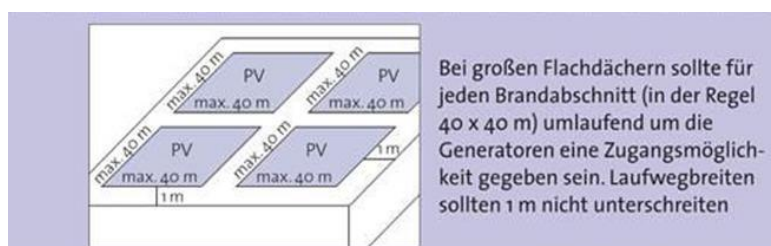
Ud over nybyggerier i de nævnte kategorier, bliver der også eftermonteret anlæg. Eksempelvis hos større virksomheder, der etablerer solcelleanlæg på den eksisterende bygningsmasse.

Bygningens oprindelige brandstrategi tager ofte ikke højde for ændringen i konstruktionen, adgang til tag mv. og det ses i reviderede brandstrategier, at der ikke nødvendigvis planlægges

¹ [Flest solceller i Jylland - Danmarks Statistik \(dst.dk\)](#)

for behovet for brandslukning på taget. Derved er der risiko for, at brandslukning ikke bliver effektiv og skal ske fra terræn, bl.a. på grund af risiko for tagkonstruktionens kollaps.

Særligt på større tagflader tages der ofte udgangspunkt i tyske anbefalinger i BSW et. al. 1329, 2011, hvor der anbefales opdeling i felter på maksimalt 40 x 40 m. – se princip herunder.



Forskning og dokumenterede hændelser viser, at brande kan udvikle sig hurtigt og voldsomt under solpaneler – selv når bygningen overholder gældende brandsikkerhedsstandarder. Da solpaneler imidlertid ikke juridisk betragtes som en integreret del af bygningen, men i stedet som løsøre, er solceller på nuværende tidspunkt ikke omfattet af eksisterende lovgivning om byggeri og brandsikkerhed.

Et studie fra Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) viser, at solpaneler installeret på bygninger øger risikoen for og hastigheden af brandspredning over tage og facader². Undersøgelsen konkluderer, at risikoen for brandspredning kan reduceres betydeligt ved at øge afstanden mellem solpanelerne og tagfladen. I bygninger med let trækonstruktion er der desuden høj risiko for hurtigt tagkollaps, hvis branden når tagkonstruktionen.

Civilingeniør Jens Steemann Kristensen har i sin ph.d.-afhandling fra University of Edinburgh dokumenteret, at installationsmetoden af solcellepaneler på flade tage kan føre til omfattende tagbrande, som er vanskelige at bekæmpe og kan medføre store økonomiske skader. Specifikt påviser han, at hulrummet mellem tagkonstruktionen og solcellepanelerne kan fungere som et "semi-enclosure", hvor varme og flammer kan spredes horisontalt under panelerne. Dette kan føre til en accelereret brandudvikling og gøre det vanskeligt for brandvæsenet at bekæmpe ilden effektivt. Kristensen har gennemført omfattende eksperimentelle analyser for at forstå branddynamikken i disse semi-lukkede rum, og hans forskning har bidraget til en øget forståelse af brandrisici ved solcelleinstallationer på flade tage³.

² [Brannsikkerhet i bygg med solcelleanlegg \(ntnu.no\)](https://www.ntnu.no)

³ [Jens STEEMANN KRISTENSEN | Doctor of Philosophy | Research profile \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net)

Arbejds miljø og sikkerhed

Tagbaserede solcelleanlæg afstedkommer flere operative og arbejdsmiljømæssige udfordringer for redningsberedskaberne. Udover kompleksiteten i slukningen, indebærer indsatsen elektriske risici, arbejde i højden samt ofte utilstrækkelige eller ikke-integrerede adgangsforhold. Særligt i forbindelse med solcelleanlæg monteret på tage af højhuse, komplekse industribygninger og højlagre, medfører de vanskelige adgangsforhold en øget operationel kompleksitet for slukningsarbejdet.



Verdens største tagplacerede solcelleanlæg på logistikvirksomhed ved Horsens

- Visualisering: AT7 – [Dagens Byggeri](#)

Taktik og teknik

Indsats ved brand i bygninger med solcelleanlæg på tag, især store industribygninger, rummer en række særlige udfordringer for det indsatte mandskab. Disse udfordringer knytter sig både til sikkerheden for indsatsmandskabet, og til de tekniske samt taktiske muligheder for brandbekæmpelse og afgrænsning af skader.

Store tagflader med tætliggende paneler giver begrænsede adgangs- og indsatsmuligheder på tagfladen, hvilket komplicerer indsatsen væsentligt.

Den tekniske kompleksitet og de operationelle forhold nødvendiggør en grundig vurdering af sikkerhed, tilgængelighed og effektive slukningsmetoder.

Taktisk set er begrænsning og brandbekæmpelse vanskeliggjort af, at brandspredning kan ske under og omkring solcellepaneler, og konstruktionen gør det vanskeligt at identificere brandudbredelsen. Brand kan således udvikle sig skjult under panelerne og forårsage brandspredning til tagkonstruktionen.

Muligheden for håndtering af konstruktionsbrand i tagkonstruktionen er begrænset pga. risiko for elektrisk kontakt, stor brandbelastning i tagkonstruktionen samt begrænset adgang til såvel tag som konstruktion.

Disse forhold nødvendiggør detaljeret objektspecifik indsatsplanlægning og træning.

Uddannelse og kompetence

I arkitekturen ses desuden en stigende grad af integrerede solceller direkte i tag- og facadematerialer, hvilket gør dem til en del af bygningens konstruktion, som også er et væsentligt element i indsatsforholdene.

Solcellernes udbredelse og udvikling stiller skærpede krav til de kommunale redningsberedskabers kompetencer, materiel og køretøjer. Der er et øget behov for opkvalificering, så mandskabet opnår en dybere forståelse af bygningskonstruktioner samt indgående kendskab til solcelleanlæggenes opbygning og tilknyttede risici. Uddannelse på alle niveauer med udgangspunkt i temahæfter, vejledninger og operationsprocedurer er derfor helt nødvendigt.

Solcelleanlæggenes godkendelse og sikkerhedsvejledninger indledes typisk med en forudsætning om intakt tilstand. Denne forudsætning er ofte ikke til stede ved indsats, hvorfor der netop stilles større krav til uddannelse og sikkerhedsforanstaltninger.

Kapacitet og ressourcer

Risikoen for hurtig brandspredning og kompleksiteten i indsatsen stiller yderligere krav til forventet responstid, mandskabsstyrke, specialmateriel og materielkapacitet ved denne type hændelser.

På såvel mandskabs- som ledelsesniveau forventes et betydeligt ressourcetræk ved hændelser med brand i solcelleanlæg på tag af højhuse, komplekse industribygninger og højlagre mv.

Med fortsat teknologisk innovation, faldende anlægsomkostninger, indførte EU-krav og politisk opbakning til vedvarende energiformer, forventes solenergi at få en endnu mere central rolle i Danmarks fremtidige energiforsyning.

Perspektivering

Den hastige udbredelse af solcelleanlæg i Danmark – særligt på erhvervsbygninger og højhuse – medfører væsentlige beredskabsmæssige udfordringer, der kalder på en strategisk

opgradering af redningsberedskabets samlede kapacitet og kompetencer. Erfaringer og forskning peger entydigt på, at solcelleanlæg, især dem monteret på tage med hulrum under panelerne, kan accelerere brandudviklingen og gøre brandslukning væsentligt mere kompleks og risikobetonet.

For at imødegå disse udfordringer, er der behov for en målrettet indsats på flere områder. Det omfatter systematisk opkvalificering og specialuddannelse af mandskab, investering i udstyr og køretøjer tilpasset eksempelvis brande i solcelleanlæg på tag i højhuse, komplekse industribygninger og højlagre, samt udvikling af indsats- og sikkerhedsprocedurer, der tager højde for de særlige risici ved solcelleinstallationer.

EU's reviderede Bygningsdirektiv (EPBD), direktiv (EU) 2024/1275⁴, trådte i kraft den 28. maj 2024 og har til formål at fremme energieffektivitet og anvendelse af vedvarende energikilder i bygninger. Et centralt element i direktivet er kravet om integration af solenergi i bygninger, hvor det er teknisk og økonomisk muligt. Selvom direktivet allerede er trådt i kraft på EU-niveau, skal det implementeres i dansk lovgivning for at få retsvirkning i Danmark.

Implementeringen forventes at ske gennem ændringer i bygningsreglementet og anden relevant lovgivning. Det er endnu ikke fastlagt præcist hvornår og hvordan dette vil ske.

I den forbindelse er der et udtalt behov for et styrket samarbejde med bygningsmyndigheder om adgangsforhold og brandsikring, samt et behov for, at lovgivningen revideres, så solcelleanlæg i højere grad omfattes af krav til brandsikkerhed, som tilgodeser redningsberedskabets indsatsmulighed.

Den tekniske kompleksitet og de særlige brandmæssige risici forbundet med solcelleanlæg stiller således nye og større krav til redningsberedskabets organisering, viden og materiel.

2.1.2 Batterianlæg (BESS)

Antallet af batterianlæg (BESS: Battery Energy Storage Systems) vokser kraftigt i Danmark. Den grønne omstilling, virksomheder der opruster sig mod strømsvigt, midlertidige strømforsyninger (til festivaler, byggepladser mv.) og udviklingen af nye teknologier medfører, at der kommer flere og flere BESS-anlæg. Anlæggene ses endvidere ved private boliger.

Brande i batterier kan opstå på flere måder (kortslutning, opvarmning, mekanisk påvirkning etc.), og brandudviklingen kan være meget uforudsigelig. De særlige farer vi ser, er ophobning af brændbare gasser med risiko for eksplosion, og brande der ikke kan slukkes på traditionel vis, da batterier ikke kræver ilt for at kunne brænde. Endvidere kan batterianlæg være placeret, hvor en indsats kompliceres f.eks. i kælderniveau eller på tage, eller på

⁴ [Direktiv - EU - 2024/1275 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

risikoobjekter. Dette kan medføre langvarige indsatser med timelange evakueringer af bygninger, hård belastning af mandskab og risiko for store følgeskader.

Der er i Danmark ingen specifik lovgivning, der regulerer de ovennævnte særlige brandrisici, som et batterianlæg medfører. Beredskabsstyrelsen har i 2023 udarbejdet "Vejledning om brandsikring af større oplag af litiumbatterier samt BESS". Vejledningens primære fokus er mulighederne for at brandsikre BESS-anlæg ved redningsberedskabernes og kommunernes sagsbehandling forud for etablering af disse BESS-anlæg.

I vejledningen er blandt andet beskrevet hvilke batterianlæg, der er reguleret af henholdsvis byggelovgivningen og Beredskabsloven. Vejledningen angiver, at oplag af batterier i det fri eller midlertidigt i containere ikke er reguleret. Disse anlæg vurderes dog ikke at udgøre en stor risiko ifølge vejledningen. Dog skal oplag og opstilling af batterier, som påvirker omkringliggende byggeris brandmæssige forudsætninger af bygningsmyndigheden behandles efter byggelovgivningen.

BESS-anlæg kan indrettes både med detekteringsmuligheder, anordninger for eksplosionsaflastning, samt slukningsmuligheder via stigrørslignende installationer, med tilslutningsmuligheder på afstand af selve BESS-anlægget.

Vejledningen rummer ikke mindre BESS-anlæg, særligt i private boliger med solceller. Disse BESS-anlæg er der ingen fortegnelser over, og det vil således først være under indsatsen, at disse anlæg erkendes, og indsatsen overfor BESS-anlæggene tilrettelægges derefter.

Indsatsen med brand i og ved BESS vil kompliceres af, at der kan blive behov for større vandmængder end forudsat, og der vil også være behov for specielle slukningsværktøjer for at få slukket branden inde i batterimodulerne. Ved planlægning og udførelse af indsatsen skal der også tages højde for risiko for spredning af særlig brandfarlig røg til f.eks. ikke brandramte dele af en bolig.



Foto:www.renewableenergyworld.com

2.1.3 Brande i mindre lithiumionbatterier

Den hurtige teknologiske udvikling, og den stigende efterspørgsel efter elektroniske enheder, har ført til en markant stigning i brugen af lithiumionbatterier i mange sektorer. Disse batterier findes i mange apparater, fx smartphones, laptops, elcykler, løbehjul, elektriske værktøjer, robotstøvsugere og mange andre. Denne udvikling med lithiumionbatterier gør hverdagen mere energifyldt og mobil, men medfører også en ny form for brandrisiko, som udfordrer samfund og beredskab.

Aktuel udvikling og statistikker

I Danmark er antallet af brande relateret til batterier steget med over 330 % siden 2018⁵, hvilket understreger behovet for øget fokus på forebyggelse og sikkerhed. I New York rapporteres der om en dramatisk stigning i antallet af brande i batterier til elcykler, med 268 brande i 2023, 18 dødsfald og 150 tilskadekomne. Denne udvikling skyldes flere faktorer, herunder:

Ikke-certificerede batterier: Mange billige eller kopierede varer, ofte importeret uden ordentlig regulering, kan have dårlig kvalitet og manglende sikkerhedskonstruktion.

Gør-det-selv projekter: Reparation og udskiftning af celler eller BMS (Battery Management System) udført uden tilstrækkelig kompetence kan øge risikoen for kortslutning og brand.

Dårlig opladningskultur: Mange oplader batterier på uhensigtsmæssige steder, såsom sofaer, senge eller i garderoben, hvilket forværrer risikoen for brand ved fejl eller overopladning.

Manglende regulering ved import: Ureguleret import og salg af batteripakker uden sikkerhedscertifikater øger risikoen for fejlbehæftede produkter.



⁵ [Batterier i mobiler, elcykler og løbehjul brænder som aldrig før | Ingeniøren](#)

Ny viden og tendenser i forhold til batteribrande

Forskning og rapporter fra bl.a. Beredskabsstyrelsen og andre nationale sikkerhedsmyndigheder viser, at lithiumion batteribrande ofte kan være vanskelige at slukke, da de kan genantænde, selv efter de er slukket^[1]. Batterierne kan udløse voldsom varmeudvikling, eksplosioner og giftige røggasser, hvilket kræver specialuddannelse af brandvæsnetts mandskab.

Der er også en stigende opmærksomhed på batterihåndtering i private hjem og på arbejdspladser, hvor mange mennesker ikke er klar over de risici, der er forbundet med opladning af små batteripakker. En rapport fra Sikkerhedsstyrelsen viser, at:⁶

- 50 % af danskerne bruger uoriginale opladere.
- 47 % har brugt beskadigede opladere.
- 51 % oplader på steder, hvor der er risiko for brand, såsom senge eller sofaer.
- 46 % har oplevet, at batteriet blev varmt under opladning.
- 61 % oplader om natten, hvor risikoen for uopdaget brand kan være større, men næsten halvdelen tænker ikke over, om de oplader nær en røgalarm.

Udfordringer ved indsatser med forekomst af mindre lithiumionbatterier

Når en mindre lithiumion batteripakke går i brand, kan der opstå en såkaldt thermal runaway, hvor en enkelt funktionsfejl udløser en ukontrolleret energiudladning. Dette kan føre til en voldsom varmeudvikling, produktion af brandfarlige røggasser og i nogle tilfælde eksplosioner. Selv når branden tilsyneladende er slukket ved redningsberedskabets ankomst, kan de resterende ikke udbrændte celler stadig udgøre en brandrisiko. Derfor kræver håndteringen af disse hændelser ikke blot en traditionel brandbekæmpelse, men også specialiserede procedurer for sikkert at håndtere de resterende battericeller og forhindre genantændelse.

Gør-det-selv projekter udgør en særlig risiko, da mange ikke har den nødvendige kompetence til at håndtere celler og BMS (battery management system) korrekt. Forkert installation eller brug af uoriginale dele kan føre til kortslutning, overopladning og brand.

Her er det nødvendigt, at brandfolk samt hold- og indsatsledere får løbende efteruddannelse, som indarbejder ny viden om batterikemi, avancerede slukningsmetoder og sikkerhedsprincipper ved håndtering af både brand og genantændelsesrisiko.

^[1] [indsats-ved-brand-i-el-og-hybridbiler \(brs.dk\)](https://brandogsikring.dk/files/Pdf/FogU/BESAFE/BESAFE-short%20paper.pdf)

<https://brandogsikring.dk/files/Pdf/FogU/BESAFE/BESAFE-short%20paper.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=7skG6vyk0VM>

Der skal mere fokus på batteriekspllosioner (brandogsikring.dk)

⁶ [Undgå et batteri med flammer i | Sikkerhedsstyrelsen](#)

Foreslåede forebyggende tiltag overfor mindre lithiumionbatterier

For at reducere risikoen for batteribrande anbefales:

Øgede forebyggende informationskampagner med de gode råd til sikker opladning, herunder brug af certificerede produkter, korrekt opladningssted og overvågning under opladning.

Bedre regulering og certificering: For import, salg og brug af batterier, især i DIY-markedet.

Fokus på opladningskultur: På arbejdspladser, institutioner og private hjem, hvor mange ladere bruges uansvarligt.

Uddannelse af de kommunale redningsberedskabers mandskab: Så de bedre kan håndtere batteribrande, herunder genantændelse, samt følgevirkninger heraf.



Eksempel på opladningskultur af mindre batterier

Konklusion

Med den fortsatte vækst i batteribranchen og den øgede anvendelse i dagligdagen, er det nødvendigt med en integreret indsats på tværs af myndigheder, industri og borgere for at forbedre sikkerheden. Forebyggelse gennem information, regulering, uddannelse og teknologisk innovation er afgørende for at minimere brandrisikoen og de alvorlige konsekvenser, som batteribrande kan have.

2.1.4 Brande og ulykker med batteridrevne biler

Den danske bilpark gennemgår en markant grøn omstilling, hvor elbiler udgør en stigende andel af køretøjerne på vejene. Ifølge prognoser forventes 90 % af alle nyregistrerede biler i Danmark i 2030 at være eldrevne – en betydelig stigning sammenlignet med tidligere fremskrivninger, hvor forventningen for et år siden ville være ca. to tredjedele⁷.

⁷ [Klimaraadet_statusrapport.pdf](#)

Denne udvikling skaber ikke kun klimafordele, men stiller også redningsberedskaberne over for nye, komplekse udfordringer. Både ved håndtering af brande og ved trafikuheld kræves modernisering af indsatsstrategier, som kan imødekomme de risici, der grundlæggende adskiller sig fra de fossildrevne køretøjer.

Risikoscenarier

En af de mest kritiske risikofaktorer ved elbiler er processen omkring opladning. I modsætning til traditionel tankning af brændstof, spredes energitilførsel nu til private hjem, parkeringskældre, færger og offentlige ladepunkter. Dette decentraliserede infrastrukturnetværk øger den samlede eksponering for potentielle fejl eller kortslutninger, som kan udløse batteribrande. Lithiumionbatterier frigiver ekstremt meget termisk energi under en thermal runaway, en kædereaktion, der kan vare i mange timer, nogle gange i dage, og det kræver store mængder kølevand. Testprojektet DESUCA understregede yderligere, at indespærrede røggasser fra disse brande kan lede til eksplosionsfare, hvilket kræver omhyggelig ventilation og adgangskontrol under indsatser⁸.



Teknologisk hastighed vs. redningsberedskabets kapacitet ved el-biler

Elbilteknologien udvikler sig hurtigt, hvilket betyder, at redningsberedskaberne løbende skal tilpasse værktøjer og taktikker. Traditionelle metoder til frigørelse i biler med hydrauliske redningsværktøjer kan være farlige, hvis højspændingskabler (400–800 V) er beskadiget. Defensive brandbekæmpelsesmetoder, f.eks. ved brug af spulebomme eller strålerør til at nedkøle batterier udefra, kræver ikke kun specialudstyr, men også koordinering af vandforsyning over lang tid – en logistisk udfordring ved større brande. Vælger man en offensiv tilgang med penetrerende værktøjer, vil det stille krav til indsatsmandskabets viden og

⁸ <https://brandogsikring.dk/nyhed/2023/system-til-slukning-af-elbilbrande-i-p-huse-viser-lovende-resultater/>
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:9217c503-1acd-4c81-84cc-dcab1aeefece2/white-paper-fire-safety-in-parking-garages-with-electric-vehicle.pdf>

færdigheder. Derudover kan der være behov for at flytte en brandskadet elbil til et karantæneområde for at undgå genantændelse. Dette kan kræve samarbejde på tværs af de kommunale redningsberedskaber, da ikke alle har adgang til værktøjerne og dedikerede karantænefaciliteter.

Remote og robotteknologi

Flere redningsberedskaber introducerer i stigende grad fjernstyrede brandslukningsrobotter, som gør det muligt at tackle branden i elbilbatterier på afstand. Ved at anvende termiske kameraer til at identificere hotspots og fjernstyret udstyr til at levere slukkemidler, kan man reducere risikoen for mandskabsskader. For at kunne bruge denne slags udstyr, skal der trænes taktik med mandskabet, som betjener udstyret.

Samtidig tyder analyser fra blandt andet FDM på, at elbiler, selvom de udgør en lavere risiko for at antænde, kræver en langt mere nuanceret og specialiseret indsats, hvis en brand først udvikler sig⁹. Dette er med til at understrege, hvor vigtigt det er med løbende efteruddannelse og investering i nyt materiel.

Sikkerhed og frigørelse

Ved trafikuheld introducerer elbiler usete farer. Beskadigede batteripakker kan udsende giftige kemikalier eller opretholde latent spænding, selv efter afbrydelse af strømmen. Kabler med 1000v højspænding løber gennem chassis og karrosseri, hvilket kræver, at redningspersonale anvender isolerende gummimåtter og isolerede værktøjer for at undgå elektrisk stød. Disse forholdsregler forlænger redningsindsatsen og understreger behovet for hyppig genopfriskning af procedurer – især når nye bilmodeller med anderledes batteriopbygning eller ladningssystemer introduceres.

Arbejds miljø og uddannelsespres

Den grønne omstilling skaber et paradoks. Selvom antallet af brande i fossile biler forventes at falde, stiger kompleksiteten af de tilbageværende opgaver. De kommunale redningsberedskaber skal nu forstå batterikemi, genkende forskellige bilmodellers mangeartede sikkerhedssystemer og mestre taktikker, der balancerer effektivitet med forøget risiko. Dette kræver kontinuerlig efteruddannelse og træning i virkelighedstro miljøer. Samtidig påvirker dette (tid, personale, udstyr) redningsberedskabernes budgetter og kapacitetsplanlægning.

Fremtidsperspektiver og udvikling

Med den grønne omstilling i fuld gang og den hastige teknologiske udvikling er det klart, at tætte samarbejder på tværs af myndigheder, producenter og forskningsinstitutioner vil være

⁹ [Elbiler antænder mere frygt end ild | FDM](#)

afgørende. Udviklingen af nye batterityper, som f.eks. faststofbatterier, kan på sigt reducere nogle af de risici, der er forbundet med thermal runaway. Imidlertid vil de nye teknologier også skabe andre udfordringer, og derfor skal redningsmandskabet konstant være opdateret på de nyeste trends og værktøjer.

I en fremtid, hvor elbiler dominerer trafikken, vil udbygningen af de kommunale redningsberedskabers kompetencer og kapacitet spille en central rolle. Det kan være nødvendigt at investere i dedikerede redningsenheder og etablere standarder, der sikrer, at redningsindsatsen forbliver effektiv og sikker, både for mandskabet og for den omgivende infrastruktur.

2.1.5 Alternative transportmidler

Fremgang i elektriske tunge køretøjer og færger

Ifølge regeringens seneste prognoser forventes elektriske lastbiler at opleve en markant vækst i de kommende år – fra kun 16% af solgte lastbiler i dag til hele 75% i 2030, hvilket endda repræsenterer en stigning fra tidligere skøn på 64%¹⁰.

Ud over lastbiler ses en markant udvikling i den elektrificerede kollektive transport. I dag udgør elektrificerede bybusser over en tredjedel af de cirka 3.200 busser, og togdriften på lokalbanerne foretages i stigende grad med batteridrevne passagertog. Desuden er færgedriften ved at omlægge til batteridrift, hvilket kan bidrage til at reducere miljøpåvirkningen fra den maritime sektor. Også store og små gaffeltrucks, kraner samt entreprenørmaskiner kan i dag købes med eldrevne teknologi. Sidstnævnte kombineres med mobile BESS-anlæg, som opstilles på byggepladserne til opladning af entreprenørmaskinerne. Se mere herom nedenfor.

¹⁰ [KEF Bilag 234 KF25 \(ft.dk\)](#)

Udfordringer ved brand i store batteridrevne køretøjer

Brand i elektrisk tunge køretøjer er særligt problematisk i forhold til de mindre og traditionelle elbiler. Større batteripakker med en højere energitæthed kan resultere i mere voldsom thermal runaway, hvor branden vedligeholdes eller antændes igen, selv efter indledende slukningsforsøg. Den øgede energimængde medfører, at brande i disse køretøjer ofte spredes hurtigere og kræver længere indsats for at nedkøle hele systemet. Desuden komplicerer placering af batteripakker i eksempelvis lastbilkonstruktioner (chassisramme) eller busser, adgangen for brandmandskabet, hvilket stiller særlige krav til både udstyr og procedurer.

Indsatserfaring viser, at det kan tage op til otte timer at afvikle sådan en indsats.



Mobile BESS-anlæg og manglende regulering

En ny udvikling er integrationen af Mobile Battery Energy Storage Systems (BESS) i busser og lastbiler. Disse mobile energilagre kan parkeres og fungere strategisk i samfundet, hvor de tilbyder en fleksibel og decentraliseret energiforsyning – en teknologi, der kan være med til at virke som nødforsyning i særlige situationer. På trods af de store fordele er der i dag ingen omfattende regulering på området, hvilket gør det udfordrende for de kommunale beredskaber, der skal forholde sig til en uforudsigelig placering og adfærd ved en brand i en mobil BESS-enhed.

Specielle udfordringer ved elfærger

Også elfærger bringer unikke udfordringer med sig. Batterierne kan være placeret enten på dækket eller under, hvilket har direkte betydning for, hvordan en brand kan udvikle sig og

spredtes. De brandfarlige røggasser, der udvikles ved forbrænding af lithiumionbatterier, kan gøre situationen endnu farligere. Hvis en brand opstår, vil færgerne – hvis muligt – søge nærmere havnen, hvor indsatsen overdrages til redningsberedskabet. Erfaringer fra branden i batterierne på M/F Ytterøyningen¹¹ i Norge i oktober 2019 demonstrerer, at sikkerhedsafstande (her nævnt 300 meter) samt mangel på specialiseret viden og udstyr kan medføre lange og ressourcekrævende slukningsindsatser, der strækker sig over flere dage.

I 2023 så vi, at vi i Danmark også kan blive beredskabsmæssigt udfordret. Færgen Ellen fik fejl i én af battericellerne, hvilket resulterede i en overophedning. Det resulterede i en større indsats, hvor samarbejde mellem myndigheder, operatører og redningsberedskaber krævede en tæt koordinering mellem alle aktører. Erfaringerne fra hændelsen med Ellen bør indgå som case-basismateriale i udviklingen af nye træningsscenarier ved batteribrande på elfærger. Desuden bør der gennemføres regelmæssige øvelser, der simulerer komplekse brandforløb i batterirum, så alle involverede parter er fortrolige med de specifikke risici og nødvendige indgreb. Det betyder, at der skal trænes ud fra forståelse af den viden man kan få om BMS (battery management system). Det samme gælder forståelse af de slukningssystemer, der er intrigeret i batterisystemerne på en færge, for at styrkerne kan indsættes optimalt og sikkerhedsmæssigt forsvarligt.

Nye teknologier og fremtidige brændstoffer

Nye teknologier og alternative brændstoffer repræsenterer en afgørende del af den grønne omstilling for trafikken. Få danskere kører fortsat rundt i en brintbil¹², selvom der ikke er nogle tankstationer i drift. Og flere krydstogt- og containerskibe drevet af metanol anløber jævnligt de danske havne. Som kontrast til de positive klima- og miljømæssige gevinster, medfører overgangen til brændstoffer som naturgas, biogas, brint, biodiesel og metanol en del nye udfordringer for det kommunale redningsberedskab.

Sikkerheds- og beredskabsmæssige udfordringer

Alternative brændstoffer udviser ofte andre brand- og eksplosionsegenskaber sammenlignet med konventionelle fossile brændstoffer. For eksempel kan nogle af de nye brændstoffer have lavere flammepunkt og hurtigt udvikle farlige situationer ved lækager, hvilket kræver, at indsatsmandskabet er fortroligt med de specifikke kemiske risici og slukningsteknikker. Denne forandring forudsætter en opdatering af slukningsprocedurerne samt udvikling af specialudstyr. Det stiller desuden krav til, at uddannelsessteder skal have de rigtige faciliteter og kompetencer til at træne i brandbekæmpelse af de nye brændstoffer. Disse forhold findes pt. ikke i Danmark.

¹¹ [Norsk batterifærge eksploderet fredag: Fortsat brandfare om bord | Ingeniøren](#)

¹² Artikel

Konklusion

Samlet set peger fremtidens teknologiske udvikling og de alternative brændstoffer mod en betydelig reduktion af miljøbelastningen fra den tunge trafik. Dog kræver denne positive udvikling en omfattende tilpasning af de kommunale redningsberedskaber. Nøglen til succes ligger i en helhedsorienteret indsats, der kombinerer teknologisk innovation, opdaterede sikkerhedsprocedurer, målrettet uddannelse af indsatsmandskabet samt et tæt samarbejde mellem alle involverede aktører. Der er også behov for, at relevant lovgivning på området bliver tilpasset i takt med den innovation, der sker på området, idet dette også vil understøtte beredskabets indsatsmuligheder. Kun med en sådan koordineret indsats kan vi sikre, at overgangen til alternative brændstoffer både fremmer en bæredygtig fremtid og imødekommer de nødvendige nye teknikker og taktikker for redningsberedskaberne.

2.1.6 PtX-anlæg

Baggrund og udvikling

Power-to-X (PtX), er den teknologi der bruges til at omdanne energi til eksempelvis brint, metanol eller ammoniak.

Ifølge Brintbranchen var der i november 2023 registreret 47 aktive brint- og PtX-projekter i Danmark. Dog gælder det kun for en mindre del af disse, at der er truffet endelige investeringsbeslutninger, eller at der er igangsat drift.

Nedenstående to anlæg er eksempler på anlæg, der allerede er i drift i Danmark, og flere er på vej.



HySynergy i Fredericia – 8 tons brint produktion dagligt



Kassø i Rødekro - 42.000 tons e-metanol årligt

Den grønne udvikling går hurtigere, end lovgivningen på området kan følge med, og den danske lovgivning er derfor på visse områder mangelfuld ift. visse nye grønne teknologier. Området reguleres i dag gennem følgende lovgivning:

Stof	Lovgivning	Bemærkninger
Brint	BEK nr. 1444 af 15/12/2010 tekniske forskrifter for gasser	Da brint har så lille en massefylde, er det dog sjældent, at brintoplag kommer op i en størrelse, hvor de er omfattet af de tekniske forskrifter, uagtet farligheden af gassen. Desuden er brinten ofte under lavt tryk som gør, at brintoplag og produktion ikke vil være omfattet af tekniske forskrifter. Beredskabsstyrelsen er pt. i gang med en revision af tekniske forskrifter for gasser. Det skal dog ikke forventes, at der i den nye version kommer regler for brint. Der kommer muligvis en vejledning omkring oplag af brint.
	Beredskabsloven § 34, stk. 2	Redningsberedskabet kan vælge at stille krav.
	BEK nr. 372 af 25/04/2016 Risikobekendtgørelsen	Tærskelmængde kolonne II: 5 tons Tærskelmængde kolonne III: 50 tons Vil på baggrund af brints lave massefylde stort set aldrig komme i anvendelse.
Ammoniak	BEK nr. 372 af 25/04/2016 Risikobekendtgørelsen	Tærskelmængde kolonne II: 50 tons* Tærskelmængde kolonne III: 200 tons *Ved oplag som ligger mindre end 200 m fra følsom arealanvendelse, er tærskelmængden 5 tons.

Methanol	BEK nr. 372 af 25/04/2016 Risikobekendtgørelsen	Tærskelmængde kolonne II: 500 tons Tærskelmængde kolonne III: 5.000 tons
	BEK nr. 1639 af 06/12/2016 tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker	Oplag, produktion og læssepladser vil være omfattet af tekniske forskrifter. Afhængigt af mængder kan det være Beredskabsstyrelsen, som stiller vilkår til redningsberedskabets tilladelse.

Betydning og risici ved PtX-anlæg og oplag af brint, ammoniak og methanol

Den grønne omstilling frem mod 2050 indebærer væsentligt øgede oplagsmængder af brint, ammoniak og methanol i Danmark. Denne udvikling medfører en markant stigning i risikoen for større og mere komplekse hændelser, hvilket stiller skærpede krav til redningsberedskabets forebyggende og afhjælpende kapaciteter.

Et PtX-anlæg udgør en særlig udfordring grundet komplekse kemiske processer og potentielle konsekvenser ved uheld – herunder eksplosion, kemikalieudslip og arbejdsmiljømæssige risici ved indsats. Hændelser relateret til disse stoffer må forventes at være både tids- og ressourcekrævende, samt kræve specialviden og -kompetencer.

Uheld med brint, ammoniak og methanol kan få store samfundsmæssige konsekvenser både for mennesker og lokalområde. Der er derfor behov for effektive barrierer og forebyggende foranstaltninger. Data fra HIAD 2.0 (Hydrogen Incidents and Accidents Database) viser, at brintrelaterede hændelser ofte skyldes designfejl, manglende lækagedetektion, menneskelige fejl og utilstrækkelige ATEX-foranstaltninger. For ammoniak gælder det tilsvarende, at uheld primært skyldes tekniske svigt, fejl i håndtering og opbevaring, samt mangelfuld ventilation og vedligeholdelse. Det er derfor afgørende, at de kommunale beredskaber besidder de nødvendige kompetencer til at kunne foretage kvalificeret, kompleks sagsbehandling og tilsyn med virksomheder inden for denne sektor. Ligeledes bør der fra kommunernes side i deres lokalplan tages højde for de konsekvenser denne type anlæg kan medføre på lokalsamfund ved denne type anlæg og oplag.

Arbejds miljø og sikkerhed

Håndtering af hændelser på PtX-anlæg og ved oplag af brint, ammoniak og methanol indebærer væsentlige arbejdsmiljø- og sikkerhedsmæssige risici for redningsberedskabet.

Der er særlig risiko for eksponering for brandfarlige, ætsende og giftige stoffer, hvilket stiller krav til brug af kemikaliedragter – med deraf følgende fysisk belastning og begrænset indsatstid.

Herudover udgør et potentielt udslip af brint, der kan blandes med luft, en eksplosionsrisiko for indsatspersonalet.

Nedenstående beskriver kort de særlige risikofaktorer, der ses ved stofferne.

- **Brint:** Ekstremt brandfarligt, usynlig flamme og høj eksplosionsfare. Risiko for uerkendte lækager og pludselige antændelser.
- **Ammoniak:** Ætsende og giftig, både ved indånding og hudkontakt. Kan forårsage varige skader på luftveje og øjne. Dampe er tungere end luft, og kan sprede sig uforudsigeligt.
- **Methanol:** Brandfarlig væske, giftig ved indtagelse og indånding.

De omfattende risikoelementer og hændelsernes atypiske karakter, må forventes at udgøre en relativ stor psykisk belastning for indsatspersonellet.

Taktik og teknik

Indsatserne vil ofte være komplekse, langvarige og kræve særlige kompetencer inden for kemisk risikohåndtering, herunder ATEX-forhold, gasmåling og skumudlægning. Samtidig udgør kemiske reaktioner med eksempelvis vand, begrænset adgang til indsatsområdet grundet sikkerhedszoner, og høj eksplosionsfare, yderligere operative udfordringer. Ofte vil der være behov for at kombinere flere forskellige teknikker og taktikker for at håndtere indsatsen effektivt.

Brint brænder med en væsentlig højere temperatur end andre brandfarlige gasser, hvilket vanskeliggør håndteringen af selve branden, samt øger risikoen for sekundære brande.

Den høje forbrændingstemperatur kombineret med, at anlæggene ofte er konstrueret i stål eller aluminium, gør brandspredning via varmeledning til en reel risiko, hvilket ellers sjældent er tilfældet. Brint er usynlig og lugtfri, hvilket stiller øgede krav til overvågning med gasdetektion samt termisk kamera.

Indsatstaktikken ved brand i brint minder på mange måder om håndteringen af andre brandfarlige gasser, hvor en antændt gas ikke skal forsøges slukket, men hvor der fokuseres på begrænsning til omgivelserne, mens der lukkes for gassen. Denne proces er dog væsentlig mere vanskelig grundet den høje forbrændingstemperatur, hvorfor det må forventes, at der skal anvendes mange ressourcer til både vandforsyning samt evt. køling af omgivelserne, evakuering mv.

Ammoniak har vi i Danmark lidt mere erfaring med at håndtere, men større udslip af ammoniak under tryk vil kræve en meget hurtig kapacitetsopbygning og indsats for at reducere fareområdet, som ellers hurtigt bliver meget stort. Dette gøres f.eks. ved at føre store mængder vand ind i gasskyen tæt på uheldet. Indsatsen vanskeliggøres yderligere af, at der skal anvendes kemikalieindsatsdragter eller ubemandede fjernbetjente systemer.

Miljømæssige forhold skal i høj grad indtænkes i indsatsen, så forurenede slukningsvand eller udslip på virksomheden, ikke spredes til omkringliggende omgivelser og natur.

Uddannelse og kompetence

Der findes meget lidt konkret viden om håndteringen af hændelser på PtX-anlæg i Danmark. Tilgængelig viden er primært hentet fra udlandet.

Da hændelserne ofte vil være komplekse og kræve specialudstyr, samt have større geografisk konsekvens, er det vigtigt at samtænke kompetencerne på alle operative niveauer, herunder både teknisk, taktisk og operationelt niveau. Derudover vil det være afgørende at etablere et tæt samarbejde med de enkelte virksomheder, for at inddrage deres specialistviden i hændelseshåndteringen, hvilket nødvendiggør en særlig indsatsplanlægning. Endelig bør det sikres at kommunerne ift. deres lokalplanlægning er bevidste om de risici der opstår.

Uddannelsesbehovet kan blive udfordret af, at denne type anlæg ofte placeres i landområderne (med enkelte undtagelser), og dermed vil det i langt hovedparten af tilfældene være en deltidsstation, der vil være de første til at respondere på en hændelse.

Der må forventes en anseelig mængde uddannelse for at kunne håndtere hændelser omhandlende PtX-anlæg. Nedenstående skal ses som eksempler på uddannelse, men listen er langt fra fyldestgørende

- Brandmandskabet bør uddannes på et relativt højt niveau inden for håndtering af kemikalieindsatser, ATEX-regler og redningstaktik.
- Vedligeholdelsesuddannelse for operationschefer og indsatsledere med fokus på scenarier, specialmateriel og samspil med samarbejdspartnere (Beredskabsstyrelsen, politi, SUND).
- Alt personel skal have uddannelse i, hvordan de enkelte stoffer reagerer ved eksempelvis brand, og kunne håndtere slukning heraf.
- Alt personel skal have kendskab til indretning af anlægget, brug af slukningsanlæg på anlægget samt, hvilke ressourcer der er til rådighed på anlægget for redningsberedskabet ved en indsats (skumslukningsanlæg, skumvæske, specialister, hjælperøgdykker).

- Anlæggenes kompleksitet øger også kravene hos de personer, som skal forestå den forudgående sagsbehandling. Det gælder både i kommunernes plan- og byggesagsafdelinger, hos rådgiver og hos redningsberedskaberne. Der bør etableres procedurer for at understøtte en ensartet praksis på tværs af aktørerne.

Uddannelsen vil være omfattende og tidskrævende og vil skulle vedligeholdes løbende.

Kapacitet og ressourcer

Ved hændelser på PtX-anlæg vil der være behov for en hurtig kapacitetsopbygning.

Der må forventes at være et stort vandforbrug i forbindelse med hændelser på denne type anlæg, og der bør derfor udarbejdes en særlig vandforsyningsstrategi for det enkelte anlæg. Alternativt kan der i sagsbehandlingen stilles vilkår om etablering af vandforsyning på virksomheden.

Udlægning af skum eller vandtåge i f.eks. en ammoniaksky kan med fordel ske ved brug af ikkebemandet udstyr, da det kan nedsætte påvirkning og risici for det indsatte mandskab.

Indsatserne forventes at være komplekse, omfattende og tidskrævende, og der vil være behov for mange ressourcer til både vandforsyning, ledelse og indsats. Behovet for udskiftning af personel på alle niveauer vil være stort, da påvirkningen på de indsatte personer er større end ved mere sædvanlige indsatser.

Perspektivering

De enkelte PtX-anlæg begynder i stor stil at kombinere produktionen af de forskellige stoffer med både sol, vind og biogas på selve anlægget. Dermed stiger kompleksiteten på det enkelte anlæg betragteligt, da der ingen eller meget få erfaringer er med håndteringen af kombinerede uheld i flere stoffer og/eller energikilder samtidigt.

2.1.7 Større brandfarlige oplag (skrot, træpiller, genbrugsmaterialer, affald)

Baggrund og udvikling

I de senere år, har det kommunale redningsberedskab set et øget antal hændelser af brande i oplag, bl.a. skrotoplag. Oplagene ses etableret i såvel plansiloer, opbygninger, samt i fragtskibe.

Redningsberedskaberne håndterer sagsbehandling og hændelser ifm. oplag af træpiller, flis mm., der tidligere var reguleret af "Bekendtgørelse om visse brandfarlige virksomheder og oplag" (TF-Visse). Denne blev i 2020 erstattet af "Bekendtgørelse om tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer", som redningsberedskaber nu oplever anvendelse og volumen af i praksis, hvor bl.a. oplag af træflis og træpiller ses etableret i væsentlig større volumen end tidligere. Regelsættet indeholder mulighed for at der kan etableres meget store oplag, idet det

lægger til grund, at det alene er de umiddelbart brændbare elementer i oplaget, der indgår i opgørelsen af maksimal mængde brændbart materiale, og ikke oplaget som en helhed.

Hændelsestype

Ved brand i større oplag ses der erfaringsmæssigt ofte, at hændelserne indgår i typen ”større” eller ”ekstraordinære hændelser”, hvor redningsberedskabet belastes med et stort ressourcetræk på såvel personel og materiel, samt med behov for assisterende redningsberedskaber til såvel hændelsen, som til erstatning af dagligt beredskab. Hændelserne har således en længerevarende påvirkning af redningsberedskabets øvrige robusthed under og umiddelbart efter indsatsen.

Udvikling

I takt med den samfundsmæssigt øgede volumen af skrot til genanvendelse, hvoraf akkumulatorenheder og genanvendelse af materialer er en øget og central del af samfundets udvikling, vurderes det, at bl.a. batteriaffald, og ikke frasorterede batterier fra f.eks. skrotbiler, kan være en af årsagerne til det stigende antal hændelser på området.

Tilsvarende udvikling og øget volumen ses også i oplag ved varmegværker eller leverandører inden for træpiller. I Studstrup ved Aarhus er der etableret en silo i omfang op til 55.000 tons. Mindre oplag giver mere effektive og hurtigere slukningsmuligheder, men de nuværende regler muliggør de store oplag.

Udviklingen i hændelserne – både hvad angår hyppighed og omfang – har indflydelse på redningsberedskabernes robusthed, idet hændelserne medfører et stort kapacitetstræk. På samme vis anvendes ofte en stor mængde slukningsvand, som efter gængs praksis tages af drikkevandsressourcer, og medfører et behov for øget fokus på håndtering af slukningsvand ift. miljø. Det øgede vandforbrug kolliderer med vandselskabernes fokus på effektiviserede vandforsyningsstrategier.

Kapacitet, varighed & afledte konsekvenser

Skrotbrand: De kommunale redningsberedskaber har over de senere år haft et antal af de nævnte hændelser med omfattende samfundsmæssig påvirkning.

Brand i metalskrot på fragtskib i Køge i april 2024 medførte en nedlukning af Køge midtby i 6 timer, idet byen var en del af fareområdet.

Redningsberedskabet var aktiveret i 12 timer. Kommunens Kriseledelse blev under hændelsen etableret for håndtering af borgere og institutioner. Da kriseledelseslokationen var beliggende i fareområdet, blev denne håndteret virtuelt.

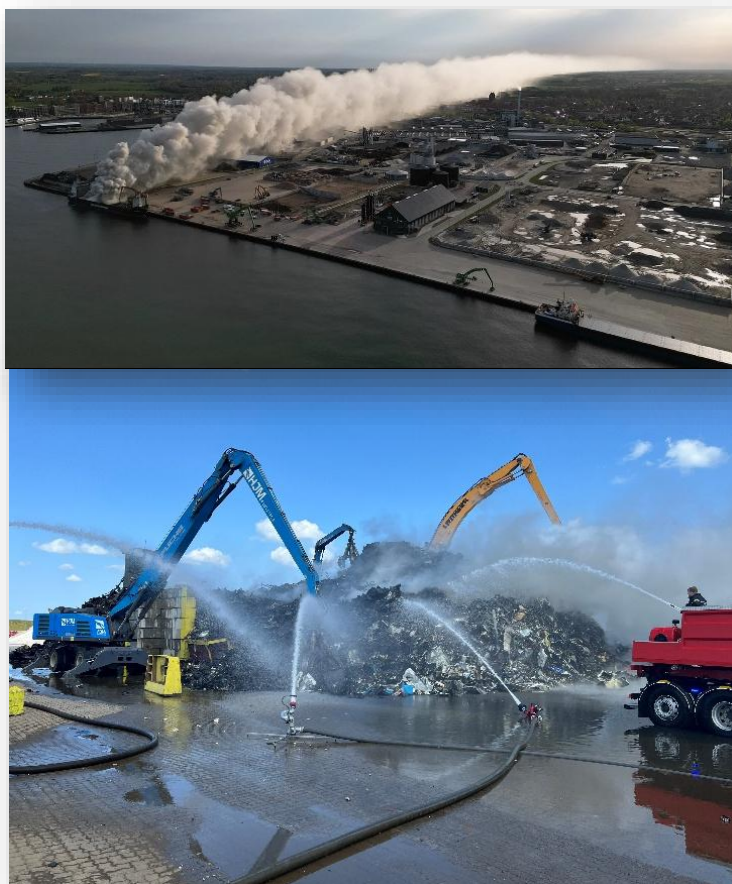
I den forløbne hændelse blev fragtskibstrafikken samt Bornholmstrafikken påvirket.

Hændelsen medførte dermed en omfattende samfundsmæssig belastning.

Som opfølgning på hændelsen kunne man evaluermæssigt tillige konstatere udfordringer med nedlukning af ventilationsanlæg i moderne etagebyggerier. Der er nemlig ikke tilknyttet driftspersonale udenfor almindelig arbejdstid, hvilket betød, at ventilationen ikke kunne slukkes, selvom byggerierne lå i fareområdet. Hændelsen medførte et betydeligt ressourcetræk på den samlede kapacitet af personale, slukningsenheder, samt den brandramte virksomheds entreprenørkapacitet. Hertil kommer påvirkning af miljø og omgivelser.

Tilsvarende hændelser er de senere år set i bl.a. København, Odense, og senest i Kolding, hvor der også uden kendt årsag skete en eksplosion i oplaget.

Silobrand: I september 2022 brød en silo med 55.000 tons træpiller i brand i Studstrup lidt nord for Aarhus. Kraftvarmeværket leverer varme til ca. 230.000 borgere, og siloen er opført i 2016 med vilkår fra Beredskabsstyrelsen.



Grundet risiko for kollaps af tagkonstruktionen og svigt af nødtømningsanlæg, foretog man tømnningen med fjernbetjente entreprenørmaskiner fra Forsvaret, der bemandede dem 24 timer i døgnet.

Kapacitetsmæssigt var redningsberedskaberne i området betydeligt påvirket, og entrerede med ledelseskapaciteter fra redningsberedskaber flere steder i landet, for at opretholde vagterne.

Borgere i den nærliggende by oplevede massive røggen, og der kom flere henvendelser om borgere med opkast og åndedrætsbesvær. Enkelte plejekrævende borgere måtte flyttes på plejehjem i nogle dage under indsatsen. Senere slog røgen ned i Syddjurs Kommune.



Som en del af indsatsen skulle håndteres sekundære brande i de miler, hvor træpillerne blev oplagt. Der opstod også støvekspllosion ved losning af træpillerne på sekundære modtagersteder.

Regionalt var den lokale beredskabsstab (LBS) i operationsberedskab hhv. stabsberedskab i mange dage. Styrelsen for Patientsikkerhed håndterede tillige mange henvendelser i perioden.

Branden var endeligt slukket efter 29 dage. Der blev anvendt brandslukningsmateriel, der er tiltænkt oliehavnen i Aarhus, og dette beredskab var således svækket under indsatsen på træsiloen. Ekstraudgiften for redningsberedskabet blev dækket af ejerkommunerne i fællesskab. (kr. 1,9 mio.)

Konklusion

De kommunale redningsberedskaber imødeser et behov for kapacitetsudvikling til bl.a. specialbrande af typen ”større-,” og ”ekstraordinære hændelser” opstået i større brandfarlige oplag. Kapacitetsopbygning er nødvendig for at minimere risikoen og antallet af længerevarende hændelser med samfundsmæssig påvirkning.

Hændelserne belaster i højere grad arbejdsmiljøet som følge af den forøgede indsatstid. Dertil er der også en øget kompleksitet for den taktiske ledelse på skadestederne. Kapacitetsudvikling er således nødvendig af såvel materiel som af taktisk uddannelse og udvikling.

Kapacitetsudvikling understøttes endvidere af et øget samarbejde med særlige objekter og risikoaktører, såsom erhvervshavne og større virksomheder, med henblik på et stærkt samspil om indsatsplaner og virksomhedspligtig kapacitetsunderstøttelse med særlige entreprenørressourcer.

Ligeledes skal der ved de større oplag være fokus på at minimere skader på miljø og håndtering af de store mængder slukningsvand.

Kapacitetsudviklingen kan omfatte:

- Særlige kapaciteter til vandforsyning, fortrinsvis understøttet gennem alternativer til drikkevandsanvendelse. Højkapacitetspumper til vandforsyning og tankvogne m.v. skal kunne gøre brug af havvand og ikke drikkevand fra brandhanerne.
- Slukningskapaciteter der understøtter større volumen og arbejdsmiljøhensyn.
- Virksomhedspligtig kapacitetsunderstøttelse ved de specifikke objekter.
- Indkvartering og forplejningsberedskabet kunne tilføjes ved behov for evakuering af større boligområder.
- Kommandopost til længerevarende indsatser.
- Dronekapacitet
- Taktisk og tværfaglig operativ IT-understøttelse (GIS understøttelse).
- Taktisk og teknisk kompetenceudvikling af personel.
- Brandteknikere til eventuel akut sagsbehandling under indsats af f.eks. nød-placering, hvor virksomheden ikke selv har en brandstrategi for svigt.

2.2 Byggeriet

2.2.1 Højhuse

Baggrund og udvikling

Højhusbyggeri vinder frem i hele Danmark, og kompleksiteten i de indsatstaktiske forhold for disse er opadgående.

Byggelovgivningen giver vide muligheder for individualisering af byggerierne, både hvad angår blandt andet højder, indretning, byggematerialer, som f.eks. bærende konstruktioner i træ.

Samtidig er brandsikringen blevet mere kompleks med aktive installationer som alternativ eller supplement til traditionelle passive tiltag.

Bygningsreglementet har udviklet sig over tid siden 1966, og med Bygningsreglementet 2018 (BR18) stilles særlige krav til bygninger med etagegulv over 22 meter, hvilket skaber øgede krav til redningsberedskabets indsats.

Den nuværende certificeringsordning og adgangen til præ-accepterede løsninger for noget byggeri og de indsatsmæssige forhold, betyder, at redningsberedskabet ofte ikke inddrages i byggedesignfasen, og dermed kommer til at mangle væsentlig viden om byggeriet, og afskæres adgangen til at vejlede ud fra indsatstaktisk erfaring.

Arbejds miljø og sikkerhed

Indsatser i højhuse er fysisk krævende pga. lange afstande og tungt udstyr. Dog er der krav i bygningsreglementet om at der skal etableres mindst en brandmandselevator for byggeri over 22 meter.

Radiokommunikation kan svækkes af bygningsmaterialer.

Vindpåvirkning, særligt i højden, kan føre til mere intensive brandforløb, såkaldte "Wind Driven Fires"¹³, hvilket udgør en øget risiko for det indsatte mandskab.

Hvis der sker røg- og brandspredning til trapperum, kan der opstå særligt farlige situationer for indsatspersonalet, da trapperummet (ofte sammen med en brandmandselevator og forrum) er vitale adgangsveje og retrætemulighed i høje bygninger.

Taktik og teknik

Indsats i højhuse kræver detaljeret kendskab til bygningen.

Standardprocedurer er ikke altid anvendelige, og betjening af brandtekniske installationer (f.eks. sprinkler, tryksætningsanlæg, brandmandselevatore) kræver særlige kompetencer.

Faseevakuering er ofte standard, hvilket fordrer taktiske vurderinger fra redningsberedskabet.

Ledelsen af indsatsen vil være vanskeliggjort som følge af lang afstand mellem normalt indsatsniveau og det brandramte område. Dette stiller øgede krav til ledelses- og beslutningskompetence i højden, for at sikre en effektiv håndtering af en meget dynamisk hændelse.

¹³ [High Rise Fire-fighting :Wind driven fires](#)

Uddannelse og kompetence

Klassiske redningsberedskabsuddannelser er utilstrækkelige til højhusindsatser.

Der mangler i uddannelsen viden om moderne byggeteknik, brandsikringsdesign og "føring fra front". Derudover er kendskab til installationer og anlæg nødvendig for at undgå, at indsattaktikken kommer til at modarbejde bygningens brandsikringsstrategi.

Som konsekvens af mere individualiserede byggerier, øges behovet for særlig uddannelse i lokale indsatskoncepter og procedurer samt træning på de specifikke objekter. Der kommer flere og flere høje bygninger med forskellige designs. Det kræver derfor for store ressourcetræk at træne på alle høje bygninger. Det stiller i stedet krav til udvikling af indsatskoncepter, som kan omfatte de særlige risici, bygningsindretning, materialer, anvendelse af de brandtekniske installationer mv., og krav til indsatsledelsen om evne til hurtig individuel indsattaktisk planlægning.

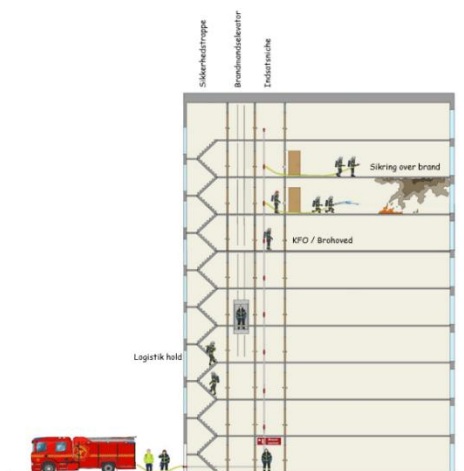
Der forefindes ingen dedikerede øvelsesobjekter i Danmark til træning af brandslukning i højden.

Kapacitet og ressourcer

Samlet set må der ved denne type hændelser, forventes et betydeligt ressourcetræk, både på mandskabsniveau samt ledelsesniveau, idet det fx må vurderes og kan skønnes hensigtsmæssigt at afsætte ressourcer til fx sikringsmandskab på etagen over branden, sikring af trapperum og håndtering af evt. evakuering, betjening af brandtekniske installationer, mandskab til fremføring af logistik mv.

Den ledelsesmæssige kompleksitet gør, at der bør afsættes betydelig større ledelsesstøtte for den tekniske ledelse på stedet end normalt, samt ressourcer på operationelt niveau til at håndtere koordinering af informationer og kommunikation mellem myndigheder og til borgerne, samt dokumentation under hændelsen.

Den øgede fysiske belastning kræver hyppig afløsning, og indsatsens koordinering er bl.a. derfor mere kompleks end i traditionelt byggeri.



Eksempel på indsats ved brand i højhus

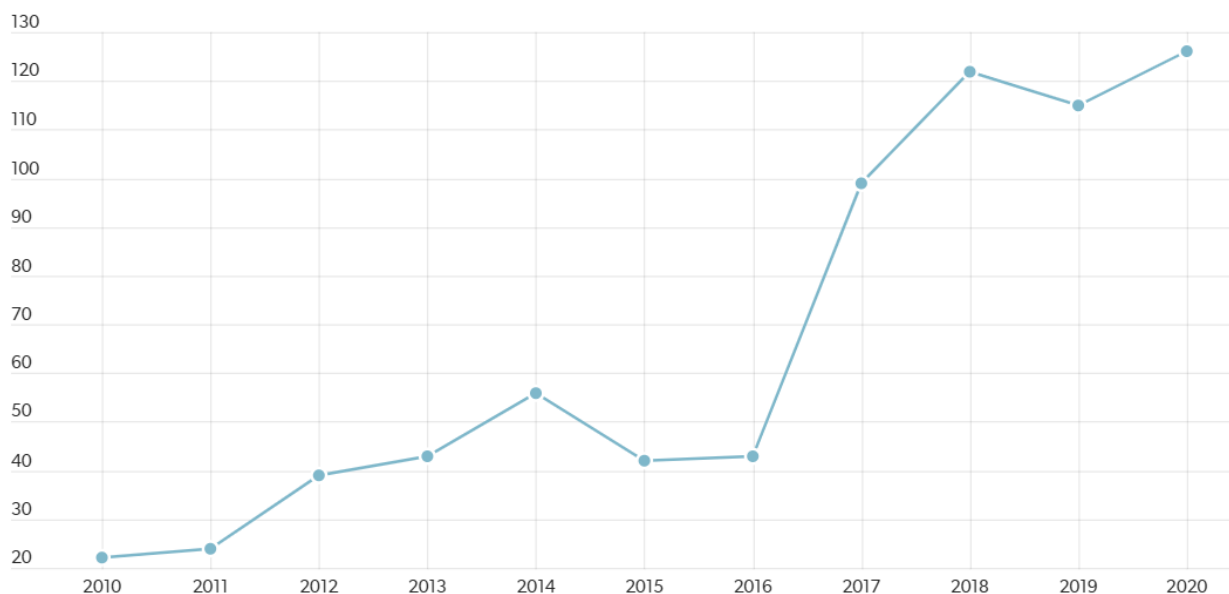
Samlet set og ved koblede hændelser

Kompleksiteten af ovenstående øges betydeligt, hvis denne hændelsestype kombineres med andre faktorer så som svigt i passiv eller aktiv brandsikring, redningstunge bygningsanvendelser højt i bygning (BESS eller solceller på taget, plejehospital, hospital el. lign.), eller som følge af, at bygningen er konstrueret i bæredygtige materialer som træ eller genbrugsbyggematerialer. Ressourceforbruget bliver også væsentligt forøget, hvis branden udvikler sig over flere opgange eller etager.

Baggrund og udvikling, herunder tendens og lovgivning

Højhusbyggeri bliver mere og mere udbredt i Danmark. Tidligere har dette været centreret i eller omkring København, men i dag bygges disse i og uden for alle de større byer i Danmark. Nedenstående graf viser udviklingen i opførelsen af etagebyggerier over 6 etager i perioden 2010 til 2020.

Høje byggerier skyder i vejret



Kilde: Dataudtræk fra BBR-registret

Hertil bygges de bærende konstruktioner i højhuse ikke længere alene i beton og/eller stål. I dag, og i fremtiden, vil disse byggerier kunne rumme bærende konstruktioner i træ. I 2024 stod et 78 meter højhus i træ færdigt i Aarhus.



Højhuset "TRÆ", Aarhus



Kolding sky, Kolding



Spangsbjerg Kirkevej, Esbjerg

Byggeskikken i perioden frem mod årtusindeskiftet var primært præfabrikeret byggeri med betonelementer, både indvendigt og på facaden. Brandsikringen var primært baseret på passiv brandsikring og uden brandtekniske installationer. I dag bygges der fortsat i beton og stål, men ikke udelukkende. Dette skal ligeledes ses i kombination med, at brandsikringen i højhuse i dag også beror på brandtekniske installationer, der skal betjenes af redningsberedskabet under indsats. Samspillet mellem bygningens design,

brandsikringsstrategi, og det bygningen forventer af redningsberedskabet, øger kompleksiteten i indsatsen sammenlignet med ældre højhusbyggerier.

Der er ikke fastlagt en nærmere definition af, hvornår en bygning har betegnelse af at være et højhus. Men i dansk kontekst giver det mening at skelne mellem bygninger, hvor gulv i øverste etage er under eller over 22 meter over terræn.

Siden det første bygningsreglement blev udgivet i 1961, har der være særregler for bygninger over denne højde, og disse regler er blevet tydeliggjort og ensrettet med årene. I de tidligere bygningsreglementer har byggesager vedr. højhuse skulle sagsbehandles ved det enkelte redningsberedskab, der her kunne stille krav.

I dag er krav til disse byggerier i vid udstrækning at betragte som indsatstaktisk traditionelle, og dermed sagsbehandles disse ikke i alle tilfælde af det enkelte redningsberedskab. Dog er højhuse mere end 45 meter over terræn, eller mindre end en etage under terræn, som helhed ikke traditionelle og skal forelægges kommunens bygningsmyndighed (beredskabet).

Derudover skal stigrørsinstallationer med udtag mere end 30 meter over terræn godkendes af kommunens bygningsmyndighed (beredskabet).

Redningsberedskabet skal kunne lave en forsvarlig indsats i disse bygninger i hele deres levetid, uagtet byggeår, hvordan disse er udført og hvordan de er vedligeholdt. Dette kan skabe en stor variation i de nødvendige indsatser i byggerierne.

For nye høje bygninger stilles i BR18 en række krav, som har betydning for personsikkerhed samt indsatsforhold. Der stilles følgende krav:

- Flugtvejstrappen skal udføres som sikkerhedstrappe, jf. § 94 i BR18 og som beskrevet i bygningsreglementets vejledning til kap 5 – Brand, kapitel 2 afsnit 2.3.9.2.
- Der skal installeres flugtvejs- og panikbelysning i trappen, jf. § 96 i BR18.
- Der skal installeres automatisk sprinkleranlæg for at sikre mod brandspredning, jf. § 123 punkt 9 i BR18.
- Der skal installeres mindst en brandmandselevator af hensyn til redningsberedskabets indsatsmuligheder, jf. § 133 i BR18.
- I bygninger, hvor redningsberedskabets brandslanger ikke kan føres frem af de primære indtrængningsveje som trapper mv., skal der installeres stigrør jf. § 130 i BR18.

Disse krav stilles blandt andet med udgangspunkt i belastningen på redningsberedskabet, og ud fra forudsætning om, at redningsberedskabets kørbare stiger ikke har en længde, så de kan anvendes til redning via redningsåbninger, men at der udelukkende kan anvendes trapper til evakuering og indtrængning. Den taktiske og tekniske løsning ændres markant ved bygninger, hvor gulv i øverste etage er mere end 22 meter over terræn. Tilsvarende for bygger i over 30

meter og over 45 meter. Der er ingen øvre grænse i bygningsreglementet for højden på bygningen.

Sikkerhedstrapper i dag kan udføres på forskellige måder. Disse er skildret i Bygningsreglementets vejledning til kap 5 – brand, kapitel 5 afsnit 5.4.3.

Flere af ovenstående tekniske løsninger har ikke danske eller europæiske standarder (f.eks. tryksatte stigrør), hvilket kan udfordre byggesagsbehandlingen og i sidste ende brandsikkerheden.

Arbejdsmiljø og sikkerhed

Den øgede afstand mellem adgangsvej til bygningen og det brandramte område medfører, at alt nødvendigt udstyr skal medbringes af røgdykkerne med det samme, når de går ind i bygningen første gang. Hertil anvendes der oftere sikkerhedsdøre i byggeri generelt. For at redningsberedskabet kan skabe adgang via en aflåst sikkerhedsdør, kræves tungt gennembrydningsudstyr. Det er tungt at skulle fremføre udstyret, hvorfor det påvirker arbejdsmiljøet og fremrykningshastigheden for mandskabet. Dette stiller krav til mandskabets fysiske formåen, samt krav om tilstrækkelige ressourcer til afløsning.

Radiokommunikationen kan være besværliggjort grundet bygningsmassen, idet beton og metaller (f.eks. facadebeklædning) reducerer radiosignalet. Kommunikationen på alle niveauer er vigtigt for at sikre en effektiv og sikker indsats.

Ved brande i højhuse, hvor der er oplukkelige vinduer, eller der på anden vis er skabt et hul i facaden, er vindpåvirkningen på facaden en udfordring for indsatsen. Vindpåvirkningen på facader i højden, kan være årsag til brandspredning. Vindstyrken kan være årsagen til, at brandens intensitet øges (Wind Driven Fires) væsentligt, og skubbes længere ind i bygningen. Såfremt branden spredes til trappen, kan trappen fungere som en skorsten, hvilket udgør en betydelig risiko under indsatsen.

Taktik og teknik

Indsats i højhuse stiller andre krav til teknik og taktik end lavere bygninger, der anvendes til samme formål.

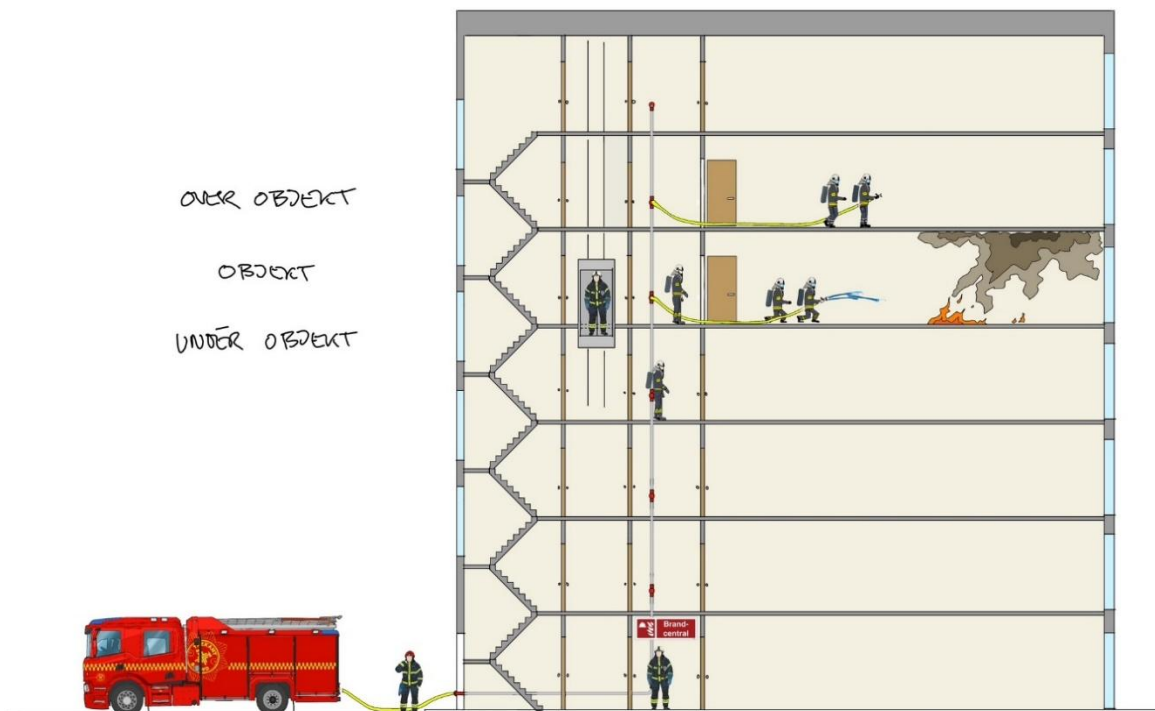
Den tekniske løsning er en stigrørsudlægning, men bygningens udformning stiller specifikke krav til, hvordan denne udlægning gennemføres. En standard stigrørsudlægning er ofte ikke kompatibel med bygningens design i alle tilfælde. Det må forventes, at der skal foretages en detaljeret og individuel indsatsplanlægning for denne type objekter.

Teknik og taktik ændres grundet:

- Højden og dermed afstanden mellem ledelsen på skadestedet og det brandramte område i bygningen. En øget afstand fordrer føring fra front (beslutningstagnation så tæt

på branden som muligt) for derved at sikre en effektiv indsats og sikkerhed for mandskabet.

- Placeringen af stigrør i sikkerhedstrappen afgør, om der indsættes fra etagen under den brandramte etage eller på den brandramte etage. Såfremt der vælges den forkerte etage i forhold til udformningen af trappen, er konsekvensen, at trappen muligvis røgfyldes. Dermed vil redningsberedskabet aktivt arbejde imod designet for brandsikringen af byggeriet. Tilsvarende fokus gør sig gældende ved andre placeringer af stigrør, f.eks. i historiske højhuse, i luftsluser, på etagen, i forrum osv.
- I højhuse installeres der ofte mange forskelligartede brandtekniske installationer herunder: ABA-anlæg, AVA-anlæg, AVS-anlæg, brandmandselevator, ATA-anlæg, kommunikationsanlæg mv. Disse kan også være indarbejdet i et brandmandspanel. Det forudsættes, at redningsberedskabet kan betjene disse ofte teknisk forskellige eller unikke installationer, da visse af disse anlæg er installeret med indsats for øje.
- Evakueringen af højhuse er ikke i alle tilfælde forudsat som totalevakuering, men ofte planlagt som en faseevakuering. Dette er en indsatstaktisk traditionel løsning. Det stiller det krav om, at redningsberedskabet kan vurdere hvilke dele af en bygning, der skal evakueres, men også hvornår yderligere, evt. total, evakuering er nødvendigt. Redningsberedskabet har ofte mulighed for at betjene varslingsanlægget og derved igangsætte yderligere eller total evakuering.
- Højhuse kan designes uden oplukkelige vinduer i facaderne. Dette ændrer den typiske taktik for brandventilation under indsats, og for røgudluftning efter endt indsats.



Uddannelse og kompetence

- Bygningernes kompleksitet stiller krav til den viden om bygningen, som redningsberedskabet skal have under indsats. Denne viden vil være tilgængelig online, via arkiver i kommunerne, eller i det enkelte redningsberedskab. Hurtigt at kunne fremfinde denne information, og omsætte det med henblik operativ indsats, kræver ressourcer. Informationen er dog relevant for at sikre en effektiv og forsvarlig indsats, og for at sikre, at redningsberedskabet arbejder korrekt sammen med designet for brandsikringen af byggeriet.
- Redningsberedskabet som helhed er ikke uddannet til føring fra front. Dette er et nyt begreb i beredskabssammenhænge, og dette spiller ikke sammen med den klassiske uddannelse på alle uddannelsesniveauer.
- Uddannelser i redningsberedskabet adresserer overordnet brandsikring af byggeri, men dette er ikke tilstrækkeligt i forhold til den kompleksitet højhusbyggerier udføres med. For at sikre en effektiv og sikker indsats kræver det, at redningsberedskabet kan afkode bygningens design, og på baggrund af det, sammenholdt med den konkrete hændelse, vælge den mest optimale taktiske og tekniske løsning. Dette kræver et indgående kendskab til såvel historisk som ny byggeskik og metode. Hertil er standard slangeudlægninger ikke tilpasset moderne byggeri. Dette i kombination betyder, at

redningsberedskabets værktøjskasse ikke nødvendigvis indeholder alle rette værktøjer i forhold til bygningsmassen.

- Redningsberedskabet er ikke i alle tilfælde tilstrækkeligt uddannet til at kunne betjene de mange forskellige brandtekniske installationer. F.eks. er et ATA-anlæg afhængig af, at der ikke åbnes for mange døre. Hvis dette sker, kan der ikke sikres et overtryk, og der opstår en risiko for røgspredning til trappen. Dermed skal sluknings- og evakueringsindsatsen koordineres meget nøje for ikke at arbejde imod bygningens brandsikring.
- Hvorledes en brandmandselevator betjenes, er ikke en del af den klassiske beredskabsfaglige uddannelse.
- Såfremt facader i højhuse udføres uden oplukkelige vinduer, ændrer dette den gængse taktik og teknik. Dette betyder, at redningsberedskabet skal kunne betjene det eller de anlæg, der er designet til at kunne røgudlufte det brandramte område efter endt indsats. Dette kræver viden om disse anlæg. Hertil kræver det viden om, at en bygning kan være designet på sådan vis, da redningsberedskabet typisk vil søge at afbryde strømmen i bygningen, af hensyn til mandskabets sikkerhed.
- Redningsberedskabets klassiske uddannelser berører ikke emnet Wind Driven Fires, og dermed er der ikke viden nok om denne faktor generelt i redningsberedskaberne. Dette udgør en risiko i sig selv.
- Som konsekvens af mere individualiserede byggerier, øges behovet for særlig uddannelse i lokale indsatskoncepter og procedurer, samt træning på de specifikke objekter.

Kapacitet og ressourcer

- Den øgede afstand mellem terræn og det brandramte område stiller krav til den operationelle styrke, der afsendes til hændelsen.
- På ledelsesmæssigt niveau skal der være ressourcer til at kunne fremfinde og gøre brug af viden fra arkiver. Dette er en opgave der ligger udover de normale opgaver for ledelsen på et skadested. Dette kræver støtte til ledelsen på skadestedet, særligt til den risikovurdering, der skal sikre forsvarlige indsatsforhold.
- Den øgede afstand fordrer føring fra front, hvilket skaber en disharmoni for den holdleder, der har mandskab på terræn og samtidig på den brandramte etage. Det kræver derfor en øget tilstedeværelse af ledelse på skadestedet og evne til individuel beslutning, hvilket slår igennem på alle niveauer.

- Den øgede tilstedeværelse af brandtekniske installationer, kræver øget kapacitet for betjening og omsætning af informationer til brug for indsatsen. Betjeningen af installationerne vil ofte foregå i brandcentralen. Brandcentralen vil være placeret på terrænniveau. Betjening af de brandtekniske installationer og omsætning til indsatspraksis fordrer et tilstrækkeligt kompetenceniveau hos det mandskab, der skal betjene installationerne. Det kræver også en indgående forståelse af opbygningen af brandtekniske systemer, ligesom betjening skal ske i koordination med slukningsindsatsen i bygningen.
- Den øgede afstand mellem terrænniveau og den brandramte etage slider på mandskabet, og hertil skal sikringsholdet for røgdykkerne rykkes med frem. For at kunne sikre mandskabet på alle niveauer, kræver disse indsatser mere personel, da man ved lignende indsatser i lavere byggeri kan bruge mandskabet på terræn til sikkerhed. Samlet set må der ved denne type hændelser forventes et betydeligt ressourcetræk, både på mandskabsniveau samt ledelsesniveau, idet der skal afsættes ressourcer til sikringsmandskab på etagen over branden, sikring af trapperum og håndtering af evt. evakuering, betjening af brandtekniske installationer, samt mandskab til logistik og afløsning.

Samlet og set ift. koblede hændelser

- De ovenstående betragtninger bliver kun yderligere forstærket, hvis denne type hændelse eksempelvis kombineres med højhuset, der er bygget i træ eller genbrugsbyggematerialer, eller har solceller i facader eller lignende.

2.2.2 Store og dybe bygninger (parkeringsanlæg)

Parkeringsanlæg præciseres til at omfatte p-huse, åbne såvel som lukkede over jorden i flere etager, samt underjordiske p-kældre i op til flere etager, herunder fuldautomatiske anlæg, hvis særlige komplekse forhold er beskrevet i senere tematik

Krav til brandsikringen af denne type byggeri er blevet lempet de senere år, mens bilernes størrelse og deres brandbelastning er øget, drivmidlerne udviklet til at omfatte batterier, og byggeriets udformning forøget og optimeret. Summen af disse forhold resulterer i overordentlig stor sandsynlighed for svigtscenarier ved brand i denne type byggeri, som kan resultere i skade på personer, herunder indsatsmandskabet, samt skade på bygninger og værdier, samt påvirkning af infrastruktur og omkringliggende eller overliggende bygninger.

Karakteristika

Brand i biler sker med stor brandeffekt. Biler under tag, hvor den termiske opdrift, ikke sker som i det fri, medfører, at brandspredningen sker langs med taget, og røggaslaget vil accelerere brandudviklingen og antænde omkringliggende biler markant hurtigere.

Loftshøjden, som ofte er lavere i parkeringsanlæg, samt den høje parkeringstæthed, store brandmæssige bygningsenheder, og manglende aflastning via ventilation eller til det fri, accelererer brandforløbet hurtigt, hvilket resulterer i en brandeffekt (HRR), der hurtigt overstiger den tilgængelige slukningskapacitet¹⁴.

Aktive brandsikringsanlæg i form af sprinkleranlæg (AVS) eller automatisk brandventilation (ABV), vil have en reducerende betydning for brandforløbets udvikling, og særligt AVS-anlæg vurderes at kunne begrænse udviklingen af branden betydeligt.

Parkeringsanlæg er ofte kendetegnet ved at være med få adgangsmuligheder for bilerne (op- og nedkørselsramper) samt adgangsveje, som er forbundet med den bygning, som de betjener, særligt ift. parkeringsanlæg.

Baggrund

Krav til parkeringsanlæg har ikke ændret sig i takt med udviklingen af viden på området. Lovgivningen har ikke ændret sig betydeligt siden indførelse af krav til parkeringsanlæg i BR1972. I 2004 blev kravet for AVS-anlæg til parkeringskældre ændret, så det først var krævet ved over 1.000 m². Kravet om AVS var tidligere for anlæg på mere end 600 m². Nye biler (både elektriske og fossile) har et ca. 40 % højere varmebidrag end anvendte standardværdier ved bygningsdimensionering. Den maksimale brandeffekt for en bil er øget fra 5 MW standardværdi til 6-10 MW ifølge litteraturen. Der bør som minimum anvendes en værdi på 7 MW fremadrettet¹⁵.

Den Europæiske Kommission fremhæver også problemer med harmonisering af brandsikkerhed i parkeringsanlæg på tværs af EU. Kommissionen mener, at ensartet lovgivning på tværs af medlemslande vil hjælpe med at forebygge hændelser og hæve sikkerhedsniveauet. Det vil også gøre vidensdeling nemmere og øge muligheden for videreudvikling af indsatstaktik på baggrund af erfaring mellem lande¹⁶. Kommissionen opridser også, ligesom DBI & TI, problematik med forebyggelse, detektering, "propagation control" (kontrolleret brandspredning) og indsatstaktik på parkeringsanlæg.

Betydning for indtrængnings- og slukningsmuligheder

Redningsberedskabet forventes at indsætte fra nærmeste primære indtrængningsvej, som er identisk med parkeringsanlæggets flugtveje. Det vil ofte være trappeopgange (her fører flugtveje fra p-kælder oftest til), eller op- og nedkørsler, som ofte er få, og kan være placeret langt fra det brandramte område.

¹⁴ Birkkjær 2025

¹⁵ DBI & TI, 2022

¹⁶ European Commission 2025

En parkeringskælder har normalt ikke en egentlig adresse, hvorfor en adresse ved alarmering vælges til en tilhørende bygning, som kan være afvigende fra den oplagte indtrængningsvej. Forberedelse til indsats under fremrykning umuliggøres derfor.

Ved bilbrand i p-kælder under etagebolig, vil redningsberedskabet være tilbøjeligt til at indsætte via nedkørselsrampe, da det er det mest naturlige ift. at sikre, at flugtvejstrapper for beboelse holdes friholdt for røg pga. evakueringsmulighederne.

Ved indsats via nedkørsel, bliver man nødsaget til at foretage indsats over større afstande med lange slangeudlægninger. Det repræsenterer en udfordring, at p-kælderen kan være dybere end forventet og ekstra slangelængde kan dermed være nødvendigt. Lave loftshøjder i underjordiske anlæg medfører også et miljø med lav sigtbarhed, og der vil også være varmere end normalt, grundet de konstruktionsmæssige forudsætninger i tilfælde af brand. Indsatstiden for røgdykkere vil derfor blive begrænset, da fremføring af vandfyldte slanger er yderst ressourcekrævende i sådan et miljø.

Erfaringer fra hændelser bl.a. i Lyngby Storcenter (2020), Bryggertorvet (2021), og Herlev Bymidte (2016) viser, at lang indtrængningsvej er en betydelig udfordring. For lang indsatsvej, som resulterede i hele udlægningen skulle laves om, var også et hovedpunkt fra evaluering af branden i Stavanger lufthavn¹⁷.

Ved denne type hændelser vil en offensiv indsats ofte blive anvendt, men langt de fleste indsatstaktiske holdepunkter før og under indsatsen er i praksis svære at overholde¹⁸. Fokus ligger på at knække brandkurven for at stoppe spredning til flere biler og hindre svækkelse af konstruktionen. Tidsforbruget er meget afhængig af, hvorvidt branden spreder sig til elbilers batteripakke, og hvorvidt der foretages forsøg på bekæmpelse af branden i batteriet, eller det accepteres at lade batteriet udbrænde kontrolleret. Ved kontrolleret udbrænding af batteriet, skal regnes med en varighed af branden på 94 minutter, imens en effektiv afkøling af et opvarmet batteri forventes at vare op til fem timer¹⁹.

Ved brand i el- og hybridbiler vil en indsats yderligere blive udfordrende, da specialudstyr skal rekvireres til bjærgning og slukning af køretøjet. Elbiler stiller flere krav til redningsberedskabet under indsats, da der skal tages højde for HF-gas eksponering, mulighed for eksplosion i lukket rum, thermal runaway og stikflamme fra batteripakken som set for nyligt i Alcorcón, Madrid²⁰. Ventilering af p-kælder under brand kan ikke alene gøres med påkrævet p-ventilation med luftskifte på seks gange i timen og overtryksventilatorer, så hvis der skal være

¹⁷ RISE 2020

¹⁸ [Indsats-ved-brand-i-el-og-hybridbiler \(brs.dk\)](https://brs.dk/indsats-ved-brand-i-el-og-hybridbiler)

¹⁹ Skovlund, Køretøjer med ikke- fossile brændstoffer og deres påvirkning af omgivelser- og beredskabet ved brand, 2019

²⁰ [Guidance of fire safety for electric vehicles parked and charging infrastructure in covered parking spaces - Publications Office of the EU \(europa.eu\)](https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/11111111-1111-1111-1111-111111111111)

²¹ [CTIF - International Association of Fire Services for Safer Citizens through Skilled Firefighters](https://www.ctif.org/)

god effekt, skal der være en betydelig ventilationskapacitet til stede, f.eks. i form af specialmateriel som en LUF60slukningsrobot. Hvis der er brand i en batteripakke, skal der være bortventileret nok røggasser, så bjærgningsrobotter kan bevæge sig ind i indsatsområdet²².

Parkeringsanlæg fremadrettet

Etageboligbyggeri stopper antageligt ikke foreløbigt på grund af stigende urbanisering. Byggerierne bliver tilmed også større, og placeres i nogle tilfælde bynært, hvor der ikke er tilstrækkelig plads til at etablere de mange parkeringspladser på terræn. Derfor må der forventes en stigning i antallet af parkeringsanlæg under beboelsesejendomme. Som nævnt i skadestedsevaluering fra Blokhaven, så havde en indsats i kælders nedre niveau været på grænsen af det mulige for redningsberedskabet²³. Sammenligning mellem Blokhaven og brande i parkeringsanlæg med sprinkling, tydeliggør vigtigheden af aktiv brandsikring i form af AVS-anlæg til at begrænse brandspredning.

Alt data fra rapporter, analyser, skadestedsevaluering (indenrigs og udenrigs) tyder på overhængende fare ved brand i parkeringsanlæg uden sprinkling. Forsinkelse af brandforløbet er afgørende for både at undgå skade på bygningsmassen og opretholde et forsvarligt indsatsmiljø for redningsberedskabet²⁴.

Internationale sammenhænge

Bygningsreglementet muliggør, at sprinkling kan undlades på bygningsafsnit, hvis det opfylder særlige forudsætninger om maksimalt areal, etageareal, åbninger i facade og afstande til nærmeste åbning overholdes. Empiri fra udenlandske usprinklede p-huse med åbne facader, brande i f.eks. Stavanger²⁵, Kings Dock²⁶, Luton²⁷ og Cork²⁸ peger på, at denne løsning bidrog til, at branden udviklede sig ukontrollerbart.

I USA skal parkeringsanlæg under terræn være sprinklet²⁹. I undersøgelse af brande i parkeringsanlæg fra udlandet er der en synlig forskel mellem Europa og USA. I USA har man bedre forudsætninger for indsatsen og slukning af bilbrande i p-kældre, da sprinkling mindsker risiko for brandspredning, og alarmerer redningsberedskabet. De europæiske brande har et hurtigere brandforløb, hvilket stiller større krav til redningsberedskabet, og har flere sociale og økonomiske konsekvenser efterfølgende³⁰.

²² Wedel Jensen, Charging stations for electric vehicles in sub terrain carpark, 2021

²³ [udd_20240924_Skadestedsevaluering_p-kaelder_BOE_A3.pdf \(beros.dk\)](#)

²⁴ [Brandsikkerhed i garageanlæg, oplag af litium-ion batterier og batterier til solcelleanlæg i bygninger \(sbst.dk\)](#)

²⁵ [rise-report-2020-91-evaluation-of-fire-in-stavanger-airport-cark-park-7-january-2 \(rise.fr.com\)](#)

²⁶ [kings-dock-car-park-fire-protection.pdf \(merseyfire.gov.uk\)](#)

²⁷ [Significant Incident Report LLA Car Park 2 fire.pdf \(bedsfire.gov.uk\)](#)

²⁸ [Fire destroys 60 cars in Irish car park – European Fire Sprinkler Network \(eurosprinkler.org\)](#)

²⁹ [fire-gas.com/storage/2024/06/NFPA-88A-2023.pdf](#)

³⁰ [Brand i p-hus i Stavanger: Skal brandsikkerheden i p-huse gentænkes? \(brandogsikring.dk\)](#)

Århus den 31.12.24



Lyngby den 25.2.20



Ålborg den 20.6.23



Ballerup den 28.7.23



Luton 10.10.23



Stavanger 7.1.20



Warsawa 16.10.2020



2.2.3 Brandsyn

Ansvar for bygningens brandsikkerhed ligger hos bygningens ejer. Både i valgte design, udførelse og drift af bygningen.

Der er som udgangspunkt ikke lovhjemmel for de kommunale redningsberedskaber til at foretage brandsyn af højhuse, parkeringsanlæg mv. Dette kan kun ske, såfremt der f.eks. er forsamlingslokaler eller hotel i bygningen. Højhuse, som udelukkende indeholder kontorer eller lejligheder (både ejer og lejer), og parkeringsanlæg alene til parkeringsformål, har redningsberedskabet ingen hjemmel eller forpligtelser overfor ift. brandsyn.

Det betyder bl.a., at der ikke er offentligt tilsyn med, om de brandtekniske installationer undergår de eftersyn, som er foreskrevet. Det betyder også, at der ikke er en dialog om brandsikkerhed mellem de driftsansvarlige og redningsberedskabet. En dialog kunne bl.a. omfatte oprydning i trappeopgang, placering af skraldecontainere, placering af ladestandere og lign.

Indtil 2003 var garageanlæg over 600 m² brandsynspligtige. Mangel på brandsyn medfører, at brandtekniske installationer som brandskydeporte, slangevindere, og flugt- og panikbelysning alene kontrolleres af bygningens ejer (forudsat det sker).

Vi ved også, på baggrund af erfaring med p-anlæg, at de nævnte installationer fejler og heller ikke bliver vedligeholdt korrekt, hvilket ellers er lovpligtigt.

Visse byggerier har en særlige risiko, og det kunne overvejes i lovgivningen at indføre særlige muligheder for tilsyn af de indsatsmæssige forhold, f.eks. omkring trapperummene, forrum, stigrør og brandmandselevatore.

2.2.4 Automatisering

2.2.4.1 Semi-automatiske parkeringsanlæg

I byggeriets søgen efter at optimere parkeringsvolumen og derigennem reducere omkostningerne pr. etableret parkeringsplads, ser semi-automatiske parkeringsanlæg ud til at være en efterspurgt mulighed. Anlægget kan fungere ved, at man parkerer sin bil på midterste niveau, hvorefter maskinen selv placerer bilen ved at forskyde "bakken" under bilen hhv. vandret til siden, fremad i dybden, og lodret ned eller op. I mere simple udgaver kan bakken kun forskydes i lodret retning op og ned.

Arbejds miljø og sikkerhed

Ved semiautomatiske parkeringsanlæg fremhæves følgende indsatsrelaterede udfordringer:

- Selve maskinen, hvori biler er placeret, er ikke udført med en brandmodstandsevne, og ikke underlagt byggelovgivningens bestemmelser om forsvarlige indsatsmuligheder.

Efter forespørgsel hos hhv. Sikkerhedsstyrelsen, Beredskabsstyrelsen, og endelig Social- og Boligstyrelsen, er det redningsberedskabernes forståelse, at der ikke kan stilles krav til selve maskinen om, at redningsberedskabet skal kunne foretage en forsvarlig slukningsindsats inde i maskinen.

Taktik og teknik

Udfordringen med brande i biler i et semi-automatiseret anlæg er, at de ikke kan slukkes på afstand, da det brændende materiale er beskyttet af blandt andet karrosseriet, hvorfor en effektiv afslutning af et brandforløb forudsætter redningsberedskabets arbejde inde i maskinen.

Der er uoverensstemmelse mellem byggelovgivningens, beredskabslovens, og maskindirektivets accept af redningsberedskabets manglende mulighed for at kunne slukke en brand inde i maskinen, og byggelovgivningens grundlæggende forudsætning om et sprinkleranlægs evne til at kontrollere en brand, indtil netop redningsberedskabet kan foretage en slukningsindsats.

- Den indledende personredningsindsats, understøttet af, at branden kontrolleres med et sprinkleranlæg, er kompliceret og ressourcekrævende. Opgaven kræver røgdykning med dårlig sigt og lange slangeveje i en kompliceret konstruktion.
- Der er ingen standardiseret udførelse af maskinen eller mulighed for at stille indsatsrelaterede krav til maskinen, og kompleksiteten samt manglende kendskab til maskinen medfører ringe mulighed for at kunne foretage en risikovurdering af forholdene, herunder betydningen af en brands påvirkning af maskinen. Det bør særligt ved en slukningsindsats lede til en lav risikovillighed med en forsigtig tilgang, der forventelig vil medføre større skader på bygning og påvirkning af lokalområdet. Maskindirektivet og elsikkerhedsloven præciserer krav til sikkerhedsanordninger i maskinen, herunder nødstop mv. Heri er ikke angivet videre krav ud fra indsatstaktiske hensyn, og det er vores forståelse, at der ikke kan stilles sådanne.

Uddannelse

Beredskaberne er ikke uddannet til at lave indsats med denne type maskine, og det kræver stor kompetence og kendskab til det enkelte system for at kunne sikre, at alle risikofaktorer indgår i risikovurderingen.

Ressourcer

Kompleksiteten i denne type indsatser er stor, og vil forventelig medføre et betydeligt ressourcetræk, både på mandskabsniveau samt ledelsesniveau, idet der skal afsættes ressourcer til sikringsmandskab og ledelsesstøtte i forhold til forståelse af indsatsens risici, i forhold til risikovurdering mv.

2.2.4.2 Øvrig robotisering

Der opleves en hastig vækst i brug af selvkørende robotter i plejesektoren, industrivirksomheder og lagerbygninger. Disse robotter er ikke så vidt vides reguleret af anden lovgivning. Beredskabet kan således risikere, at robotter fortsætter deres drift ved brand eller uheld med farlige stoffer, med risiko for påkørsel af mandskab, beskadigelse af slanger, blokering af selvlukkende brandporte mv. Alt sammen noget, der gør indsatser mere komplekse og risikofylde.

2.2.5 Udviklingen af byrum og fortætning af bykernen med rekreativ udfoldelse

Moderne byudvikling kan skabe vanskelige afvejningshensyn til redningsberedskabets indsatsmuligheder. Smalle veje, udnyttelse af byrum, grønne miljøer, små søer og floder - alt skal se indbydende og imødekomende ud, men samtidig skal brandbilen kunne komme frem og sikre en forsvarlig indsats.

Urbanisering i Danmark medfører, at flere og flere mennesker bosætter sig i byerne. En undersøgelse fra Danmarks Statistik viser, at blandt unge under 30 år, der bor på landet eller i mindre byer, ønsker næsten halvdelen at flytte til en mellemstor eller stor by inden for de næste ti år.

I de største byer med gamle bykerner, sker der derfor en byfortætning, hvor der både skal findes plads til flere boliger, men også skabes mulighed for menneskers rekreative udfoldelse. Det sker særligt med grønne områder og etablering eller fritlægning af vand i bymiljøerne, men også ved at der afvikles kulturarrangementer i byområderne og laves plads til ophold i det fri, på torve og pladser. Transporten i bykerne samt til og fra byerne skal ske i eksisterende transportkorridorer, hvor der skal findes plads til alle typer trafikanter, men også gives mulighed for hurtig offentlig transport i f.eks. allokerede busbaner.

Mange mennesker ønsker at bosætte sig i de eksisterende byer og bykerner. Denne udvikling forstærkes af eksisterende bygningsejere og ejendomsudviklere, som ønsker at udnytte bygninger så intensivt som muligt. Det betyder, at der bygges højere, og eksisterende bygninger udnyttes maksimalt, f.eks. ved at udnytte tagrum til boliger, ligesom der i mange tilfælde ved renoveringer etableres flere og mindre boliger.

Flere boliger og højere bygninger, samt udnyttelse af rum mellem bygningerne til fx cykelstativer, legepladser, borde og bænke, beplantning mv., gør adgangsforholdene for redningsberedskabet vanskeligere. Da der bor flere mennesker i samme bygningskomplekser, så vil der også være flere mennesker at redde eller evakuere ved f.eks. bygningsbrande.



Eksempel på boligkarré i Horsens, hvor tagetage er udnyttet, der er skabt tilgængelighed med elevatorer og gårdrummet er gjort tilgængelig til rekreative aktiviteter. Kilde: Ginnerup arkitekter, Morten Pape, Horsens Folkeblad.

Mange kommuner med kystnære arealer har i en årrække omdannet industri- og havneområder til nye boligområder. Kommunerne ønsker i stor stil træer i bybilledet, der ikke var indtænkt ved bygningernes opførelse. Nye renovationsløsninger med nedgravede containere skal der også være plads til. Det kan frembyde særlige udfordringer, idet kommunerne i nogle tilfælde både ønsker at bevare særkender fra de tidligere anvendelser, og på havnearealer frembyder havnebassin en naturlig barriere kombineret med eksisterende vejforløb. Da der samtidig bygges lejligheder i højden, og bygningerne designs ud fra foruddefinerede redningstaktikker, så kan dette medføre særlige indsatsforhold. Det kan bl.a. betyde, at kørbare stiger skal placeres/indsættes, før autosprøjten kan placeres på det foruddefinerede udstigningsareal for beredskabet, idet tilkørselsvejen er blind og dens bredde ikke muliggør efterfølgende passage. Det ses også, at brandredningsareal for håndstiger ikke er identisk med udstigningsarealet for indsats i bygningen, hvilket enten afstedkommer flere udrykningsenheder eller at materiellet – her håndstigen – aftages inden indsats i bygningen. Disse indbyrdes afhængigheder giver særlige udfordringer for beredskabet, da opgaverne ved en lejlighedsbrand ofte tidligst kendes og prioriteres efter ankomsten af køretøjerne.



Byggeri ved Nordhavnen, Horsens. Kilde: Ginnerup arkitekter

Ved renovering af ældre byggerier bliver der ofte etableret flere og større altaner. Det gør, at flere beboere kan have mere oplag på altanerne og have flere aktiviteter på altanerne. Det er således ikke usædvanligt med gasgrill på altaner, kombineret med beplantning og møbler. Dette øger risikoen for bygningsbrande.

Når flere mennesker flytter til byområder, skal der også laves grønne områder og plads til udfoldelse. Eksisterende parker og grønne åndehuller udnyttes mere optimalt, da der bliver færre af disse, og de bliver mindre. Der skal være plads til de samme aktiviteter, men også nye aktiviteter og til flere mennesker. Dette giver en mere intensiv brug af disse rekreative områder. Ved etablering eller forandring bliver der i nogle tilfælde indtænkt adgangs- og tilkørselsveje, brandredningsarealer til både kørbare stiger og håndstiger. Men beplantning vokser og bliver også med tiden udskiftet. Noget beplantning bliver endvidere ikke vedligeholdt, som det var tiltænkt ved etableringen. Dette kan medføre, at rednings- og adgangsveje med tiden bliver færre og smallere, hvorved hensynet ikke længere kan iagttages.



Byggeri ved Nordhavnen, Horsens. Kilde: Ginnerup arkitekter

I mange bykerner indgår åbent vand i de rekreative områder. Det kan være ved etablering af søer, men også ved frilægning af åer, eller ved at der skabes adgang til havnebassiner i forbindelse med forandring af bynære havneområder. Dette giver særlige udfordringer, da der ofte kommer flere opgaver med eftersøgning og redning af personer i vandet. Tiden er ved disse hændelser en kritisk faktor, særligt når personer falder i vandet i vinterhalvåret. Indsatserne besværliggøres af, at der ofte ikke er tænkt på tilstrækkelig god belysning ved design og udformning af disse vandnære områder.

Særligt ved fritlægning af åer, kan åen udgøre en barriere for redningsberedskabets fremkommelighed. Selvfølgelig etableres der broer, hvor det findes hensigtsmæssigt i forhold til, at mennesker skal kunne bevæge sig. De etablerede broer skal arkitektonisk falde naturligt ind i bybilledet, og etableres i langt de fleste tilfælde ikke, så de kan bære redningsberedskabets tunge køretøjer. Det er ikke foreneligt med de arkitektoniske hensyn og ønsket om fritlægningen af åen, da store broer skjuler åens vand. Dermed vil redningsberedskabet være nødsaget til at holde længere fra skadestederne eller får en længere kørevej. Materiel og mandskab skal i førstnævnte tilfælde frem til skadestedet på fods, og begge dele forlænger indsatstiden væsentligt, og indsatsen bliver mindre effektiv.

Kulturarrangementer understøtter behovet for rekreative aktiviteter hos de mennesker, der bor i byerne. Kulturarrangementerne skal imidlertid afvikles i de eksisterende rammer, dvs. på de grønne områder eller på gader og stræder. I nogle tilfælde opstilles telte, og i teltene er varmekilder, griller og endda åben ild. Da teltene opstilles på eksisterende adgangsveje, tæt på boliger, og med aktiviteter, som medfører en større risiko for brand og andre ulykker, så udgør sådanne aktiviteter en særlig risiko. Adgangsveje og indsatsforhold er forandrede, og hvis der ikke udføres en meget nøje planlægning, samt opstilles og afvikles med meget stor disciplin ift. den udførte planlægning, så vil disse kulturarrangementer også frembyde særlige udfordringer med fremkommeligheden for redningsberedskabet og et øget antal hændelser. Reglerne for registrering og sikkerhed ved sådanne mindre udendørs arrangementer er politisk besluttet lempet.



Middelalderfestival Horsens. Kilde: Horsens Kulturhistoriske Forening og Juelsminde Rally. Kilde Motorsport Nordjylland

Andre og større kulturarrangementer medfører også udfordringer. Det gælder, når disse arrangementer er store og afvikles i rammer, som ikke i udgangspunktet er designet til sådanne kulturarrangementer.

Det gælder f.eks. afvikling af Fjordfest i Horsens. Her anvendes dels eksisterende havneerhvervsareal, dels friarealer ved boliger. Der ønskes deltagelse af op til 10.000 mennesker på de havnenærearealer. Publikumsområdet strækker sig langs kajkanten over en distance på ca. 500 m. Et andet eksempel er RallySprint i Juelsminde, hvor der arrangeres motorløb i den eksisterende bymidte med snævre gader i Juelsminde By. Der kan potentielt ske ulykker i denne forbindelse – både hvor personer i køretøjerne skal frigøres, men også massetilskadekomst, hvis en rallybil rammer tilskuere.

Nogle arrangementer bliver udvidet til egentlige events, hvor der planlægges mange flere aktiviteter, end selve hovedarrangementet. Det gælder f.eks. motionsløb og konkret Royal Run, som afvikles i mange forskellige byer i Danmark. Dette motionsløb tiltrækker mange flere mennesker, end blot løberne, og menneskene kan deltage i aktiviteter, der gør, at de bliver i området i længere tid. Samtidig arrangeres løbet og området med start og mål ofte centralt i

bykerne, hvorved de mange forsamlede mennesker, kombineret med især begrænsede tilkørselsforhold og de mange aktiviteter, frembyder særlige udfordringer for redningsberedskabet.

Mange handlende, særligt restaurationsejere, men også butiksejere, har ønske om at udnytte gadearealer til at fremvise varer og lave udeservering. Cityforeninger og lignende arrangerer samtidig særlige aktiviteter for at tiltrække kunder i form af Open by Night arrangementer, gadeteater, koncerter mv. Vejene, herunder gågaderne, kan være omfattet af et gågaderegulativ, hvor der skal indhentes tilladelse til disse aktiviteter på forhånd. Erfaringen viser dels, at der ikke altid indhentes tilladelse, og at vilkår i en tilladelse ikke altid overholdes. Et konkret og tilbagevendende eksempel er ophængning af julepynt, herunder belysning på virer. Det frembyder udfordringer for, at redningsberedskabet kan foretage redning og brandslukning i højden med anvendelse af håndstiger, men særligt med drejestige.



Graven i Horsens. Kilde: Horsens Kommune

I byerne øges trafikmængden, og der skal være plads til alle typer af trafikanter. I forsøg herpå lukkes og forandres vejforløb. De eksisterende korridorer er ofte smalle, og definerede af den måde byerne og bygningerne blev etableret på for 50-100 år siden. Ved etablering af nye veje, kan der være behov for at tage højde for forøgede mængder regnvand. Kantsten er derfor i nogle

tilfælde højere end sædvanligt, og når dette kombineres med smalle vejforløb, forhindrer det bilister i at trække væk fra kørebanen for at give plads til redningsberedskabets køretøjer.

Samtidig er der ofte politisk ønske om at øge fremkommeligheden for offentlig trafik. Ved disse forandringer kan det være svært at skabe den tilstrækkelige fremkommelighed også for redningsberedskabet. Det er ofte nødvendigt at lukke veje med meget trafik, og det kan være svært at komme frem til skadestedet pga. den tætte trafik. Dette øger indsatstiden og besværliggør indsatserne.

Perspektivering

Samlet set medfører forandringer og den fortsatte udvikling i byerne udfordringer for redningsberedskabet. Udfordringerne består i en ringere fremkommelighed og mere komplicerede indsatser. For at imødekomme udfordringerne kan det være nødvendigt med indkøb af mere specialiseret udstyr, men også med flere ressourcer. Når indsatser besværliggøres og indsatstiden forlænges, så kræver det mere mandskab, og andre køretøjer og materiel, for fortsat at kunne levere en effektiv indsats. Beredskabets nødvendige dimensionering skal derfor indtænkes allerede under byplanlægningen – ikke først efter.

2.2.6 Anvendelse af alternative byggemateriale og grønne byggematerialer, herunder genbrugsmaterialer

Bygningsreglementet strammer løbende kravene til bygningers energiforbrug – også i forhold til byggematerialerne. Således ses en stigning i og pres på at anvende f.eks. genbrugte branddøre og mere biobaserede materialer ift. f.eks. stål og beton. Der skal også tages mere højde for genanvendeligheden og bortskaffelsen, når bygningen skal renoveres eller nedrives. Brandrådgivere får til opgave at vurdere nye løsninger, brandprøvninger pågår, mens byggeri opføres, og kreativiteten er stor.

I nogle tilfælde opstilles mange kriterier af brandrådgivere og prøvningsinstitutter, der beskriver den praktiske udførelse på byggepladsen, som i sidste ende kan være svære at opfylde og/eller kontrollere. Erfaringer fra bl.a. redningsberedskabernes mange brandsyn viser, hvordan bygningskonstruktioner ikke er opført og vedligeholdt som forudsat. Svigt af konstruktioner er et kendt scenarie fra det operative virke, og det er rimeligt at antage, at udviklingen overhaler brandsikkerheden med den konsekvens, at brande kan udvikle sig hurtigere, anderledes og i et større omfang end vi er vant til.

I denne sammenhæng er det relevant, at Bygningsreglementets § 82, stk. 1³¹ alene sikrer, at redningsberedskabet skal kunne redde personer og evt. dyr, hvorefter der ikke er sikkerhed for, at bygningen kan reddes.

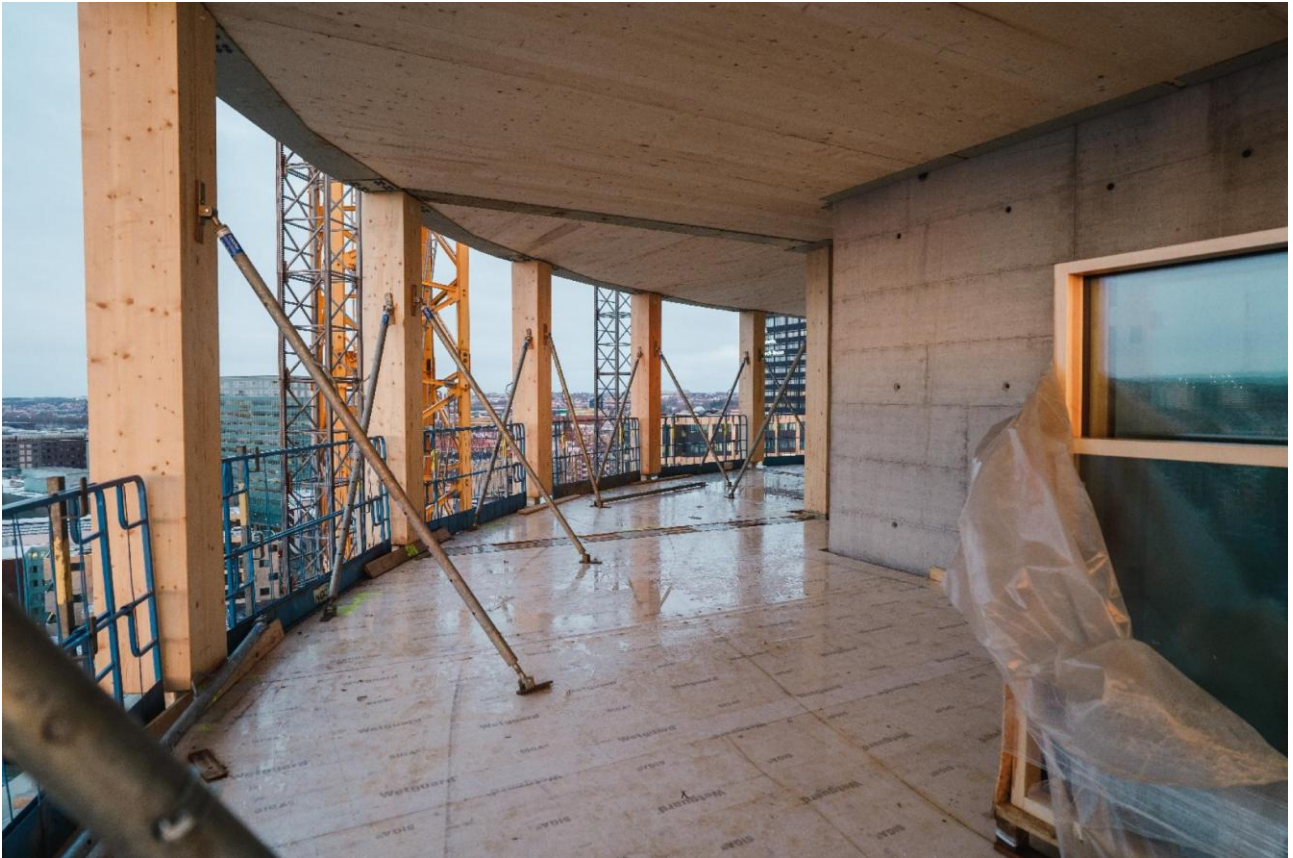
Der er endvidere eksempler på at byggemateriale, der er monteret i bygninger, pludseligt får trukket produktgodkendelsen/brandtesten tilbage³². I disse bygninger forventer borgerne fortsat, at redningsberedskabet udfører en effektiv indsats.

Udviklingen medfører et bredere udsnit af bygningskonstruktioner, som den enkelte brandmand ikke nødvendigvis har kendskab til eller kan fysisk erkende. Brandudvikling og brandslukning kan kræve nye tilgange, nyt materiel og tilhørende uddannelse.

Et eksempel på dette er papiruld, der i mange år har været anvendt som isoleringsmateriale. Ved anvendelse af papiruld er der risiko for, at branden kan sprede sig, f.eks. på et loftsrum. I papirulden er der lommer af luft, hvori branden kan sprede sig. Brand i papiruld spreder sig oftest som en glødebrand.

³¹ BR18, § 82, stk. 1, første led: "... Byggeri skal have en tilfredsstillende sikkerhed for personer i tilfælde af brand og acceptable forhold for redning af dyr i byggeri med erhvervsmæssigt dyrehold..."

³² se f.eks. artikel fra DBI [her](#)



TRÆ på Sydhavnen i Aarhus. Foto: dagensbyggeri.dk

2.2.7 Komplexitet i brandtekniske installationer

ABA-central, brandcentral, brandmandspanel. Hvad er hvad? Når det kommer til brandtekniske installationer, skal man holde tungen lige i munden.

Bygninger, og til dels de særlig brandfarlige anlæg og oplag, forsynes i større grad med flere og mere komplekse brandtekniske installationer. Kravene til disse anlæg kan stamme fra Byggeloven, kompenserende tiltag via den certificerede brandrådgivers projekt, eller som et krav stillet af redningsberedskabet med hjemmel i beredskabslovens bestemmelser. Mange af disse anlæg udføres af forskellige leverandører, der kan have hver deres tilgang til, hvordan anlæg og brandmandspaneler sættes op.

I et nyt højhus er der i dag adskillige brandmandspaneler og tegninger, der skal kunne give en oversigt over den aktuelle alarm for at hjælpe redningsberedskabet til at foretage den rigtige indsats. Indsatsleder eller holdleder, som muligvis ikke har set det konkrete brandmandspanel før den skarpe indsats, kan opleve et stort pres som følge af forventningen om, at brandmandspanelet bliver aflæst korrekt, så bygningens brandsikringsinstallationer anvendes til at understøtte en effektiv indsats.

Uddannelse i aflæsning og betjening ligger i høj grad på det enkelte redningsberedskab, da dette kun i begrænset omfang er indeholdt i de obligatoriske holdleder- og indsatsled Ruddannelser.

Med så mange tekniske anlæg der skal fungere altid, fungere sammen og ikke mindst driftes rigtigt, er der risiko for, at der kan opstå svigt i anlæggene. Det gælder selvfølgelig både komplicerede tekniske svigt, men også mere simple forhold, der kan svigte, f.eks. at den rigtige nøgle til brandmandselevatoren er til stede, nummerering af stigrør og trapper er korrekt, eller at alarmforbindelsen ikke sættes i drift mellem objekt og redningsberedskabets vagtcentral.

Redningsberedskaber har som udgangspunkt ingen andel i sagsbehandling af anlæg etableret efter Byggeloven.

I nogle tilfælde indarbejder brandrådgivere redningsberedskabets forskellige aktiveringer af f.eks. varslingsanlæg, som en forudsætning i brandstrategien. Det må være udgangspunktet, at en bygning skal kunne "klare sig selv" i længere tid uden redningsberedskabets tilstedeværelse.

Udfordringer kan også opstå, når brandtekniske installationer skal renoveres eller udskiftes. Hvordan opretholdes et tilstrækkeligt sikkerhedsniveau og redningsberedskabets indsatsmuligheder under byggeriet, hvor renoveringsarbejdet måske gør bygningen mere

sårbar end vanligt, mens de samme arbejder samtidig sætter en del af de brandtekniske installationer ud af drift?

2.2.8 Bygge- og renoveringsfasen – risici og forudsætninger

Baggrund

Under opførelse, ombygning eller renovering, er en bygning udsat for en særlig høj risiko for omfattende skader, da bygningens brandmæssige tiltag ikke nødvendigvis er intakte i det omfang, som er forudsat i den brandtekniske dokumentation for den færdige bygning. Derudover udgør de arbejder, som foregår i byggefasen en forhøjet risiko, f.eks. når der brændes tagpap på.

Risici ved svigt i aktiv brandsikring under byggefasen

Ofte vil aktive brandtekniske foranstaltninger være installeret for at sikre, at en brand har en størrelse, som er forsvarlig for beredskabet at håndtere, set i relation til omfanget af den opgave, som redningsberedskabet skal løse:

- **Automatiske sprinkleranlæg** skal sikre en tidlig alarmering, og sørge for at branden er begrænset i størrelse, og ikke udvikler sig yderligere.
- **Automatiske brandalarmanlæg** skal sikre en tidlig alarmering, så branden er begrænset, og redningsberedskabet kan nå at slukke den, alternativt redde personer, inden branden udvikler sig.
- **Brandventilationsanlæg** skal sikre, at en brand ikke pludseligt kan udvikle sig til at omfatte hele rummet eller påvirke de bærende konstruktioner, så de ikke kan opretholde deres bæreevne.

Aktive installationer, som er rettet mod at give redningsberedskabet forsvarlige indsatsmuligheder, herunder brandmandselevatorer, automatiske tryksætningsanlæg, og pumper til forøgelse af trykket i høje stigrørsinstallationer, vil have en direkte indvirkning på effektiviteten af redningsberedskabets indsats:

- **Trykforøgeranlæg**

Hvis trykforøgerpumperne i stigrørsinstallationen ikke fungerer, vil der være områder i bygningen, hvor redningsberedskabet ikke kan foretage en indsats, da der ikke kan etableres en forsvarlig egen beskyttelse med strålerøret, da trykket vil være for lavt i strålerøret. For lavt tryk vil naturligvis også betyde, at en begrænsende indsats ikke har effekt, idet vandydelsen er for lille til at påvirke brandforløbet.

- **Brandmandselevator**

Hvis en brandmandselevator ikke fungerer, vil tiden til iværksættelse af en effektiv indsats på den brandramte etage og derved, være forsinket, da redningsberedskabet skal bruge langt flere ressourcer på at bringe materiel op ad trapper end med elevatorer, hvilket er udmattende og langsommeligt.

Konsekvensen ved svigt kan være, at branden når et omfang, der ikke kan kontrolleres, før der er bragt tilstrækkeligt med materiel til brohovedet under branden, så der kan indledes et forsvarligt begrænsende angreb med friske røgdykkere. Tilgang af supplerende værktøjer vil også være forsinket, så værktøjet risikerer at ankomme for sent i forhold den opnåelige effekt med det konkrete værktøj.

- **Automatisk tryksætningsanlæg**

Hvis automatiske tryksætningsanlæg ikke fungerer, vil indsatstiden for røgdykkerne til brug for personredning, og indsats i øvrigt, være stærkt nedsat, idet apparat skal anlægges tidligere og i længere tid end tiltænkt i bygningens design.

Personer kan ved svigt endvidere ikke evakueres via flugtvejstrapperne, men skal reddes og beskyttes mod det røgfyldte miljø under opholdet i trapperummet. Det reducerer redningskapaciteten voldsomt, og tidsperioden, hvor redning kan ske via trapperummet, kan være kort. Redningsindsatsen vil skulle iværksættes meget tidligt for at redde så mange mennesker som muligt.

De nævnte brandtekniske installationer i dette afsnit vil ofte ikke være sat i drift eller kun delvist sat i drift i forbindelse med byggearbejde i bygningen.

Størstedelen af de aktive brandsikringstiltag kan ikke iværksættes manuelt, og derfor vil de være uden effekt ved svigt.

Risici ved svigt i passiv brandsikring under byggefasen

Passive brandmæssige installationer som f.eks. brandmæssige adskillelser, har erfaringsmæssigt en større pålidelighed end aktive brandmæssige foranstaltninger, og kan i nogle tilfælde manuelt sættes i korrekt funktion. F.eks. vil en branddør, hvor den automatiske lukkefunktion er svigtet, kunne lukkes manuelt.

Desværre opleves det ofte, at branddøre og brandlukninger i brandmæssige adskillelser ikke etableres/reableres så hurtigt som det ellers er muligt i en byggefase.

Det kan være svært at identificere kvaliteten af de passive brandinstallationer i byggefasen. Det gælder f.eks. tegn på placeringen af en brandsektionsvæg inde i bygningen eller brandkamserstatningen udvendigt på bygningen. I begge tilfælde betyder det, at redningsberedskabet ikke har muligheden for at etablere en begrænsende indsats ved hjælp

af de passive brandinstallationer, og derved forbedre sandsynligheden for at branden stopper ved adskillelsen.

Arbejds miljø og sikkerhed ved svigt i brandsikring under byggefasen

Af bygningsreglementet, BR18, bl.a. §§ 137 og 140, fremgår det, at en bygnings brandsikringstiltag skal bidrage til brandsikkerheden, så sikkerhedsniveauet ved brand er opretholdt i hele bygningens levetid.

Med det udgangspunkt må man få den forståelse, at bygningsreglementet ikke beskriver sikkerhedsniveauet ved svigt i de brandmæssige tiltag, idet det forudsættes, at det til enhver tid er opretholdt. Det betyder, at et svigt skal kompenseres, såfremt driften af bygningen skal opretholdes. Bygningsreglementet sigter alene mod et forsvarligt sikkerhedsniveau for mennesker og dyr, og ikke ejendom og værdier. Brandmæssige tiltag til begrænsning af brandspredning må derfor forstås ikke at være nødvendige, når blot personsikkerheden er opretholdt.

De driftsmæssige tiltag tager alene sigte mod et forsvarligt personsikkerhedsniveau, men redningsberedskabet skal fortsat indlede en indsats og planlægge den på forsvarlig vis, for at iagttage beredskabslovens bestemmelser om også at redde værdier.

For en høj bygning sikret med et automatiske tryksætningsanlæg, som er dimensioneret på baggrund af sprinkieranlæggets kontrol med en brand, vil et svigt i én af de to installationer medføre en forringet effekt i forhold til beskyttelsen af flugtvejssystemet.

Et svigt i det automatiske tryksætningsanlæg med kompromittering af beskyttelsen af flugtvejssystemet, er forbundet med en voldsom belastning af redningsberedskabet, idet alle personer skal reddes indvendigt og beskyttes mod miljøet i trapperummet, hvilket kræver mandskabsressourcer og materiel for at opretholde momentum i redningsindsatsen.

Her er der alene tale om fokus i forhold til sikkerheden for personer (evt. dyr) i bygningen, men der er enorm forskel i redningsberedskabets dimensionering afhængig af, om der er tale om et normalt scenarie, eller et erkendt og forventet svigtscenarie.

De omfattende risikoelementer og hændelsernes atypiske karakter, må forventes at udgøre en relativ stor fysisk og psykisk belastning for indsatspersonel.

Taktik og teknik ved byggefasen

Svigt i brandsikringstiltag har betydning for brandens størrelse og redningsberedskabets indsatsforhold.

Taktik ved byggepladser kan ikke beskrives i standardprocedure, da svigt og risici herved skal vurderes i sammenhæng med andre aktuelle og ukendte faktorer, som ofte kendetegner de omskiftelige forhold ved en byggeplads.

Uddannelse og kompetence ved byggefasen

Kendskab til ovennævnte brandsikringstiltags hensyn og risici ved svigt skal indtænkes i de nationale uddannelser for redningsberedskabet, herunder hvilken betydning svigtet vil have ved såvel rednings- og slukningsindsatsen ved byggepladser. Der bør være fokus på forhold ved såvel nybyggeri som ombygninger.

Der stilles øgede krav til de kommunale beredskaber til at kunne arbejde med erkendelse af relevante svigt i brandsikringstiltag på byggepladser, og deraf følgende arbejde med risikovurdering og anderledes taktik for at sikre den ønskede effekt og forsvarlige indsatsforhold. Kompetencen til at kunne arbejde med svigt i brandsikringstiltag (enkeltvis samt ved flere eller koblede svigt), bør som minimum indgå i indsatsledelsens uddannelse.

Uddannelsen vil skulle vedligeholdes løbende i takt med nye typer brandsikringstiltag og byggepladsforhold.

Kapacitet og ressourcer

Svigt i brandsikringstiltag på byggepladser vil som nævnt ovenfor kræve betydelig flere ressourcer end et normalscenarie på grund af f.eks. større brande, større redningsopgaver, større arbejdsbelastning ved fremføring af materiel og vand til brandslukning, svære adgangsforhold, ukendt stabilitetsforhold mv.

Det må forventes, at indsatsen vil være længerevarende og med behov for hyppig udskiftning af mandskab pga. den øgede belastning for det indsatte mandskab.

2.3 Koblede hændelser

Hver især af de to ovenstående tematikker er en udfordring, som et velforberedt redningsberedskab kan identificere og forberede sig på, og derved også håndtere inden for hver relevant faktor.

En kombination af de to ovenstående tematikker kan accelerere kompleksiteten, som nærmest eksponentielt forstærkes, når tematikkerne sættes i serie.

I vejrligshændelser omtales det som koblede hændelser, når et kritisk vejrfænomen kobles med et andet. F.eks. en periode med kraftig regn, hvor magasiner, åer og søer er helt fyldte, kombineres med storm og højvande – måske endda stormflod. Så kan vandet ikke løbe ud fra åen, og så vil opstuvning af vandet i baglandet forstærkes og oversvømmelser indtræffe.

Tilsvarende analogi kan anvendes, når kombinationen af samfundsudviklingens identificerede tematikker i byggeriet, kobles med resultatet af den grønne omstilling.

Det kan anskueliggøres ved et par eksempler:

Kombinationen af brand i et BESS-anlæg på øverste etage i et højhus, som er udført af bæredygtige byggematerialer, f.eks. træ, og som er udført med et brandbeskyttelsessystem i facaden er en farlig kobling. Det gælder også med et tilfælde af brand i en parkeringskælder under et højhus, som er udført med solcellepanel integreret i facaden. Dilemmaerne er mange og udfordringerne ligeledes. Et valg vil ofte resultere i nogle fravalg og begrænsninger.

Ofte kendes kombinationen af tematikkerne ikke på forhånd, og der kan være tale om forhold, som endnu ikke er reguleret i lovgivningen, og derfor uden et reelt sikkerhedsniveau.

3. Skema over tematikker med beskrivelse og konsekvens

Nr	Tematik	Kort Beskrivelse	Konsekvens for redningsberedskab
1	Elbiler og batteribrande	Thermal runaway, komplekse frigørelser, spredte ladestandere	Langvarige slukninger, behov for fjernbetjente værktøjer, særlig træning
2	BESS (batterianlæg)	Stigende antal store anlæg uden entydig lovgivning	Eksplodingsfare, lang indsats, behov for vejledning
3	Litiumion-brande i små apparater	Eksponentiel vækst i husholdningsapparater med batterier	Ofte usynlige og genantændende brande, giftige gasser
4	Solcelleanlæg	Hurtig udbredelse – især taganlæg	Begrænset adgang, skjulte brandforløb, eksplosionsfare
5	PtX-anlæg	Brint, metanol, ammoniak – høj eksplosions- og kemisk risiko	Specialmateriel, ATEX, kemikaliehåndtering
6	Større brandfarlige oplag	Træpiller, skrot, genbrug – silo- og skibsbrande	Langvarige, komplekse indsatser, kriseledelse
7	Alternative Transportmidler	El-lastbiler, busser, færger	Store energimængder, langvarige indsatser
8	Højhuse	Flere og højere bygninger med specialinstallationer	Store ressourcetræk, krav til "føring fra front"
9	Store og dybe p-anlæg	Lav lofthøjde, elbiler, få adgangsveje	Høj brandbelastning, begrænset indsatsrum
10	Automatisering (fx p-anlæg)	Semiautomatiske systemer uden brandslukningsadgang og tiltag til sikring af indsatsforhold – det er en maskine	Ingen adgang, ukendt maskinkonstruktion
11	Byfortætning og rekreative områder	Grønne områder, tæt trafik og bløde trafikanter	Vanskelig fremkommelighed, højere risiko for sammenstød
12	Kulturarrangementer og events	Festivaler, rally, Royal Run m.v.	Store menneskemængder, forandrede adgangsforhold
13	Alternative byggematerialer	Træ, biobaserede og genbrugsmaterialer	Øget brandudbredelse, ukendte materialer
14	Brandtekniske installationer	Komplekse alarmer og styringer	Krav om kompetence, stor variation, høj fejlrate
15	Byggefasen som risikoperiode	Ufuldstændig brandsikring under opførelse	Svigt i passiv sikkerhed, høj uforudsigelighed