



BEREDSKABS
STYRELSEN

max højde 2.10 m



Temahæfte

Indsats ved brand i el- og hybridbiler



Temahæfte: Indsats ved brand i el- og hybridbiler

Forsidefoto: Bjørn Nielsen/www.bpln.dk

Indhold

Forord.....	5
Om temahæfterne	6
Temahæfternes opbygning og anvendelse	7
Information fra alarm-, vagtcentral og AMK.....	8
Resumé af generelle forhold	9
Brug af udstyr og værnemidler	11
Særlig opmærksomhed ved brand	15
Risikovurdering ved brand i højvoltsbatteriet	17
Forsøg med 'thermal runaway'	19
Indsatstaktik – brand	25
Offensiv indsats ved brand i elbiler.....	?
Defensiv indsats ved brand i elbiler.....	?
Hjælpe midler i slukningsindsatsen.....	33
Den tekniske leders udfordringer.....	37
Beskrivelse af handlinger i action cards	44
Indsatstaktisk forståelse – Kemi	46
Bilag 1: Kendetegn for el- og hybridbiler.....	49
Bilag 2: Sikkerhed ved arbejde med elbiler.....	50
Bilag 3: Værktøj, udstyr og værnemidler	51
Bilag 4: Tekniske forhold – batterier og ladestik.....	52
Bilag 5: Politi og sundhedsberedskab på skadestedet	53
Bilag 6: Overlevering og flytning af skadet elbil	57
Bilag 7: Miljø.....	59
Bilag 8: Arbejdsmiljø	62
Action card – Spørgeguide til vagtcentral, AMK og første køretøj.....	64
Action card – Brand i elbil – Personer i fare i elbil/nærhed.....	66
Action card – Brand i elbil – Ingen personer i fare.....	67
Action card – Brand i elbil – Bygning/lukket konstruktion	68
Action card – Brand i elbil – Ikke batteri	69
Action card - Politi	70
Action card - Sundhedsberedskabet.....	73
Action card - Afvikling af skadestedet.....	76
Action card - Borttransport af elbil.....	77
Kildehenvisninger og referencer.....	79

Generelt

Indsatstaktik
og teknisk ledelse

Bilag

Action card

Om Beredskabsstyrelsens læringsmaterialer

Lærebog

En lærebog indeholder en uddybende faglig gennemgang af et fagområde i redningsberedskabet. Lærebogen henvender sig til alle, der har behov for en grundig viden om emnet.

Temahæfte

Et temahæfte er et supplement til øvrige undervisning- og læringsmaterialer. Fokus i temahæftet er på et eller flere fagområder. Som regel henvender et temahæfte sig til en specifik faggruppe f.eks. tekniske ledere eller indsatsledere.

Metodehæfte

Metodehæftet har aktuel fokus på ajourført viden inden for et fagområde i redningsberedskabet. Metodehæftet henvender sig til f.eks. brandfolk og holdledere, der i det daglige har behov for opdateret viden om det gældende emne.

Elevhæfte

Elevhæfter er lokalt forankrede udgivelser udarbejdet efter retningslinjer fra Beredskabsstyrelsens Center for Uddannelse. Det indeholder ofte lokalt forankrede cases. Elevhæfter henvender sig til brandmandsniveauet og er et supplement til øvrige læringsmaterialer.

Undervisningsvideo

Undervisningsvideoer er kortere eller længere videoer, der gennemgår et eller flere fagligt afgrænsede områder inden for de forskellige indsatsområder. Videoerne kan ses af alle målgrupper.

Forord

I forbindelse med den grønne omstilling ønsker det danske redningsberedskab, at der inden for egen sektor bedst muligt tages hånd om udfordringer ved en øget anvendelse af litium-ion batterier (Li-ion) som drivmiddel i forskellige transportformer, herunder el- og hybridkøretøjer.

Der er i december 2020 indgået en politisk aftale om en grøn omstilling af vejtransporten, som skønnes at medføre op mod én million nul- og lavemissionsbiler i 2030 i Danmark. Ifølge Danmarks Statistik udgør el- og hybridbiler målt på årsbasis en stigende andel af salget af nye biler.

Denne udvikling forventes at fortsætte yderligere i de kommende år sammen med en stigning i redningsberedskabets indsatser, både hvad angår person-elbiler, men også til andre transportmidler, som busser og færges.

Redningsberedskabet vil på den baggrund oftere stå over for at skulle indsættes til disse

nye typer af indsatser. Beredskabsstyrelsen udgav i foråret 2021 et nyt temahæfte om redningsberedskabets indsats ved brand i el- og hybridbiler.

Allerede inden udgivelsen stod det dog klart, at temahæftet ikke ville komme til at stå alene, dels fordi anvendelsen af Li-ion batterier konstant udvikler sig med bl.a. større batteripakker, dels fordi brandslukning kun udgør en del af redningsberedskabernes indsatser i forbindelse med el- og hybridbiler.

Temahæftet er blevet til i et samarbejde med Danske Beredskaber. En særlig tak skal lyde til Nordjyllands Beredskab, Hovedstadens Beredskab og Beredskab Øst for deres bidrag til arbejdet.

Temahæftet erstatter udgivelsen 'Indsats ved brand i El- og hybridbiler' fra marts 2021.

Beredskabsstyrelsen januar 2023

Om temahæfterne

Udviklingen af energieffektive Li-ion batteripakker går hurtigt. På flere områder inden for transport må der forventes en generel øget anvendelse af batteripakker med en høj spænding, der bl.a. af hensyn til anvendeligheden gøres mere og mere kompakte.

I dag ses f.eks. flere person-elbiler med batteripakker på op mod 1000 V. Betegnelsen elbil vil oftest dække både rene elbiler, hybrid-elbiler- og pluginhybrid-elbiler af personkøretøjsklassen.

Temahæfterne 'Indsats ved brand i el- og hybridbiler' og 'Særlige forhold ved redning i el- og hybridbiler' bør læses i sammenhæng. De to hæfter beskriver de sikkerheds- og sundhedsmæssige forhold samt den indsatstaktik, der bør iagttages ved færdselsuheld eller brande, hvor en elbil er været involveret.

En sluknings- eller redningsindsats til et færdselsuheld med en elbil, som berører batteri-

pakken, kan være vanskelig at håndtere for redningsberedskabet og andre aktører på skadestedet.

Det skyldes bl.a. den høje spænding i spændingsførende kabler og i køretøjernes Li-ion batterier, hvor der er en væsentlig større spænding end i bilernes almindelige 12 V batterier.

I en skadet elbil kan det desuden være kompliceret at få korrekt adgang til de spændingsførende dele og derved sikre, at kabler og ledninger gøres spændingsløse. En brand i højvoltsbatteriet eller risikoen for brand kan komplicere indsatsen yderligere.

Der gøres opmærksom på, at temahæfterne omhandler elbiler med højvoltsbatterier op til 1000 V.



Foto: Bjørn Nielsen/www.bpln.dk

Temahæfternes opbygning og anvendelse

Målgruppen er primært den tekniske ledelse i det kommunale redningsberedskab, mens noget vil være relevante for den enkelte brandmand. I de enkelte afsnit er der en række faktabokse, som er vigtig læsning for det indsatte mandskab.

Der tages udgangspunkt i nogle generelle principper for indsatstaktik og samarbejde med andre beredskabsaktører på indsatsområdet. Beskrivelserne af andre aktørers mulige opgaver på skadestedet (politiet, sundhedsberedskabet og transportør) er udelukkende input til inspiration til en opgaveløsning, som ikke nødvendigvis er dækket af beredskabsloven. En eventuel implementering hører under den relevante myndighed på skadestedet.

Strukturen i temahæfterne er opbygget ud fra en operativ tilgang, hvor afsnittene gradvist giver redningsberedskabet en sådan viden, at der kan gennemføres en sikkerheds-, sundheds- og arbejdsmiljømæssig forsvarlig indsats i elbiler. Afsnittene kan ikke stå alene, idet de tager udgangspunkt i nogle generelle principper for indsatsledelse mv.

Temahæfterne er baseret på national og international viden om elbiler samt erfaringer fra de kommunale redningsberedskaber. De bygger videre eksisterende læringsmaterialer,

men med opdateret viden om særlige risici og indsatstaktikker, da tidligere udgivet materiale kun i begrænset omfang beskriver forhold omkring el- og hybridbiler.

De beskrevne forhold kan anvendes i undervisning og træning af operative kompetencer i redningsberedskabet for at højne opmærksomheden på de potentielle risici.

Temahæfterne beskriver indsatsmandskabets handlemuligheder og generelle betragtninger om arbejdsmiljø og værnemidler, som den tekniske leder bør iagttage. Generelt belyser temahæfterne en række opmærksomhedspunkter på et overordnet niveau. Afhængigt af situationen varetages den tekniske ledelse af holdlederen eller en indsatsleder.

Enkelte afsnit kan anvendes helt eller delvist som et opslagsværk i forhold til indsatstaktiske prioriteringer under førsteindsatsen. Materialet er desuden tiltænkt som inspiration til det enkelte redningsberedskabs egne operative forhold, herunder indholdet i action cards.

Afslutningsvis findes en række bilag med forskellig baggrundsviden, så som kendetegn for elbiler, brug af værktøj og værnemidler mv.

Information fra alarm-, vagtcentral og AMK

For redningsberedskabets indsats, er det en vigtig information, at ulykken omhandler en elbil. Alle led før redningsberedskabets ankomst - fra alarm- og vagtcentral, Akut Medicinsk Koordination (AMK) og første patruljevogn kan bidrage til dette.

Relevante oplysninger kan komme fra de første tilstedeværende på skadestedet. Det kan være f.eks. være politiet, sundhedsberedskabet, passagerer i elbilen eller andre personer på skadestedet, som kan bidrage til en tidlig identifikation af, hvorvidt der er tale om en elbil.

Alternativt bør der så tidligt som muligt, videregives oplysning til de første enheder om, at der er tale om en ulykke med en elbil. Dette giver mandskabet mulighed for at iværksætte de rette tiltag, herunder tilkaldelse af supplerende enheder og specielt materiel.

Der er udarbejdet en spørgeguide, som kan anvendes ved alarmering og af de første køretøjer på skadestedet (se 'Action card - Spørgguide til vagtcentral, AMK og første køretøj').

Der kan også være behov for at tilkalde redningsberedskabet til færdselsuheld, hvor de normalt ikke tilkaldes pga. de risikomomenter en elbil kan medføre. Der kan også være situationer, hvor politiet eller sundhedsberedskabet er først fremme på skadestedet. Her tages der hånd om deres sikkerhed, samt behov for fælles tilgang for håndtering af indsatsen. Der er udarbejdet særskilte bilag og action cards til inspiration.

Teknisk hjælp

Via hjemmesiden "motorregister.skat.dk" under fanebladet "Fremsøg køretøj" kan oplysninger om et køretøjs drivmiddel hentes ved indtastning af registreringsnummeret. Der findes dog undtagelser herfor, da registreringsnumre for særlige køretøjer hos f.eks. politi, forsvar og beredskab ikke er offentlig tilgængelige.

Der findes en række softwareløsninger og informationssystemer, som med fordel kan indhentes på forhånd. Fælles for systemerne er, at de bedst kan anvendes via en tablet eller tilsvarende enhed. Dette kan gøres både online og offline.

Den fælles europæiske organisation for sikkerhedsklassificering af køretøjer (Euro NCAP) har i samarbejde med CTIF (International Teknisk Komité for forebyggelse og slukning af Brand), udgivet en App - Euro Rescue¹.

Den kan downloades i App Store og Google Play, som en freeware. Programmet indeholder alle godkendte europæiske bilmærker og beskriver opbygning af køretøjet, herunder hvilke faremomenter, der kan være.

Andre systemer fungerer med en abonnementsordning, som giver adgang til oplysninger om køretøjets data, placering af centrale komponenter mv.

Resumé af generelle forhold

Skærpet opmærksomhed

Ved håndtering af trafikskadede elbiler, herunder frigørelse af personer og brandslukning bør mandskabet være trænet i en række særlige forhold i indsatsen. F.eks. har nogle elbiler højvoltsbatterier op til 1000 V.

Afhængigt af situationen varetages den tekniske ledelse af holdlederen eller en indsatsleder. Ofte vil en indsats med elbiler medføre ekstra opgaver og en række risici, som taler for, at der i højere grad er behov for en indsatsleder til at forestå eller bistå den tekniske ledelse.

Producentens egne anvisninger (rescue sheets) følges i videst muligt omfang med det forbehold, at elbilen oftest vil være beskadiget.

Selve elbilen vil ud over højvoltsbatteriet kunne have høj spænding i f.eks. kabler, som ikke er gjort spændingsløse. Der er desuden risiko for,

at højvoltsbatteriet kan bryde i brand. Begge dele bør være en del af risikovurderingen.

- Placering af hovedafbryderen identificeres, og den frakobles så vidt muligt. I en skadet elbil kan det dog være kompliceret at få korrekt adgang til de spændingsførende dele og derved sikre, at kabler og ledninger gøres spændingsløse.
- Det anbefales, at der udlægges sikrings-slanges med en samlet vandydelse på min. 400 l/min – også uden synlig røg fra højvoltsbatteriet.
- Der tages højde for vindretning og sikkerhed for personer uden for fareområdet pga. risikoen for brand og udvikling af røg og farlige gasser fra højvoltsbatteriet.



En brand i en elbil kan hurtigt udvikle sig voldsomt
Foto: Bjørn Nielsen/www.bpln.dk

Værktøj og udstyr

Værktøj, der anvendes ved klipning eller berøring med elbilens dele, bør være godkendt til 1000 V. Der kan anvendes sikkerhedsmåtter eller sikkerhedsafdækning.

Den tekniske leder bør afsætte markering for klip i karrosseriet ud fra en vurdering af placering af kabler (orange farvede) med høj spænding, såfremt der klippes i elbilen.

Termisk kamera kan anvendes til overvågning af batteriets temperatur, som kan indikere udvikling af en brand i Li-ion batteriet.

Personlig sikkerhed

Indsatsmundering og værnemidler (PPE – Personal Protective Equipment) bør være godkendt til arbejde op til 1000 V ved håndtering, berøring eller klipning i elbilens karrosseri eller kabler. Sikkerhedshandsker af gummi kan med fordel anvendes.

På grund af risiko for brand bør røgdykkerholdet gøre sig klar til indsættelse med fuld åndedrætsbeskyttelse, som anlægges ved røgudvikling, risiko for brand i højvoltsbatteriet eller mistanke om udvikling af farlige gasser.

Der bør arbejdes med sikkerhedsafstand i slukningsarbejdet pga. risikoen for strøm. Der bør være en skærpet opmærksomhed i indsatser, hvor der håndteres både vand og spænding på elbilen.

Der bør tages hensyn til det forhold, at vand – som ved regn/sne og slukningsvand – øger ledeevnen betydeligt. Risikoen for lysbuer bør tages i betragtning ved valg af PPE og korrekt værktøj og udstyr.

Ageren på skadestedet

Flere myndigheder er en del af indsatsen i forbindelse med færdselsuheld, hvis der er tale om fare for person- eller dyreliv, og redningsberedskabet er tilkaldt.

De indsatte styrker bør så tidligt som muligt have oplysning om, at en elbil er involveret i ulykken.

- Skadestedet bør så tidligt som muligt markeres som et arbejdssted med høj spænding i en afstand på min. 1 m fra elbilen. Dette kan ske ved afspærring med sort/gul minestrimmel og synlig markering med fareskilte på og omkring elbilen.
- Såfremt der er en røg- eller gasudvikling fra højvoltsbatteriet sikres det med afspærring, at ingen opholder sig i røgfanen undtaget personel med fuld åndedrætsbeskyttelse.

Politiet og sundhedsberedskabet kan, hvis de ankommer til skadestedet før redningsberedskabet, bistå med ovenstående.

I nødstilfælde kan der foretages en nødflytning af tilskadekomne personer, som ikke selv kan komme ud af køretøjet, såfremt berøring med beskadigede dele af kabler og karrosseri kan undgås.

Der bør være to personer tilstede ved arbejde med spænding, så der kan foretages et skulderskub om nødvendigt.

Brug af udstyr og værnemidler

En redningsindsats eller et færdselsuheld med en elbil medfører særlige risici i forhold til en tilsvarende indsats i en konventionel benzin- eller dieseldrevet personbil.

I forhold til brug af udstyr og værnemidler er det vigtigt, at mandskabet er instrueret og trænet i at bruge dette, og at de har kendskab til de specielle risici, inden de indsættes.

Elektriske komponenter dækker i tilfælde af en redningsindsats både over åbenlyse elektriske komponenter, som kabler, ledninger og selve højvoltsbatteriet, til komponenter som vurderes at kunne være spændingsledende – særlige metaldele, karrosseri, chassis, vanger mv.

EN 50110-1 angiver, at der ved arbejde nær spændingsførende dele med fordel kan benyttes skærme, barrierer, kapslinger eller isolerende afdækning af elektriske dele.

Personlige værnemidler (PPE – Personal Protective Equipment) er sammen med elektrisk isolerende afdækning og isoleret værktøj væsentlige tiltag til at imødegå risici ved arbejde med elbiler under spænding.

Der bør anvendes personlige værnemidler, som beskyttelsesbriller og gummihandsker ved direkte eller risiko for kontakt med de elektriske og spændingsledende komponenter i elbilen.

Elbiler bør principielt ikke berøres uden korrekt PPE, herunder sikkerhedshandsker, som er godkendt til 1000 V. Følgende liste angiver europæiske standarder for forskellige typer personlige værnemidler (PPE), hvor nyeste udgaver heraf bør anvendes:

Emne	Værnemiddel (PPE)
Hoved	Egnet hjelm - EN 50365:2003
Øjne	Egnet visir eller briller - EN 166:2002
Krop	Indsatsdragt - EN 61482-1 og 2
Fødder/Krop	ESD-godkendt fodtøj - EN 15090:2012, type F2A
Hænder	Egnede handsker EN 60903:2004
Øvrig afdækning	"Gummi måtter" DIN VDE 0680/1 , EN 61111 , EN 61112

Der bør tages hensyn til det forhold, at vand – som ved regn/sne og slukningsvand – øger ledeevnen betydeligt. Risikoen for lysbuer bør tages i betragtning ved valg af PPE og korrekt værktøj og udstyr.

Du kan læse mere om krav til PPE og brug af disse i bilag 3 om 'Værktøj, udstyr og værnemidler'.

Vurdering af spænding i elbilen

I den konkrete indsats vil det være indsatslederen eller holdlederen, der vurderer, hvorvidt elbilen og ikke mindst højvoltsbatteriet er tilstrækkeligt intakt til, at det kan sikres, dvs. gøres spændingsløst, jf. producentens beskrivelse eller rescue sheets.

Højvoltsbatteriet vil dog ikke kunne gøres spændingsløst. Men en frakobling af hovedafbryderen vil medføre, at der ikke kommer spænding fra batteriet.

I praksis vil alene det forhold, at elbilen har været i et uheld (hvor redningsberedskabet er tilkaldt) gøre det svært at vurdere, hvorvidt højvoltsbatteriet stadig er intakt.

Hvis der er tvivl om dette, bør det som udgangspunkt antages, at ingen sikkerhedsfunktioner i elbilen virker normalt, og at det derfor forudsættes, at 'alle' dele af elbilen potentielt kan være spændingssat.

Antagelsen om, at der kan være spænding på elbilen, betyder, at der ifølge EN 50110-1 bør benyttes egnede og tilstrækkelige personlige værnemidler (PPE) til arbejde under spænding. PPE, isoleret værktøj og elektrisk isolerende afdækning af ledende materialer minimerer muligheden for kontakt i de områder af elbilen, hvor der kan være risiko for berøring under arbejdet.

Generelt vil det ikke give mening at foretage en kontrolmåling af spænding i elbilen i en indsatsmæssig sammenhæng. Komponenter med spænding vil ikke nødvendigvis være synlige. De kan desuden være beskadigede, således at spænding kan ledes via ethvert tilfældigt ledende materiale i elbilen, blot ved små mekaniske påvirkninger af karrosseri m.m.

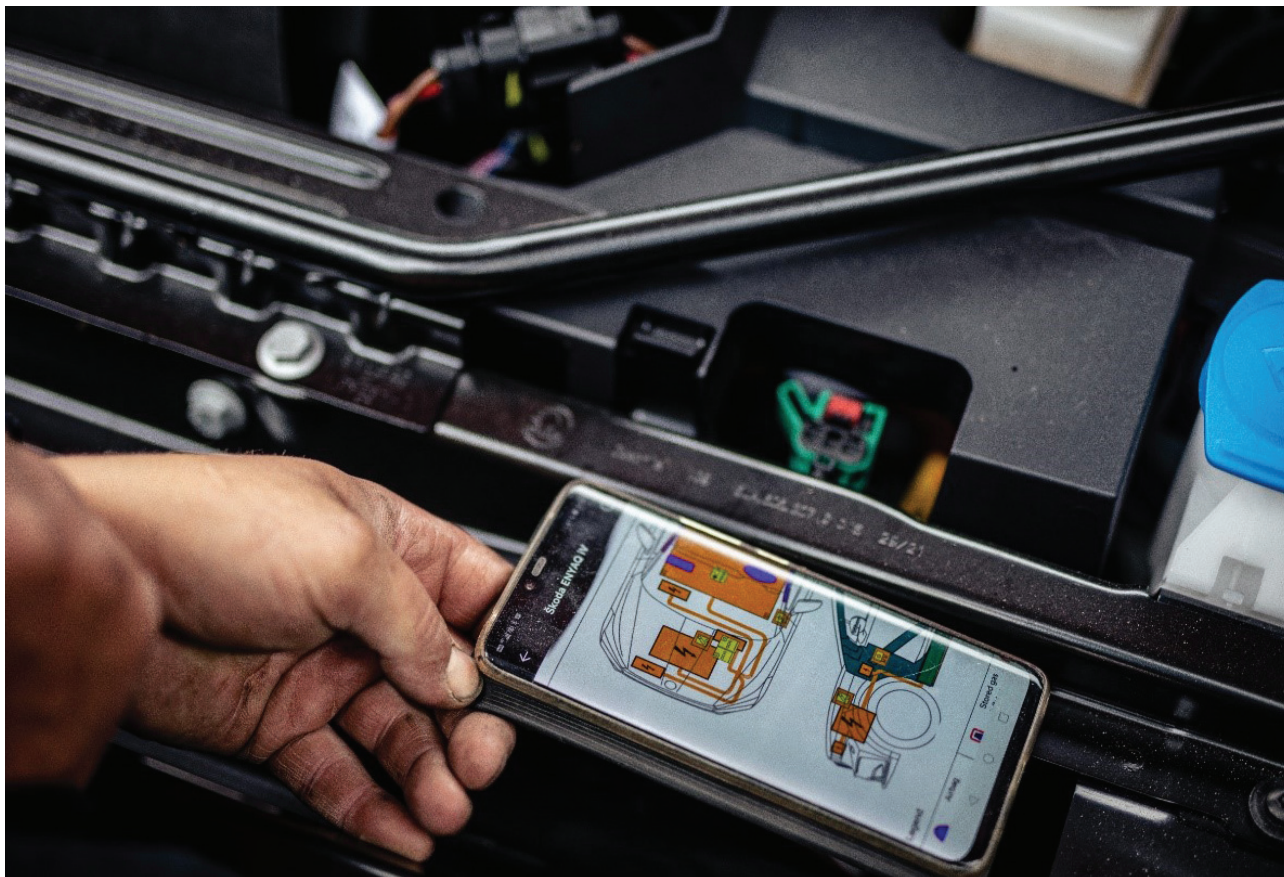
Redningsberedskabet forventes ikke at kunne foretage denne måling, da det vil kræve forudgående kompetencer (f.eks. en elektriker) at vurdere anvendelsesmuligheden samt udfø-

relsen af den korrekte type måling i forhold til spændingsniveauet.

Indsatsmandskabet bør være ekstra opmærksomme på, om højvoltsbatteriet begynder at afgive dampe, lyde, gnister mv. Det kan indikere, at en varmepåvirkning i højvoltsbatteriet er under udvikling. Der bør desuden, som ved alt arbejde med biler være opmærksomhed på det almindelige 12 V batteri.

Internationalt findes der bl.a. rescue sheets og andre informationer fra producenter og redningsberedskaber, som kan bidrage til vurderingen af spænding i elbilen. Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at de ikke nødvendigvis er dækkende for alle situationer, hvor en elbil er forulykket eller brænder.

Det forudsætter desuden, at holdlederen og mandskabet har adgang til rescue sheets på selve indsatsen. Mandskabet bør have trænet anvendelse af denne type af information på forhånd, så den bedst muligt kan bringes i anvendelse i en situation, hvor elbilen forventeligt vil være deformeret.



Rescue sheets anviser opbygningen af elbilen
Foto: Beredskabsstyrelsen

Værktøjer og afmærkning

I elbiler anvendes der fra producentens side mærkning/skiltning, som advarer mandskabet og andre beredskabsaktører mod faren for elektrisk stød. Denne mærkning/skiltning er synlig de steder i bilen, hvor der er fare for at komme i kontakt med de høje spændinger fra højvoltsbatteriet.

Orangefarvede kabler vil være med høj spænding. Det anbefales, at al kontakt eller arbejde med de elektriske komponenter – også uden synlige skader – foretages med brug af isoleret værktøj, der er godkendt til 1000 V, samt anvendelse af godkendte sikkerhedshandsker og andet PPE.

I en indsats med elbiler bør arbejdsområdet afspærres og skiltes mod fare for høj spænding. Som en hovedregel vil det svare til en afspærring af et fareområde med en min. afstand på 1 m til elbilen. Afspærring kan ske fysisk med f.eks. sort/gul minestrimmel eller markering i form af brandslanger og en italesættelse af fareområdet.

En yderligere synliggørelse af risiko for kontakt med spænding i og omkring elbilen kan foretages ved at elbilen markeres med klistermærker eller magneter med et fareskilt for højspænding.

Afmærkninger med minestrimmel og fareskilte opretholdes ved afslutning af indsatsen, når mandskabet frigives fra skadestedet og overleverer den forulykkede elbil til andre aktører som politi og transportør.

Ved overlevering bør oplysninger om elbilens stand, status for koblingsudstyr, herunder ladekabel, frakobling af hovedafbryderen, tænding og eventuelle sikkerhedsanordninger, formidles tydeligt til den nye ansvarlige på ulykkesstedet svarende til de anvisninger EN 50110-1 har for kommunikation ved arbejde på elektriske installationer.

Se evt. mere i Bilag 6: Overlevering og flytning af skadet elbil.



VIGTIGT VEDRØRENDE SPÆNDING PÅ ELBILEN

- Vær opmærksom på mærkning af køretøjet ved komponenter med høj spænding.
- Højvoltsbatteriet kan ikke gøres spændingsløst.
- Undgå berøring eller klipning af orange kabler.
- Grundet synlige og skjulte skader i elbilen vil en kontrolmåling af spænding i elbilen i praksis ikke kunne lade sig gøre.
- Mulighed for anvendelse af trædemåtter, sikkerhedsafdækning mv.
- Værktøj, instrumenter og tilbehør bør opfylde DS/EN 61010-1 eller tilsvarende.
- Anvendelse af personlige værnemidler (PPE) godkendt til 1000 V.
- Risikoen for lysbuer bør tages i betragtning ved valg af PPE, isoleret værktøj og udstyr.
- Arbejdsstedet (fareområdet), hvor elbilen er placeret afgrænses og mærkes tydeligt i en afstand på min. 1 m fra elbilen.
- Overlevering til politi eller transportør ved frigivelse af skadestedet.

Særlig opmærksomhed ved brand

Brand i elbilers højvoltsbatteri kan medvirke til en anderledes og mere kompleks indsats end ved traditionelle bilbrande, idet der foruden problemstillingen med høj spænding også kan udvikles et andet og mere voldsomt brandforløb.

Det er vigtigt, at det indsatte mandskab tager højde for disse risici, både i de taktiske prioriteringer i indsatsen, samt ved anvendelse af det rette materiel, udstyr og personlige værnemidler (PPE), og de kan håndtere risici omkring højvoltsbatterierne (op til 1000 V).

Den enkelte producents egen indsatsvejledning (rescue sheets) følges i videst muligt omfang².

Der er fokus på brand i elbiler eller situationer, hvor der er risiko for, at en brand kan opstå i elbilens højvoltsbatteri. Temahæftet er baseret på den eksisterende viden og erfaring, bl.a. fra redningsberedskabernes indsatser ved brand i elbiler eller Li-ion batteriet med en placering i det fri eller i en bygning.

Håndtering af en brand i en elbil, hvor højvoltbatteriet brænder eller er i risiko for begynde at brænde, vil ofte stille anderledes krav til den tekniske ledelse end i en tilsvarende indsats i en konventionel personbil.

Temahæftet belyser de indsatstaktiske muligheder og kan derved støtte indsatslederens og holdlederens håndtering af denne form for indsats - uafhængigt af, hvor elbilen er placeret. Både når der er tale om en offensiv indsats, evt. med akut fare for liv eller en defensiv indsats, som giver mulighed for en bedre 'planlægning' af indsatsen, da begge typer vil medføre en række særlige forhold i forhold til et sikkert arbejdsmiljø.

Det er nødvendigt, at de operative styrker er bekendt med elbilers særlige egenskaber og risikomomenter, så der kan gennemføres en forsvarlig indsats, ud fra vurderingen af mulighed for ventilation af brandrøg, indsatstid og

vandforbrug til slukningen mv. Særligt bør der være opmærksomhed på den relativ korte indsatstid, et stort vandforbrug, afmærkning og videregivelse af informationer ved afslutning af indsatsen.

Som supplement til temahæftet kan der med fordel søges viden i Beredskabsstyrelsens temahæfte om 'Særlige forhold ved redning i el- og hybridbiler', som bl.a. beskriver særlige risici ved frigørelse af fastklemte i elbiler.

Risiko for brand

En brand kan opstå spontant i højvoltsbatteriet grundet en række defekter. Risikoen for skader på battericeller som slag, stød og penetring af batteriets membraner samt overophedning af batteripakken kan medføre pludselige og voldsomme brande.

Risikoen for brand er også tilstede - også selv om der ingen identifikationer er på, at en brand er under opbygning i batteriet. Branden kan bryde op til flere timer og dage efter hændelsen er sket.

Grundet redningsberedskabets responstid vil der ofte være tale om en fremskreden brand, hvilket kan gøre det vanskeligt at vurdere brandårsagen. Identifikation af om det er en brand i selve elbilen eller en brand i batteriet bør dog ske så tidligt som muligt. Det er vigtigt at være opmærksom på, at et umiddelbart simpelt brandforløb i en elbil hurtigt kan ændre sig, såfremt den når at omfatte batteriet.

Hvis der er tale om en indsats med behov for frigørelse af fastklemte eller håndtering af elbilen, hvor kontakt ikke kan undgås kan der læses mere om prioriteringer, værnemidler og frigørelsens fem faser i temahæftet 'Særlige forhold ved redning i el- og hybridbiler' i afsnit om indsatstaktik og teknisk ledelse.

Særlige forhold i brandforløb

Brand, røg og de skader/deformationer, som tydeligt kan ses på elbilen er med til at indikere en mulig risiko for et beskadiget højvoltsbatteri. Det kan være varmeudvikling, 'thermal runaway', lyde, røgudvikling, unaturlige lugte eller væske, der løber ud af batteriet.

Skader på batteriet som slag, stød og penering af batteriets membraner samt overophedning af batteriet kan medføre en risiko for voldsomme brande. Årsagerne til en brand i en elbils højvoltsbatteri kan overordnet opdeles i tre typer af forhold.

- Indirekte påvirkning: Varmepåvirkning som påvirker batteriet udefra, eksempelvis overophedning ved ildspåsættelse af elbil eller brand i en bygning, hvor en elbil er parkeret.
- Intern påvirkning: Elektrisk kortslutning, hvor der sker en intern fejl i batteriets celler, f.eks. pga. en overopladning.
- Direkte påvirkning: Mekanisk deformation (bøjet, penetreret, knust m.m.), hvor f.eks. et voldsomt færdselsuheld påfører batteriet en defekt, som giver en kortslutning med brand til følge samt udledning af farlige gasser mv.

Et brandforløb ved brand i et højvoltsbatteri, udvikler sig hurtigt. Oftest er der mislyde fra batteriet. Dernæst udvikler batteriet røg, for til sidst at brænde eventuelt med mindre jetflammer eller mindre eksplosionsagtige udladninger, i takt med 'antændelse' af enhederne i batteripakken.

Slukningsforsøg med kvælende slukningsmidler har vist sig ineffektive og forgæves, da Li-ion batterier brænder ved en selvoxiderende proces. Processen kan 'føde' sig selv uden tilføring af ilt udefra. Dette kan give voldsomme temperaturstigning på op til ca. 1.000o.

Såfremt der ikke iværksættes effektiv køling af det overophedede batteri, vil batteribranden fortsætte indtil der ikke er mere brandbart materiale til stede. Denne proces varer typisk fra 2 timer og op til et døgn.

**RISICI VED KØLING AF HØJVOLTSBATTERIET**

- Brand i Li-ion kan udlede særligt HF-gas i 'peaks' med høje koncentrationer. Udledning af gas fra Li-ion batteriet kan være hvidlig, tyk og ildelugtende og lægge sig langs jorden, men også fremstå som en tyk brandrøg.
- Vigtigt at batteriet lokaliseres for en effektiv køling/slukning af flammer. Placering af højvoltsbatteri i bunden af bilen, bagage-rum, under kølerhjelen eller inde midt i bilen mellem forsæderne.
- Opmærksomhed på genantændelse af batteriet efter slukning.

Risikovurdering ved brand i højvoltsbatteriet

Li-ion batterier varierer i størrelse, spænding og kapacitet, men ligger typisk med en spænding fra 400 op til 1000 V. Højspændingsbatterier baseret på Li-ion teknologi har energien lagret ved hjælp af kemikalier. Forsøg har vist, at Li-ion batterier i sig selv ikke er mere brandfarlige end andre batterier, såfremt batterierne ikke er beskadede eller oplades med godkendt udstyr.

Såfremt indsatsleder eller holdleder vurderer, at der er risiko for en brand kan opstå inden redningsindsatsen er afsluttet, bør der tages særlige hensyn. Et simpelt brandforløb i en elbils højvoltsbatteri kan hurtigt ændres meget voldsomt og brandrøgen fra en højvoltsbatteri kan skabe store mængder af bl.a. HF-gas.

Placering af højvoltsbatteriet vil typisk i nyere 'rene' elbiler, som er afhængigt af et stort batteri, være i bunden af bilen. Men batterierne kan også være placeret i bagagerum, under kølerhjelmene eller inde midt i bilen mellem forsæderne. Køling bør være så direkte på af højvoltsbatteriet som muligt. Inddækninger kan evt. fjernes for at opnå en bedre effekt.

Ved udvikling af brand i elbilen tages der højde for, at personer uden åndedrætsværn ikke udsættes for brandrøg, gas eller opholder sig i røgfanen.

I tilfælde af udvikling af brand i elbilen eller mistanke om det anlægges fuld åndedrætsbeskyttelse for at undgå eksponering af brandrøg. Hvis der tale om brand i lukkede rum uden mulig ventilering kan være en udfordring for indsatsstiden.

Etablering af brandslanger med en høj vandydelse har til formål at yde beskyttelse mod personer i fareområdet (sikring) – og køle eller om muligt at begrænse brandudvikling til omkringliggende miljø og andre køretøjer (slukning). Det anbefales derfor, at der udlægges

sikringsslanger med en samlet vandydelse på min. 400 l/min³.

Hvorvidt en brand i batteriet kan slukkes eller køles tilstrækkeligt med 400 l/min vil være en konkret vurdering, som bør afspejle den valgte indsatstaktik således, at der ikke anvendes unødige mængder af slukningsvand.

Der arbejdes med en sikkerhedsafstand svarende til vandydelse, strålebillede og slukningsmiddel. Følgende er anbefalede afstande for slukning af elektriske brande (c-hanerør med tryk på 5 bar - DIN VDE 0132). Sikkerhedsafstand kan perspektiveres til sikringsslangen.

- Ukendt lavspænding <1000 V, 200 l/min:
– spredt stråle - min 1 m; samlet stråle - min 5 m
- Ukendt højspænding >1000 V, 200 l/min:
– spredt stråle - min 5 m; samlet stråle - min 10 m

Der er fire sikkerhedsmæssige forhold ved brandforløbet i elbiler, som indsatsmandskabet bør være opmærksom på:

- **Gasser/dampe/røg:** Nogle af kemikalierne i et Li-ion batteri (ofte flygtige organiske opløsningsmidler) kan ved lækage udvikle antændelige dampe med et lavt flammepunkt.
 - Der kan eksempelvis udvikles HF-gas, som dog ikke er brandfarlig, men er en giftig og farveløs gas med stikkende lugt. Gassen er let opløselig i vand og kan ende i slukningsvandet som flussyre. Flussyre er en farveløs opløsning, der kan give ætsningsskader ved kontakt.
- **'Thermal runaway':** Ved høj temperaturpåvirkning kan Li-ion batteriet indtræde i en kritisk tilstand, der starter en intern selvforstærkende dekompositionsproces ('thermal runaway'), som ender med, at hver battericelle opvarmes kraftigt indefra, når den lagrede kemiske energi udløses.

- 'Thermal runaway' kan udelukkende bremses ved køling af batteriets celler, som besværliggøres ved at batterierne, af sikkerhedsmæssige årsager, er pakket godt ind i beskyttende foranstaltninger og placeret sikre eller skjulte steder i bilen.
 - Der kan være risiko for tryksprængning af en lukket batterikasse uanset batteri type⁴.
- **Genantændelse af batteriet:** Af hensyn til mandskabets sikkerhed ved uheld med et Li-ion batteri, bør indsatsleder/holdleder være opmærksom på, at en brand kan opstå spontant i batteriet grundet defekter.
- Dette også selv om der forinden ingen identifikationer har været på, at en brand er under udvikling. Disse forhold, kan indtræffe op til flere timer og dage efter hændelsen er sket. Videregivelse af oplysninger til transportør mv. er vigtig.
- **Strandet energi:** Der kan være strandet energi tilbage i de battericeller, der ikke har været brand i eller på anden måde er påvirkede.
- Disse udgør en stor risiko for indsatsmandskabet, når elbilen håndteres under eller efter indsatsen. Strandet energi kan ikke 'tappes' af en elbil.
 - Herudover bør der være opmærksomhed på, at højvoltsbatteriet ikke kan gøres spændingsløst.



Ved en brand i en Tesla under opladning den 1. januar 2016 i Brokelandsheia i Norge udbrød der brand i elbilens højvoltsbatteri. Branden varede 23 timer og bilen endte med at være helt udbrændt. Efter slukningsindsatsen var overstået, var der fortsat 400 V højspænding i ca. 1/4 af batteriet.
Foto: Østre Agder Brannvesen

Forsøg med 'thermal runaway'

'Thermal runaway' er en beskrivelse af en temperaturstigning i højvoltsbatteriet, hvor varmen i de interne komponenter medfører et pres på battericellerne. Det igangsætter en proces med acceleration af øget temperatur og frigivelse af yderligere energi. Problemet med 'thermal runaway' kan opstå, hvis battericellerne eller den tynde skillevæg/membran, som holder komponenterne i batteripakken adskilt beskadiges eller på anden vis punkteres, hvilket kan medføre en kortslutning.

Det er vigtigt at være opmærksom på om skader og deformationer på den skadede elbil

sandsynliggør risikoen for udvikling af 'thermal runaway' og brand i højvoltsbatteriet. Risikoen for 'thermal runaway' ses ved overskridelse af den kritiske temperatur (ned til om-kring 90°) i højvoltsbatteriet.

Det kan være svært at identificere, hvorvidt der er en varmeudvikling og dermed risiko for brand. Identifikation af dette, f.eks. ved overvågning af et termisk kamera, bør dog ske så tidligt som muligt. Andre tegn på en begyndende brand i batteriet kan være dampe, røg, mislyde mv. fra højvoltsbatteriet.



QR kode til video om 'thermal runaway'

I 2016 blev der gennemført to fuldskalaforsøg med elbiler og brand i Norge. Der er udarbejdet en forsøgsrapport 'Fullskala brannetest av elbil'⁵ som bl.a. indeholder en beskrivelse af brandforløbet, herunder temperaturudvikling mv. Det første forsøg der er beskrevet i forsøgsrapporten, beskriver en 'thermal runaway', udløst på baggrund af en bagfra kollision af elbilen. Hastigheden svarer til påkørsel med 70 km/t.

Det svenske forskningsinstitut RISE har udgivet en del rapporter om Li-ion batterier og elbiler⁶



QR kode til video med hændelse med 'thermal runaway'

Den amerikanske National Transportation Safety Board (NTSB), har udgivet en undersøgelsesrapport 'Safety Risks to Emergency Responders from Lithium-Ion Battery Fires in Electric Vehicles'⁷ med baggrund i tre ulykker med elbiler, der efterfølgende har afstedkommet redningsberedskabets indsats. Rapportens

konklusioner beskriver samme form for modus, ved ulykker med elbiler, der medfører 'thermal runaway'. I videoen forklarer NTSB om hændelserne, og hvad man særligt bør være opmærksom på if. med indsatsen.



Video om NTSB's rapport om sikkerheds ved brande i elbiler.

Hovedafbryderen

Højvoltsbatterier i en elbil har høj elektrisk jævnspænding og indeholder væsentligt større energimængde end de almindelige 12 V batterier i en personbil med en benzin- eller dieseldrevet motor.

Ved en indsats i en elbil er det væsentligt for mandskabet at få frakoblet hovedafbryderen, hvis det ikke er sket, og dermed få gjort alle elbilens systemer spændingsløse. Hovedafbryderen er placeret forskelligt, alt efter hvilket mærke eller model, der er tale om.

Elbiler har typisk et eller flere 12 V batterier, som afbrydes på vanlig vis. Der vil fortsat være spænding på 12 V delen, indtil en af batteripolerne er demonteret på 'normal' vis. Der gøres opmærksom på, at selve batteripakken (Li-ion) ikke kan gøres spændingsløst.



OM FRAKOBLING AF HOVEDAFBRYDER

Der skelnes mellem sikring af almindelige 12 V batterier og højvoltsbatteriet.

Vær opmærksom på, at selve højvoltsbatteriet ikke kan gøres spændingsløst.

Har en elbil været involveret i et færdselsuheld, og er den efterfølgende brudt i brand, vil hovedafbryderen med meget stor sandsynlighed være frakoblet. Det betyder, at der ikke vil være spænding i elbilens systemer, undtaget i selve højvoltsbatteriet.

Det bemærkes, at hvis batteripakken er mekanisk deformeret kan dele af elbilens chassis mv. være spændingssat.

Der er en række indikatorer på, at hovedafbryderen kan være frakoblet i forbindelse med et færdselsuheld. Disse kan være:

- Højenergi ulykke, uden nedenstående emner
- Udløste airbags eller selestrammere
- Bagfra eller frontal kollision
- Side kollision

Elbiler under ladning

Såfremt en ikke-intakt elbil er tilsluttet ladning vil der være en øget risiko for personer, der kommer i direkte kontakt med elbilen. Grunden til dette er, at der kan skabes en spændingsvej gennem jordlederen, hvilket betyder, at personen kan få stød ved kontakt med én pol.

Elbilen er relativt mere sikker, hvis jordforbindelsen igennem ladekablet er fjernet – man skal da røre to dele af bilen for at kunne få spænding gennem sig. De fleste elbiler låser dog stikket, når kablet er tilkoblet, hvilket betyder, at det er svært at få kablet ud. Almindeligt frigørelsesværktøj vil typisk ikke være god-

kendt iht. EN IEC 60900, som er foreskrevet ved arbejde under spænding.

Er bilen forulykket må alle normale sikkerhedsforanstaltninger i bilen dog antages ikke at virke. Højvoltsbatteripolerne kan være direkte eksponerede eller have elektrisk forbindelse til chassisdele, der normalt er isolerede.

Der bør derfor benyttes korrekte personlige værnemidler (PPE), således at man ved slukning eller frigørelse ikke kan komme i (elektrisk) kontakt med flere forskellige ledende dele af bilen samtidig. Der kan med fordel anvendes trædemåtter og sikkerhedsafdækning.

**SIKKERHED IKKE-INTAKTE ELBILER**

Følgende tiltag er særligt væsentlige for at opnå den bedste sikkerhed ved håndtering af en ikke-intakt eller brændende elbil:

- Hvis elbilen er tilsluttet med ladekabel til en ladestander bør dette om muligt fjernes eller afbrydes helt inden der foretages yderligere arbejde direkte på elbilen, eksempelvis ved at afbryde strømforsyningen til kablet ved at frakoble gruppe i HPFI/eltavlen.
- Der kan anvendes isolerede trædemåtter, jordleder/ladekabel ikke kan afbrydes.
- Hvis det er muligt bør hovedafbryderen i bilen frakobles før yderligere arbejde på og nær elbilen – placering findes via relevante opslag i rescue sheets.
- Bemærk dog, at i fald højvoltsbatteriet er skadet eller elbilen er mekanisk skadet i form af tryk eller brud på metaldele bør den anses for usikker og med risiko for utilsigtet spænding på bilen, også selvom ladekabel og hovedafbryderen er frakoblet.
- Hvis direkte kontakt med en skadet elbil er påkrævet, anbefales det altid at benytte personlige værnemidler (PPE) og udstyr som tidligere beskrevet, samt sikkerhedsafdækning.

Placering af højvoltsbatteriet

Højvoltsbatteriet kan afhængigt af bilmærke være placeret forskellige steder i elbilen. Visse bilmærker, har batterierne placeret det samme sted, uanset model, hvorimod andre bilmærker, har batteriet placeret forskellige steder.

Større batteripakker vil ofte være placeret i bunden af elbilen, men kan også være i bagagerummet, under kølerhjelmene eller inde midt i bilen, mellem forsæderne.

Generelt kan adgang til højvoltsbatteriet være meget kompliceret, grundet membranerne i batteripakken og en placering, hvor tilgængelighed kan være yderlig begrænset pga. skader på karrosseriet.

Placeringen af højvoltsbatteriet, og hvorvidt det er beskadiget, har betydning for, hvilken teknik og indsatstaktik, som mandskabet bør anvende under indsatsen.



*Kabler med høj spænding vil oftest være orangefarvede, som her i motorrummet
Foto: Beredskabsstyrelsen*

Du kan læse mere om sikkerhed, særlige risici og Gældende lovgivning, regelsæt og standarder i bilag 2 om 'Sikkerhed ved arbejde med elbiler'.



VIGTIG VIDEN FOR BRANDMANDEN

- Personlige værnemidler (PPE) der er godkendt til 1000 V: Sikkerhedshandsker, indsatsmundering (beskyttelse mod lysbuer), sikkerhedshjelm med visir – alternativt beskyttelsesbriller/øjenværn, godkendt fodtøj eller trædemåtte ved kontakt med elbilen og frigørelse.
- Sikkerhedsudstyr: Værktøj godkendt til 1000 V. Der kan anvendes isolerende gummimåtter til afdækning af ledende materiale beskyttende afdækning. Højvoltsbatterier i en elbil har høj elektrisk jævnspænding og indeholder væsentligt større energimængde end de almindelige 12 V startbatterier i en personbil med en benzin- eller dieseldrevet motor.
- Ved en indsats i en elbil er det væsentligt for mandskabet om muligt at få frakoblet hovedafbryderen og dermed få gjort alle elbilens systemer spændingsløse.
- Hvis det ikke kan lade sig er det vigtigt, at der tages højde for en sikkerhedsafstand i forbindelse med slukningen afhængigt af vandydelse og slukningsteknik.
- Vær opmærksom på, at selve højvoltsbatteriet ikke kan gøres spændingsløst.
- Der bør være to personer til stede ved arbejde under spænding for, at der er én, som kan træde til i tilfælde af elektrisk stød.
- Afmærkning af fareområde med skiltning mod høj spænding – dette opretholdes ved frigivelse af skadestedet (min. 1 m)
- Vurdering af tilstanden af bilens højvoltsbatteri, frakobling af hovedafbryder, spænding, skader på kabler.
- Ekstra opmærksomhed, hvis der observeres lyde, røgudvikling eller unaturlige lugte fra batteriet eller væske der løber ud af batteriet. Det kan indikere varmeudvikling/'thermal runaway' i højvoltsbatteriet.
- Markering med afspærring og skiltning med 'Fare - høj spænding' fastholdes efter indsatsen ved overdragelse til politi eller transportør. Undgå så vidt muligt unødige vrid i bilen under indsatsen og mens den læses på fejlbladet.

Indsatstaktik - Brand

Ved brand eller konstateret risiko for 'thermal runaway' i en elbil, er der to former for indsats, der kan anvendes. Hvilken metode der anvendes, vil være situationsbestemt.

- Brand i højvoltsbatteri med offensiv tilgang. Direkte slukning og køling af batteri/elbil.
- Brand i højvoltsbatteri med defensiv tilgang. Lade elbilen udbrende eller placering i elbils-container eller tilsvarende mulighed for køling.

Ud over ovenstående vil der kunne gennemføres kombinationsindsatser, hvor der først anvendes en offensiv tilgang og siden hen defensiv tilgang, f.eks. ved brand i elbil i en bygning.

Der gøres opmærksom på, at en udvikling af brand i højvoltsbatteriet vil være svær at slukke, og at en offensiv eller defensiv tilgang derfor ofte vil handle om at sikre en brandudbredelse til nærtstående køretøjer, bygningsdele mv.

I forbindelse med opbygning af skadestedet og fareområde er det vigtigt, at den tekniske leder sikrer sig, at fareområdet er stort nok, således at indsatsmandskab, der ikke har anlagt fuld åndedrætsbeskyttelse, samt øvrige personer ikke eksponeres for brandrøgen. Det samme gælder for placering af materiel og køretøjer, uanset om elbilen er placeret i det fri eller i en bygning.

Ved brand i højvoltsbatteriet er der altid en række forhold som den tekniske leder - tidligt i indsatsforløbet, bør træffe beslutninger om:

- Behov for supplerende mandskab, idet indsatsen kan risikere at blive langvarig
- Fast eller kontinuerlig vandforsyning
- Logistik omkring branddragter, trykløftsapparater, rensesystem mv.

Ydermere bør den tekniske leder være opmærksom på risikoen for, at indsatsen udvikler sig, idet brandrøgen fra højvoltsbatteriet kan skabe store mængder HF-gas. Disse elementer bør den tekniske leder have med i sine overvejelser, når den indre afspærring etableres og opbygningen af skadestedet med dets faciliteter placeres.

Forholdsregler ved brand i elbil

Fælles for både den offensive og den defensive indsatsmetoder er, at der ved langt størstedelen af indsatserne, ikke umiddelbart er fare for, at mandskabet får elektrisk stød fra køretøjets højspændingssystem. Batteriet og de elektriske komponenter er et lukket system, som fungerer uafhængigt og er adskilt fra køretøjets øvrige konstruktion.

Det er af væsentlig betydning, at hovedafbryderen i elbilen frakobles, hvis dette ikke er sket automatisk.

Der opstår først en risiko for elektrisk stød, hvis der er sket en skade på de elektriske højspændingskomponenter eller der er opstået en brand i højvoltsbatteriet. Såfremt elbilen står under ladning bør der være et særligt fokus på at frakoble/afbryde ladningen.

For at minimere risikoen for skader på mandskab og udstyr er det vigtigt, at det indsatte mandskab løbende vurderer situationen i forhold til en skadesudvikling samt de aktuelle risici.

Indsatstiden bør afspejle den tid, som der efter selve røgdykningen, skal afsættes til at foretage afklædning efter skærpede procedurer (ren brandmand), hvor apparat tages af som det sidste. Det vil i praksis betyde, at der med et luftindhold til ca. 30 min. (afhængigt af, hvor hårdt arbejde der udføres, indtrængningsvej mv.), vil være en reel indsatstid på omkring 20 min. Det kendes i forvejen fra indsatser med kemikaliedykning, hvor røgdykkerne i situationer uden luftbank, må trække ud før tilbage-trækningssignalet på apparatet lyder.

Som udgangspunkt bør man holde sig fra kontakt med brandrøg og udsivende gasser og indsættes 'med vinden i ryggen' i fareområdet. Hvis der arbejdes i nærheden af fareområdet, hvor øvrigt mandskabet kan blive eksponeret eksempelvis ved skiftende vindretning, bør der anvendes korrekt PPE. Der foretages afvaskning og udskiftning af al indsatsmundering.



VIGTIG VIDEN FOR BRANDMANDEN

- Undgå ophold i brandrøgen for mandskab og andre uden fuld åndedrætsbeskyttelse
- Opmærksom på den reelle indsatstid, når der tages højde for skærpede procedurer for afklædning svarende til 'ren brandmand'

Sikringssslange minimum 400 l/min

- Opmærksomhed på risiko for stød gennem slukningsvand
- Sikkerhedsafstand ved slukning svarende til indsættelse til brand med 1000 V
- Sikkerhedsafstand til elbil på min. 1 m for at undgå berøring
- Opmærksomhed på skadesudvikling.

Før indsats

Hvis der er sket skader på elbilens højvoltsbatteri og spændingskabler med høj spænding er blevet blotlagte, vil der være en mindre risiko for, at der kan være høj spænding i elbilens karosseri.

Derfor er det vigtigt, at mandskabet tager de fornødne forholdsregler. Ud over anvendelse af indsatsdragt og røgdykkerapparat, bør mandskabet anvende sikkerhedsudstyr og værktøj, som er godkendt op til 1000 V.

I processen med at sikre bilen, er det vigtigt, at der er fokus på personsikkerheden for mandskabet og eventuelle tilskuere. Ved brand

i et elbil-batteri, hvor hovedafbryderen ikke er frakoblet, er der en minimal risiko for at elbilen kører ved egen drift - hvis den står i gear.

For at undgå dette, er det vigtigt, at elbilen sikres. Der findes udstyr som en 'plug' til at sætte i ladestikket, det får elbilen til at gå i lademode således den ikke kan køre. Afhængigt af omfang af branden kan dette være en mulighed.

Elbiler har et stort moment, hvilket betyder, at sikringen bør være effektiv. Der bør om muligt foretages opklodsning. Hvis hovedafbryderen er frakoblet, vil elbilen ikke selv kunne starte og køre.

Ved de fleste typer af elbiler, er der ved hvert hjul, placeret kondensatorer. Disse har en hjælpefunktion ved igangsættelse og opbremsning og genererer i den forbindelse strøm.

Under indsats

Ved brand i elbiler bør mandskab inden for sikkerhedsafstanden anvende fuld åndedrætsbeskyttelse. I de tilfælde hvor elbilen brænder i det fri, bør røgdykkerne indsættes med vinden i ryggen og i kortest mulig tid. Dette er for at minimere eksponering af farlige stoffer på branddragten.

Røgdykkerne må ikke komme i kontakt med elektriske komponenter. Hvis dette ikke kan undgås, bør der anvendes beskyttelsesudstyr godkendt til 1000 V.

Hvis elbilen står til opladning, og det ikke er muligt at afbryde for opladning, arbejdes der være den rette sikkerhedsafstand. Dette gør sig også gældende ved brand i selve batteriet. Der arbejdes med en sikkerhedsafstand svarende til vandydelse, strålebillede og slukningsmiddel. Følgende er anbefalede afstande for slukning af elektriske brande (c-hanerør med tryk på 5 bar - DIN VDE 0132). Sikkerhedsafstand kan perspektiveres til sikringslangen.

- Ukendt lavspænding <1000 V, 200 l/min:
 - spredt stråle - min 1 m; samlet stråle - min 5 m
- Ukendt højspænding >1000 V, 200 l/min:
 - spredt stråle - min 5 m; samlet stråle - min 10 m

Adgang til batteriet

For at skabe adgang til elbilens væsentlige komponenter, er det vigtigt, at der ikke skæres hul i motorhjælmen eller klippes i bilens vanger, da man risikerer at ramme komponenter med høj spænding, såfremt at hovedafbryderen ikke er frakoblet.

Køling eller slukning af en elbils batteri kan være vanskelig, grundet placering af batteriet. Afhængig af bilmærke, kan batteriet være placeret forskellige steder i køretøjet. Visse bilmodeller, har batterierne placeret det samme sted, uanset model, hvorimod andre bilmærker, har placeret batteriet forskellige steder.

Batteriet kan være placeret i bunden af bilen, bagagerummet, under kølerhjælmen inde midt i bilen eller mellem forsæderne. Dette har den betydning for slukningsindsatsen, at det kan være problematisk at køle eller slukke batteriet.

Placeringen af batteriet er vigtig at få fastlagt så tidligt som muligt, da det, har betydning for, hvilken indsatsmetode (teknik og taktik), som indsatsmandskabet bør anvende under indsatsen.

Det bemærkes, at selve højvoltsbatteriet ikke kan gøres spændingsløst.



Batteriramme integreret under sæder i kabinen.
Foto: Toyota

Overvågning og køling af batteriet

Hvis Li-ion batteriets kritiske temperatur (90–250 °C afhængig af type) overskrides, vil der kunne indtræffe 'thermal runaway', hvilket kan medføre, at batteriet enten brænder eller tryksprænger.

Derfor bør en evt. temperaturudvikling i enten højvoltsbatteriet eller bilbranden overvåges eksempelvis med termisk kamera, hvilket med fordel kan ske løbende.

Køling med vand direkte på batteripakken kan i nogle tilfælde have en effekt. Det bemærkes dog, at effekten bør overvåges med et termisk kamera, da placering, samt konstruktion og indpakning af batteriet kan gøre det svært at lave en effektiv køling.



Metode til at løfte elbilen for en mere direkte køling af batteripakke i bunden af bilen
Foto: Hovedstadens Beredskab

Indsats ved elbiler i brand, i hele og delvist lukkede rum

Før indsats

Ved brand i elbiler i lukkede eller delvist lukkede rum f.eks. parkeringskældre, afhænger indsatsen af, hvorvidt batteriet er i brand, og om der er personer i fare. Hvis der er personer i fare, bør der anvendes en offensiv taktik.

Såfremt det alene er batteriet, der er i brand, er et særligt opmærksomhedspunkt brandrøgen, idet den indeholder en stor koncentration af sundhedsskadelige stoffer.

Det bør vurderes, om der gennemføres en relativ ressourcetung offensiv indsats, med de risici dette indebærer i forhold til røgspredning, store mængder slukningsvand på gulvet, kort indsats tid for røgdykkerne mv., eller om det er muligt at fjerne elbilen fra bygningen. Dette

kræver dog anvendelse af specialmateriel, for at denne form for indsats kan lade sig gøre.

Under indsats

I lukkede rum uden nogen form for ventilation (naturlig eller mekanisk) vil der være en relativ kort indsats tid, da indsats tiden bør afspejle den tid, som der efter selve røgdykningen, afsættes til at foretage afklædning efter skærpede procedurer (ren brandmand), hvor ap-parat tages af som det sidste.

Det vil i praksis betyde, at der med et luftindhold til ca. 30 min. (afhængigt af, hvor hårdt arbejde der udføres, indtrængningsvej mv.), vil være en reel indsats tid på omkring 20 min. Det kendes i forvejen fra indsats er med kemikaliedykning, hvor røgdykkerne i situationer uden luftbank, må trække ud før tilbagetræknings signalet på apparatet lyder.

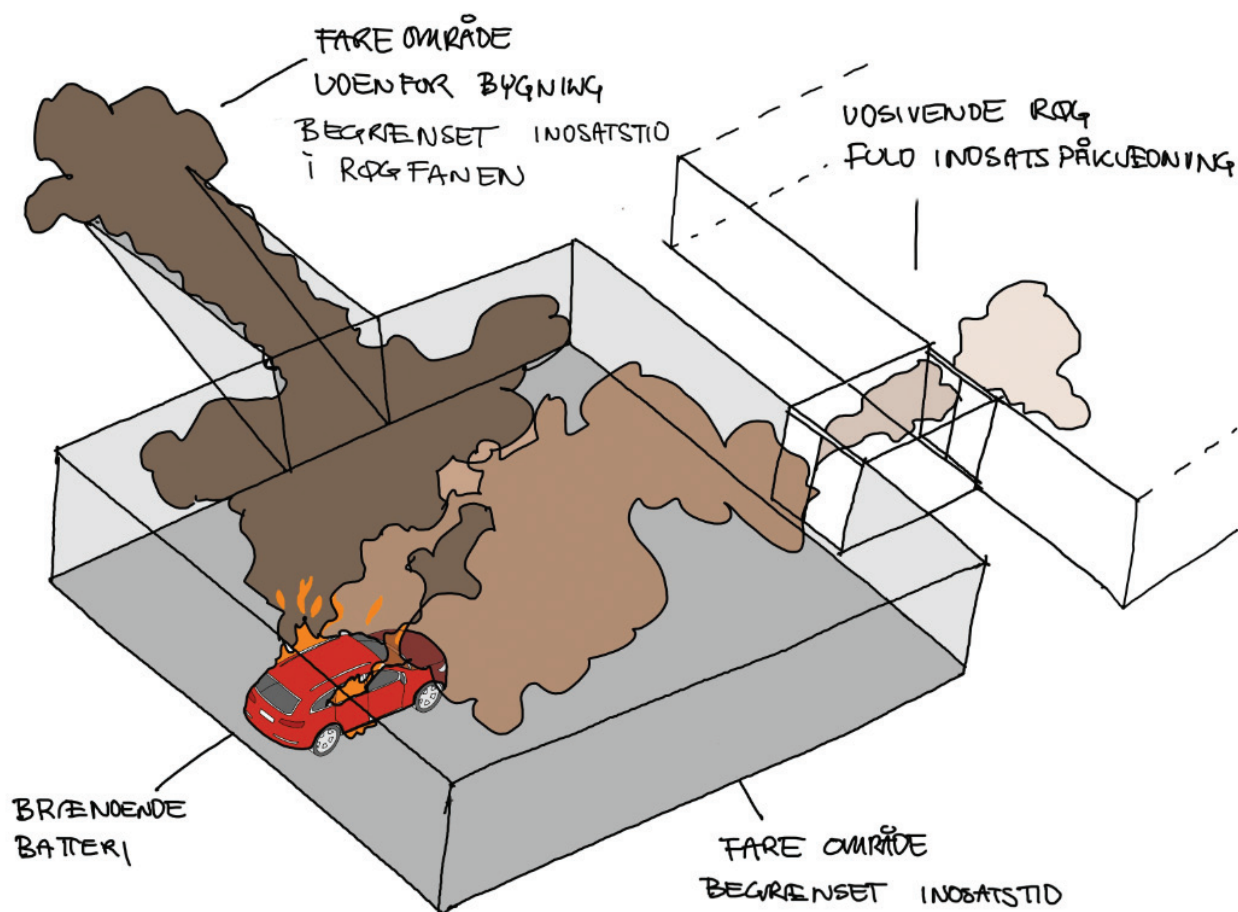


Illustration: Hovedstadens Beredskab, 2022

Overordnet påvirkes indsatstiden (med fuld åndedræt) af brandmandens aktivitetsniveau. Koncentrationen af udsivende gasser fra batteriet og brandrøg vil formentlig være mindre i rum med bedre ventilation, men dette er af mindre betydning for selve eksponeringen, som bør håndteres uagtet koncentration af brøndrøg og gasser.

Det vil selvfølgelig være en konkret vurdering, da forholdene eks. mængden af røg hurtigt kan ændre sig også i de 'tilstødende' rum.

Der bør være opmærksomhed på, om der f.eks. er en døråbning til fareområdet – enten som adgangsvej for røgdykkerne eller en dør,

som står på klem for at give plads til brandslangerne.

Der kan evt. skelnes mellem om mandskabet i det 'tilstødende' rum arbejder, eller om det 'kun' anvendes som gennemgangsrum.

Generelt bør ophold – arbejde som gennemgang – i røgfylde rum minimeres. I den forbindelse kan supplerende ventilering overvejes i forhold til risici eller fordele.

Når elbilen er uden for bygningen, bør der på ny vurderes på, om der anvendes offensiv eller defensiv indsatsstaktik.



QR kode til video med med 'thermal Runaway' i parkeringshus

Efter indsats

Efter branden er slukket, bør mandskabet løbende foretage en vurdering af en potentiel temperaturudvikling i batteriet, f.eks. i form af temperaturmålinger eller overvågning af udvikling af røg, dampe eller mislyde, som kan være tegn på en evt. temperaturændring i batteriet.

Batteriet kan, på grund af den proces, det har været igennem, generere varme og derved overskride den kritiske temperatur længe efter, at branden er slukket, og elbilen synes afkølet. Dette kan vare op til døgn efter antændelse – der er dog set tilfælde, hvor der sker en antændelse af batteriet flere dage efter den første antændelse.

I forhold til den personlige sikkerhed bør man som i en 'normal' brand antage at stofferne (fluorforbindelser, metaller m.fl.) er til stede, indtil alle overflader er sanerede.

Det kan være en god praksis at oplyse om indsatsen til skadesservice og andre, som skal opholde sig i rummet. Så kan de tage de fornødne forholdsregler i forhold til anvendelse af personlige værnemidler (PPE) som engangshandsker, filtermaske/åndedrætsværn, beskyttelsesdragt mv.

Der bør rettes særlig opmærksomhed på eventuelt slukningsvand, der kan indeholde diverse stoffer, som kan være miljø- og sundhedsskadelige. I det omfang, at vandet er samlet i en beholder, f.eks. i forbindelse med nedsænk-

ning af batteriet i vand, kan vandet indeholde stoffer, som skal håndteres korrekt. Se 'Farlige stoffer' app'en.

Defensiv indsats ved brand i elbiler

Indsats ved elbiler i brand i det fri

Ved brand i en elbil bør der hurtigt træffes en beslutning om, hvorvidt branden i elbilen skal slukkes eller have lov til at brænde ud. Det beror på en vurdering i den konkrete situation.

Står elbilen eksempelvis og generer kritisk infrastruktur, vil det give god mening at gennemføre en hurtig og offensiv slukning og med efterfølgende køling og borttransport. Det samme kunne gøre sig gældende i et tæt bebygget område, hvor røgen vil udgøre en fare for mennesker, såfremt at elbilen ikke flyttes.

Står elbilen derimod på et ugeneret sted, kan indsatsen være at lade elbilen udbrænde, under hensynstagen til den følgefurening, der vil være ved at slukke bilen på det pågældende sted. Konstateres der en temperaturstigning i batteriet, må det antages, at der er startet en 'thermal runaway', som skal håndteres på ny.

Særlige forhold ved elbiler i vand

Elbiler, der er under vand⁸, bør personer som udgangspunkt ikke være i forbindelse med, med mindre det kan gennemføres på en sikker og forsvarlig måde. Hvis det er muligt, bør man forsøge at slukke for tændingen, så elbilen 'lukker ned', mens den er i vandet.

En elbil, som ikke har været involveret i et uheld eller på anden måde har fået ødelagt batteriet, udgør som udgangspunkt ikke en større risiko end andre elbiler, når den er fjernet fra vandet.

Når elbilen er bjærget, håndteres den på samme måde, som en indsats ved elbil på fast underlag. I denne proces er der en risiko for, at der bliver frigivet CO og HCL dampe. Det samme gør sig også gældende, hvis batteriet er beskadiget inden elbilen er kørt i vandet.

Brand i en elbil, hvor der ikke er brand i batteriet

I langt de fleste tilfælde, når der er brand i en elbil, er det selve elbilen, der brænder og ikke batteriet. Denne form for bilbrand, bør derfor betragtes som en 'almindelig' bilbrand.

Det er dog væsentligt, at mandskabet er opmærksom på den eventuelle varmepåvirkning, som denne brand kan have på batteriet. Såfremt batteriet er varmepåvirket kan der være en længere indsatstid end ved en konventionel bilbrand.

Arbejde med høj spænding

Indsatser med elbiler medfører særlige risici i forhold til en indsats med benzin- eller dieseldrevet bil. Her er det risici ved arbejde med høj spænding – og anvendelse af slukningsvand – som mandskabet bør være opmærksomme på.

Ifølge IC 61140:2016 (International Electrotechnical Commission) ligger niveauet for højspænding over 1500 V jævnspænding (D.C.). Når spændingsniveauet er mindre end eller lig med 1500 V D.C., er der ifølge IEC ikke tale om højspænding, men lavspænding.

For vekselstrøm ligger niveauet for højspænding over 1000 V A.C. Dette betyder, at der i teknisk forstand ikke er tale om højspænding i bilens elektriske system.

Når udtrykket 'høj spænding' bruges i temaheftet skal det ses i relation til den spænding, som findes i bilers 12 volts systemer.

Du kan læse mere om sikkerhed og anvendelse af værktøj i bilag 2 og bilag 3.

Hjælpemidler i slukningsindsatsen

Vandforsyning til køling og slukning

Ved brand eller temperaturstigning i en elbils batteripakke bør der foretages en effektiv køling af denne. Det er derfor vigtigt, at der sikres en stabil og tilstrækkelig vandforsyning fra starten af indsatsen svarende til min. 400 l/min.

Med udgangspunkt af 112-meldingen bør der sammensættes en førsteudrykning, der afspejler det forventede vandforbrug.

Ved køling og slukning af et batteri bør det sikres, at der anvendes materiel, herunder strålerør, der godkendt til slukning af brande i elektriske systemer.

Termisk kamera

Anvendelse af termisk kamera kan benyttes til kontrol af, om et højvoltsbatteri er temperaturpåvirket samt til at monitorere effekten af den iværksatte køling. Man bør dog være opmærksom på evt. beskyttelseskappe eller beklædning af batteriet, da det kan betyde væsentlige fejlmålinger.

Hvis højvoltsbatteriet sidder i bunden af køretøjet, vil bilen med fordel kunne hæves for en mere effektiv køling samt for bedre at kunne måle temperaturen på batteriet.

Anvendelse af brandtæppe

I nogle indsatser vil det kunne give mening at anvende et brandtæppe. Der er dog en række forhold, som mandskabet bør være bevidste om:

- Et brandtæppe vil ikke kunne slukke selve branden i højvoltsbatteriet – kun begrænse flammer og brandrøg.
- På grund af udsivende gasser kan der opstå et stort tryk under tæppet, som kan løfte det. Det skyldes udsivende gasser, som ikke er antændt.
- Der er risiko for punktvis gennembrænding af tæppet pga. høj temperatur.
- Mandskabet bør være trænet i at anvende et brandtæppe.
- Der kræver plads omkring elbilen, hvis brandtæppet skal anvendes korrekt.



Anvendelse af brandtæppe.
Foto: Østre Agder Brannvesen

Anvendelse af overtryksventilator

En overtryksventilator kan anvendes til flere formål. Udendørs kan den bruges til at bortventilere røgen fra et område, som ønskes beskyttet og derved 'styre' røgen i en bestemt retning. Da ventilatoreren har forskellige og begrænsede kapaciteter, vil effekten være meget afhængig af den naturlige ventilation på stedet.

Indendørs, som eksempelvis i parkeringskældre, kan overtryksventilatorerne anvendes til at bortventilere røg og derved bidrage til at forlænge indsatstiden ved at forbedre arbejdsmiljøet og sigtbarheden samt minimere skader på omgivelser. Anvendelsen bør overvejes if. til den taktiske tilgang, som er valgt for at skabe kvalitet i indsatsen.

Fremrykningshastigheden for røgdykkerne i en bygning afhænger bl.a. af sigtbarheden.

En effektiv ventilering kan bidrage til en mere sikker og effektiv indsats. Det forudsætter, at mandskabet er trænet i ventilationstaktikker, herunder ventilationens påvirkning af brandforløbet.

Det bemærkes, at tryksætning er en defensiv taktik af blandt andet parkeringskældre, som kan medføre røgspredning til trapper og udgangsveje, som kan vise sig at være uhenigtsmæssig.

Der findes en række specialfremstillede ventilatorer, som har en øget effekt sammenlignet med traditionelle ventilatorer. Et eksempel er LUF60, som har en max. ventilerings effekt på 90 m³/min.



Anvendelse af LUF 60, til henholdsvis ventilering og bugsering af elbil fra P-kælder eller parkeringshus
Foto: Hovedstadens Beredskab

Fjernelse af bil fra parkeringskælder

Generelt for slukningsindsatser i parkeringskælder og andre parkeringsanlæg bør der tages højde for lange angrebsveje gennem flere bygningsafsnit.

Som en del af indsatsen bør det overvejes, om det er hensigtsmæssigt, at fjerne en - eller flere biler for forebyggende at forhindre antændelse af flere biler - eller som et direkte tiltag for at fjerne den brændende elbil.

I begge tilfælde bør beslutningen om, hvem der kan forestå opgaven baseres på grundige overvejelser om risiko for mandskabet, og dermed om opgaven kan løses af andre end redningsberedskabet.

Opgaven med at fjerne biler planlægges og koordineres under hensyntagen til eventuelt øvrigt indsat mandskab og kan eventuelt foretages ved anvendelse af "rulleskøjter" under hvert af bilens hjul.

Er der tale om længere afstande eller kørsel på platforme, ramper eller hældninger, kan trækende køretøjer, robotter eller andre anordninger eventuelt anvendes.

Nedsækning i container med vand

Anvendelse af en vandfyldt container er et effektivt middel for køling af et batteri. En brandslukningscontainer kan være indrettet som et tætsluttende kar, hvor dyser i bunden og i siderne vil kunne skabe en effektiv køling af et batteri.

Elbilen kan enten læsses med en kran eller trækkes ind fra bagenden af containeren med et spil. Under transport til oplagsplads mv. vil der kunne ske en kontinuerlig køling af batteriet.

Hvis ikke det er muligt at anvende en indrettet brandslukningscontainer, vil et alternativt hertil være en mere lavpraktisk løsning - en almindelig container med tætsluttende bund og sideforing med en armeret presenning.

Kølingen vil kunne ske ved at fylde containeren op med vand, så batteriet er dækket af vand. Læsning, borttransport og losning af elbilen i containeren kan være problematisk grundet vandet i containeren, da den ikke er indrettet til formålet.

Ved recirkulation af vandet i containeren kan koncentration af forskellige stoffer og pH være høj. Når indsatsen er tilendebragt og elbilen udtaget af brandslukningscontaineren, bør slukningsvandet fra containeren af hensyn til miljøet og arbejdsmiljøet behandles på forsvarlig vis. Den kommunale miljømyndighed bør kontaktes.

Måling af farlige gasser

Nye personbiler indeholder i dag en masse plastik, som der tages højde for i en slukningsindsats. Dette gælder også for elbiler, som desuden vil kunne have en anden sammensætning af brandrøgen på grund af Li-ion batteriet.

Der findes detektorer til påvisning af eksempelvis HF-gas. En måling vil ikke nødvendigvis være valid i forhold til situationen og det man ønsker at påvise. Koncentrationer af farlige stoffer og udsivende gasser vil kunne være meget lokale.

I praksis bør det antages, at der som i andre brande vil være farlige stoffer og gasser til stede. Disse vil dog oftest kunne håndteres med brug af indsatsdragt, fuld åndedrætsbeskyttelse, øvrig PPE og normal praksis for aflægning af mundering, procedure for 'ren brandmand' mv.

Der bør dog være opmærksomhed for mindre flammer, 'eksplosionsagtige' puf, udsivende gasser mv. fra batteriet, da udslippet af gasser fra batteriet godt kan 'peake' i løbet af branden.

Kontakt med slukningsvand bør så vidt muligt undgås eller minimeres. Det skyldes forekomsten af flussyre, som dannes ved sammenblanding af HF-gas og vand. Koncentrationen af flussyre vil dog formodentligt være begrænset grundet de store mængder vand. Eksponering af flussyre på huden vil kunne være lokalt irriterende, men vil ikke være livstruende⁹ i denne type af indsatser.



Foto: Andreas Hillergren/TT/Ritzau Scanpix

Den tekniske leders udfordringer

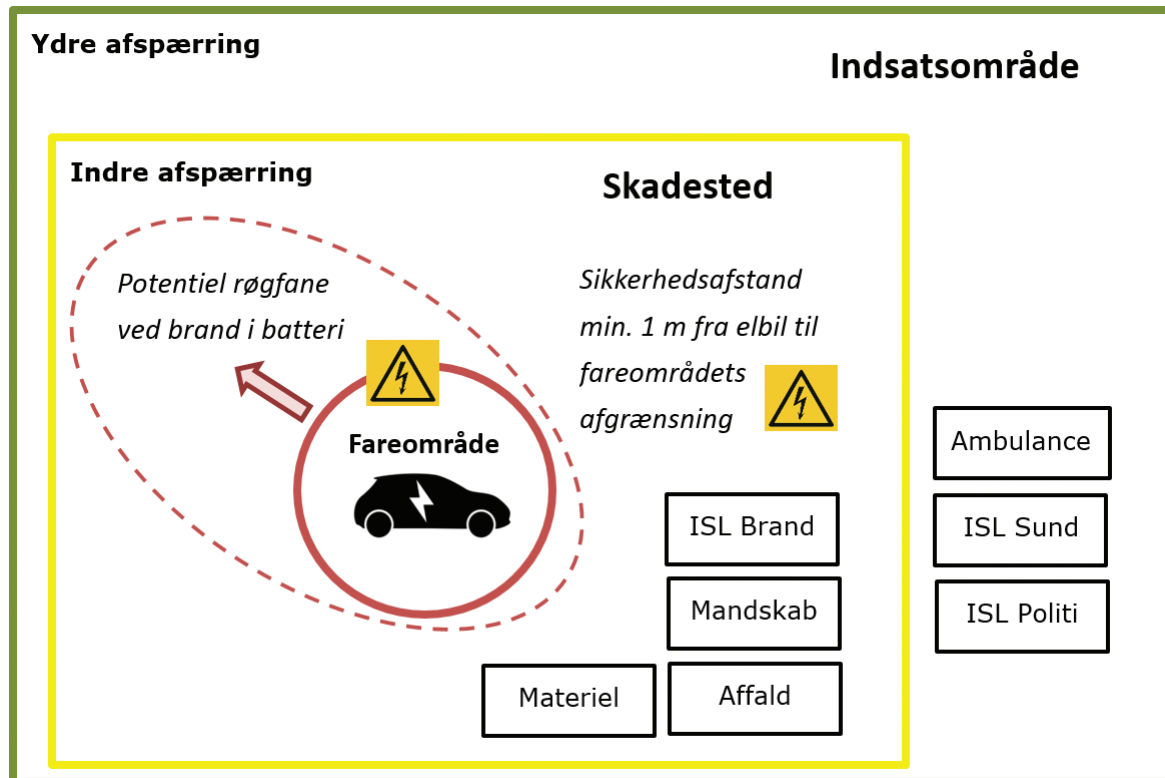
Opbygning af skadested og fareområde

Sikring af arbejdsområdet i form af afmærkning med minestrimmel omkring fareområdet er vigtig og iværksættes hurtigt. Afstand til elbilen bør være min. 1 m. Det er vigtigt, at den tekniske leder sikrer sig, at indre afspærring er stor nok, således at mandskab, der ikke har anlagt fuld åndedrætsbeskyttelse og andre beredskabsaktører omkring skadestedet, ikke eksponeres for eventuel brandrøg.

Dette gør sig også gældende for placering af depoter (materiel, mandskab og affald) og indsatskøretøjer. Da der ved skader på højvoltsbatteriet er risiko for, at der udvikles en brand, er der en række forhold, som den tekniske leder – tidligt i indsatsforløbet bør have med i opbygningen af skadestedet. Det er:

- Behov for ekstra mandskab og materiel, idet indsatsen kan risikere at blive langvarig.
- Fast eller kontinuerlig vandforsyning.
- Logistik omkring branddragter, trykløftsapparater mv.
- Afspærring af fareområdet med mærkning for arbejde med høj spænding.
- Potentiel røgfane ved brand i batteripakken.

Ydermere bør den tekniske leder være opmærksom på, at indsatsen risikerer at udvikle sig, idet brandrøgen fra en elbils højvoltsbatteri udvikler store mængder HF-gas og andre gasser. De beskrevne elementer bør den tekniske leder have med i sine overvejelser, når indre afspærring etableres, og opbygningen af skadestedet med dets faciliteter placeres.



Skadestedets opbygning ved færdselsuheld med behov for frigørelse af fastklemte eller risiko for brand.
Illustration: Beredskabsstyrelsen

Indsatsens udfordringer

Indsatser med elbiler afføder en række dilemmaer, som adskiller sig fra tilsvarende indsatser i konventionelle biler. En indsatsleder bør overvejes. Holdleder er som udgangs-punkt den tekniske leder i indsatsen, og en eventuel indsatsleder vil være den taktiske leder. Afhængigt af situationen tilpasses de to roller.

Særligt risikovurderingen fylder en del ved indsatslederen og holdlederen, idet der bør fokuseres både på spændingsdelen og risikoen for brand.

Indsatsen kan være yderlig kompliceret, hvis denne foregår i et lukket miljø som f.eks. en parkeringskælder. Forhold som stort vandforbrug, lang indtrængningsvej og indsatstid, koncentreret brandrøg og vanskelig reetablering vil ofte gøre indsatsen mere ressourcekrævende.

Samtidig bør indsatslederen overveje hensynet til det omkringværende samfund, som infrastruktur og miljø og risikoen ved en eventuel genantændelse.

Når en elbil er involveret i et færdselsuheld - med personskade eller ej - så bliver højvoltsbatteriet udsat for en mekanisk påvirkning, der kan skade det og dermed igangsætte en proces - 'thermal runaway' - også lang tid efter at førsteindsatsen er afsluttet.

Ved behov for frigørelse af fastklemte skelnes der overordnet i temahættet 'Særlig forhold ved redning i el- og hybridbiler' mellem to former for indsats til trafikuheld ud fra, om der er tale om personer i livsfare/ truet på livet eller personer, der ikke er i livsfare/ikke truet på livet.

Risikovurdering i forhold til brandrøg og røgdykning

Det er væsentligt, at fareområdet er identificeret og fastlagt, så alt indsat mandskab; brand, ambulance og politi, er vidende om, hvor der

er sikkert, og hvor der ikke er sikkert. Det stiller særlige krav til indsatslederens risikovurdering, idet sikkerheden for det indsatte mandskab har højeste prioritet og bør afstemmes i forhold til valg af en offensiv eller defensiv tilgang.

Ved indsats med brand i elbiler, specielt i lukkede rum uden ventilation, bør røgdykningen udføres i kortest mulig tid. Særligt for røgdyknerne vil der potentielt være en lang indtrængningsvej til selve branden, hvor der bør tages højde for eksponering af brandrøg. Muligheder for ventilering kan overvejes og iværksættes så tidligt som muligt.

På samme vis bør der tages højde for, at røgdykning i store lukkede rum med få udgange, som eksempelvis parkeringskældre, medfører risiko for forlænget tilbagetrækningstid i et røgfylt miljø, idet afstandene er længere.

Med store rum findes også risikoen for, at røgdykkerne ikke har overblik over brandforløbet i hele rummets udstrækning. Det bør overvejes at planlægge røgdykkerindsatsen således, at alt indsat mandskab har klare og sikre retræteveje og forståelse for eventuelle risici og restriktioner. Røgdykkere kan med fordele anvende termisk kamera for detektering af branden.

Opmærksomheden vil altid være tilstede i forbindelse med brandrøg, og særligt når der er tale om brand i Li-ion batterier, hvor både partikler i brandrøgen samt udsivende HF-gas og andre sundhedsskadelige gasser vil være til stede.

Ikke antændte gasser fra batteriet vil i lukkede rum kunne danne grundlag for et eksplosivt miljø, som bør medtages i risikovurderingen – særligt i tilfælde af, at der ikke endnu er opstået en brand.

Sammenblanding af brandrøg, som frigives fra en elbil, og HF-gas m.fl. fra elbilens komponenter udgør dog ikke yderligere risiko, end indsatsdragten til brand yder beskyttelse imod.

Risikovurderingen bør blandt andet indeholde overvejelser om brandrøgens temperatur, koncentrationen af potentielt farlige stoffer (antallet af involverede elbiler/højvoltsbatterier), den samlede indsats tid for versus antallet af røgdykkerture for den enkelte røgdykker m.v.

Det bemærkes, at personlige værnemidler (PPE) anvendes i forhold til godkendelseskrav

til 1000 V og sikkerhedsafstand i forhold til den valgte slukningstaktik.

Brandrøgen indikerer et behov for udpegning af fareområde samt områder, som potentielt kan blive røgpåvirkede. Dette gøres med henblik på tidligt at forebygge, at øvrige personer eksponeres for røg. Der bør være opmærksomhed på, at ikke alle udsivende gasser fra højvoltsbatteriet nødvendigvis er synlige eller lugter, hvis de ikke er antændte.

Ved indsatser, hvor der har været eksponering af brandrøg i større mængder eller koncentrationer, bør der efterfølgende være opmærksomhed på, hvorvidt mandskabet udvikler symptomer på eksponering af brandrøgen. Mandskabet bør efter endt tur skifte undermundering og indsatsdragt samt hurtigst muligt efter indsats tage et bad.



Foto: Hovedstadens Beredskab

Indsatstaktik

Indsatsleder/Holdleder bør hurtigst muligt vurdere, hvorvidt der er behov for en offensiv eller defensiv tilgang. Indsatsens varighed vil generelt være længere, både i akutfasen og i den efterfølgende opryddningsfase.

Der kan være ekstra ledelsesmæssige opgaver, eksempelvis samarbejde med sundhedsberedskabet om eventuelle tilskadekomne eller andre på skadestedet, der har opholdt sig i brandrøgen eller haft kontakt med slukningsvand samt overlevering af elbilen til transportør eller politi.

Forventet større ressource forbrug

Indsats ved brand i en elbils højvoltsbatteri kræver generelt flere ressourcer end øvrige former for bilbrande. Der kræves til dels en større vandmængde til køling af batteripakken og slukning eller begrænsning af branden i elbilen – svarende til 400 l/min - og dette kan være over lang tid.

Ved brand i elbilen eller højvoltsbatteriet inde i en bygning må der ligeledes forventes et væsentlig større antal røgdykkere til indsatsen, idet der kan være en relativ kort indsatstid.

Der vil også i højere grad være tale om en mere kompleks indsats end normalt, da der bruges ressourcer til sikring af fareområdet og sikkerhed for, at andre aktører på skadestedet ikke kommer i berøring med elbilen, samt ledelsesmæssige opgaver som samarbejde med sundhedsberedskabet om den tilskadekomne og overlevering af elbilen til transportør eller politi.

Logistik i forhold til afløsning og sanering

Erfaringsmæssigt viser det sig, at brande i elbiler kan tage fra få til flere timer at håndtere, hvorfor det er nødvendigt, at supplerende ressourcer bør rekvireres så tidligt i forløbet som muligt.

Den potentielt relativt korte indsatstid kan kræve flere ressourcer. Der bør være fokus på saneringsprocedurer for mandskab, dets udrustning samt materiel, som følger lokale operativ standard procedure.

Rekvirering af specialmateriel eller specialister for hurtig afhjælpning af hændelsen eller rådgivning, bør ligeledes tænkes ind som en del af løsningen. Eksempelvis brandsluknings-container for transport af elbil til sikker opbevaring, drone eller selvkørende udtræknings robot, ventilator m.m.

Eksposering af brandrøg eller udsivende gasser fra batteriet

Hvis mandskabet under indsats er blevet udsat for en mulig eksposering af brandrøg eller gasser fra højvoltsbatteriet bør der hurtigst muligt søges oplysninger i 'Farlige stoffer' app'en for den potentielle sundhedsrisiko, samtidig med efterfølgende observation af personen iværksættes.



På Beredskabsstyrelsens app 'Farlige stoffer' findes oplysninger om stoffers farlighed, sikkerhedsafstand, sundhedsrisiko mv.



Uheld på E45 med elbiler, hvor indsatsen varede flere timer.
Foto: Horsens Folkeblad

Bortskaffelse af brandramt elbil

Som en del af den endelige indsats bør det sikres, at bortskaffelsen af den eller de brandramte elbiler ikke medfører risiko for brandspredning til andre bygninger og lignende såfremt batteriet genantænder.

Denne risiko kan håndteres på forskellig vis. Eksempelvis kan det overvejes, om bilen bør placeres på et egnet opmagasineringssted, i behørig afstand fra bygninger og andet brand-

bart. Såfremt bilen er placeret under tag, bør det overvejes, hvordan den i tilfælde af brand kan flyttes til det fri.

Hvis elbilen flyttes bør modtageren oplyses om, at der kan være risiko for genantændelse. Endvidere bør den tekniske leder overveje, hvorvidt bilejerens forsikringsselskab orienteres via politiet, hvis bilen fjernes fra brandstedet.

Inden skadestedet kan overdrages til politiet eller til en transportør, bør der gives en instruktion af den/de pågældende. Der bør være opmærksomhed på følgende:

- Udvikling af brand i batteriet
- Ætsende og brandfarlige væsker
- Farlig elektrisk spænding
- Undgå berøring med elbilen
- Undgå åben ild

Skadestedet bør derfor være sikret med minestrimmel og skilte med højspænding. Desuden bør der informeres om de farer, der kan være forbundet med at bevæge bilen, herunder trække, skubbe og løfte den, idet denne påvirkning kan forårsage en ændring af batteriets tilstand, så der eks. opstår 'thermal runaway'.

Derfor kan indsatslederen med fordel gå i dialog med politiet og transportøren om at sikre, at den transportør der skal fjerne bilen, er uddannet i at bugserer elbiler. Hvis der er spænding i karosseriet, så kan der tilkaldes en specialist, eks. fra producenten af bilen, der er i stand til at håndtere dette, herunder det videre forløb med borttransport.

Sikring af samfund

Indsatslederen bør tidligt beslutte sig for, hvorvidt der anvendes offensiv eller defensiv taktik ved slukning af en brand i elbilens batteri. Da brand i en elbil kan tage lang tid at slukke, bør den tekniske leder vurdere, om området omkring bilen bliver påvirket ved en langvarig slukningsindsats i en sådan grad, at en hurtig fjernelse af bilen er af afgørende betydning.

Eksempelvis hvis bilen er placeret på kritisk infrastruktur eller bymæssigt i et område, hvor den potentielt giftige brandrøg eller gasser giver et stort fareområde. Dette kan være med til at fastslå, hvorvidt taktikken er en langvarig køling/slukning/berønsning af branden eller en fjernelse af elbilen under forhold, som tillader dette.

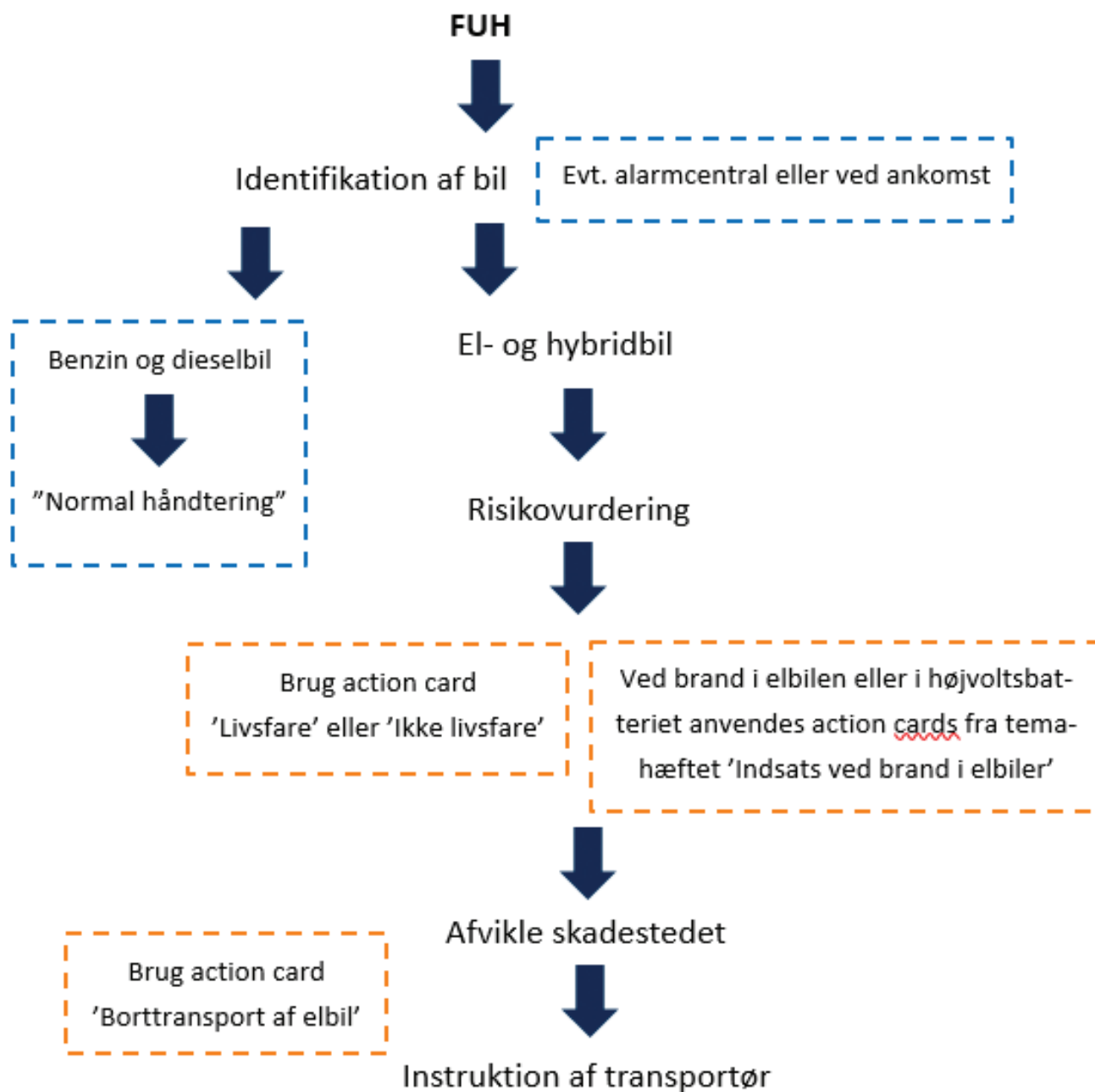
Den kommunale miljømyndighed bør tillige inddrages og eventuelt i planlægningen af bortskaffelse af slukningsvand, såfremt dette vurderes særligt forurenende.

Overordnet flowdiagram for indsats elbiler

Ved overdragelse af skadestedet til politiet eller ved flytning af elbilen bør elbilen sættes i en karantænezone med min. 1 m afmærkning med gul/sort minestrimmel omkring bilen, samt opretholdelse af skiltning for højspænding, brandfare og kemi.

Der kan læses mere om overdragelse og politiets og sundhedsberedskabets rolle på skadestedet i det tilhørende bilag og action cards. Hvis transportøren er fremme, bør indsatslederen forklare de tiltag, der er iværksat omkring elbilen, jf. flow i indsatsen, som ses i nedenstående illustration. Alternativt bør oplysningerne gives til politiet, så de kan videregive til transportøren:

- Der er tale om en elbil og eventuelt model.
- Kort om redningsberedskabets indsats: brandslukning, frigørelse (skader på kabler).
- Vurdering af tilstanden af bilens højvoltsbatteri, frakobling af hovedafbryder, spænding.
- Risikoen for 'thermal runaway' under transporten til værksted, og hvad transportøren bør gøre, hvis der sker.
- Udfordring ved at foretage spændingsmåling af karosseriet, inden bilen læsses af.
- At elbilen bør placeres min. 5 m. væk fra bygninger og andet brandbart materiale.



Flowdiagram ved færdselsuheld.
Illustration: Beredskabsstyrelsen

Beskrivelse af handlinger i action cards

Identifikation af bil

En konventionel benzin- eller dieseldreven bil har en række karakteristiske kendetegn, som brændstoftank, tankdæksel, udstødningsrør, kølergitter mv. En elbil kan derimod være sværere umiddelbart at identificere, idet den kan have nogle af de samme karakteristiske tegn, som en brændstofdrevet bil. En række særlige kendetegn vil kunne henlede opmærksomheden på, at der er tale om en elbil, eksempelvis:

- EV, BEV eller ZEV for elbiler samt PHEV eller HEV for hybridbiler og andre.
- Nogle bilmærker, f.eks. Tesla, kan genkendes via logo eller navn, f.eks. teksten: Zero Emission, Electric, driveE eller bogstavet e eller E.
- Tilstedeværelse af et dæksel til ladestik (evt. bag tankdæksel), indikator med ladetilstand i instrumentbrættet, manglende motorstøj, manglende udstødning og manglende kølegitter.
- Højspændingsledninger er orange farvet, og der vil normalt være placeret advarselsskilte på steder i bilen, hvor der kan være risiko for at komme i kontakt med høje spændinger fra batteriet.

Risikovurdering

Ved behov for frigørelse henvises til temahæftet om 'Indsats ved redning i el- og hybridbiler, som bl.a. beskriver frigørelsens 5 faser. Ved ankomst til skadestedet bør der foretages en 360 graders risikovurdering, som bør indeholde minimum nedenstående:

Egen risikovurdering

- Egen sikkerhed på skadestedet i forhold til omgivelser.
- Spænding i karosseriet.
- Risikoen for udløsning af spænding under arbejdet på elbilen.
- Mulighed for frakobling af hovedafbryder.
- Placering af tændingsnøgle.
- Sikring af elbilen mod at køre, evt. som oplodsning.

- Kontakt med elbilen ved frigørelse fra bilen.
- Risiko for 'thermal runaway'.
- Indikationer på brand i højvoltsbatteriet eller elbilen.

Materiel til at understøtte risikovurderingen

- Ressourceværktøjer (opslagsværker, database), der kan identificere de særlige farer ved elbilen.
- Termisk kamera.

Afmærkning af skadested

Når der er tale om arbejde med høj spænding, bør der foretages en afmærkning af fareområdet f.eks. med minestrimmel med tydelig anvisning, markering eller skiltning af, hvad det er, der udgør faren. Der afspærres med godkendt sort/gul minestrimmel med påsatte skilte, der indikerer, at der er spændingsfare bag afspærringen. Afspærringen bør opsættes i den nødvendige afstand fra den potentielle fare – som min. 1 m fra elbilen.

Hovedafbryder

I elbiler er der en hovedafbryder til højvoltsbatteriet. Den kan være udformet på forskellig vis, f.eks. et kabel, der klippes eller et stik, der trækkes ud af en sokkel. Det er væsentligt, at placeringen af disse identificeres, og at hovedafbryderen frakobles.

Mandskabet bør være opmærksomme på, at der typisk vil være flere batterier i den enkelte elbil, både batterier med høj spænding og almindeligt 12 V driftsbatteri. Producentens anvisning for afbrydning følges så vidt muligt i forhold til deformationer.

Værktøj, udstyr og værnemidler

Ved redningsindsatsen må der kun anvendes værktøj, der er godkendt til brug ved arbejde med høj spænding (1000 V). Eksempler herpå er isoleret værktøj eller andet godkendt værktøj, hvis der undtagelsesvis er behov for at anvende det på spændingsførende dele af elbilen. Almindeligt værktøj, hydraulisk frigørelsesudstyr mv. er ikke normalt godkendt til arbejde med spænding, hvilket der bør tages højde for i indsatsen.

Der bør altid anvendes personlige værnemidler (PPE), som sikrer mandskabet mod stød, når der er eller der formodes at være elektrisk spænding i karosseriet. Det gælder alle aktører på skadestedet, der kommer tæt på eller i direkte kontakt med elbilen eller karosseriet. Dette udstyr er bl.a. sikkerhedshandsker, indsatsmundering, støvler, hjelm med ansigtsvisir, som er godkendt til 1000 V.

Sikring mod brand

For at sikre imod en pludselig opstået brand eller 'thermal runaway' under redningsindsatsen udlægges der sikringsslanger med en samlet vandydelse på min 400 l/min, så der kan iværksættes en hurtig og effektiv beskyttelse af personer og en eventuel køling af branden.

Instruktion af transportør

Det er af væsentlig betydning, at der gives en korrekt og informativ overdragelse til transportøren, der skal borttransportere elbilen fra skadestedet. I forbindelse med optagning af elbilen på grill eller fejeblad, kan der fremkomme vrid i bilen, der kan forårsage en utilsigtet hændelse med 'thermal runaway' eller skabe en elektrisk spænding i karosseriet.

Transportøren bør have fokus på:

- Risiko for brand.
- Varmeudvikling.
- Lyd.
- Afgasning.
- Lugte.

Når skadestedet forlades og overdrages til andre aktører, som transportør eller politi, bør der videregives oplysninger om elbilens og batteripakkens stand, status for koblingsudstyr og eventuelle sikkerhedsanordninger.

Skiltning og markering af risiko for høj spænding opretholdes.

Indsatstaktisk forståelse - kemi

Risikovurderingen

Indsatsen ved en brand i en elbils højvoltsbatteri bør betragtes som en brandslukningsindsats. Elementer fra en kemiindsats tages med, når forhold omkring indsattid og ekspone-ring af høje koncentrationer af brandrøg og gasser er kritiske.

Om det enkelte køretøj står i det fri, en garage, i et parkeringsanlæg eller blandt andre køretøjer bør bidrage til vurdering af et fareområde, som sikrer mandskabet og andre aktører på skadestedet. For at kunne forstå de forskellige indsatstaktiske situationer kan der derfor skelnes mellem nedenstående:

- Brand i elbil/batteri i parkeringsanlæg eller lukket rum (ventileret/ikke-ventileret)
- Brand i elbil/batteri under tag (ventileret/ikke-ventileret)
- Brand i elbil/batteri i det fri.

En hurtig fastsættelse af et fareområde omkring elbilen kan skabe et nødvendigt overblik for indsatsen. Ved at italesætte de overnævnte placeringer eller en opdeling mellem disse kan indsatslederen eller holdlederen synliggøre en taktisk og teknisk iværksættelse af indsatsen, som tager højde for de risici, der er ved udsivende gasser og brandrøg.

hvor længe mandskabet kan opholde sig i selve fareområdet eller i tilstødende rum, som er mindre røgfylde. Fareområdet defineres som det areal, hvor koncentration af brandrøg eller gasser er så koncentreret, at ophold vurderes til at være behov for anlæggelse af fuldt åndedræt. I praksis vil det være inde i bygninger og på udearealer, hvor der er mistanke om ikke-synlige, udsivende gasser eller brandrøg.

Der bør desuden tages højde for, hvor fremskreden en brand er, og hvorvidt 'røg' er brandrøg eller gasser. Hvis der ikke er sket en antændelse, vil der i lukkede rum kunne være et eksplosivt miljø på grund af de udsivende gasser fra batteriet, som normalt ikke ses ved bilbrande.



Foto 1: Ild i batteripakke, røgen er typisk hvid med små brunlige nuancer.



Foto 2: Branden i batteripakken er kraftig tiltagende og brandspredning til kabinen er startet.



Foto 3: Brandspredningen er nu i elbilen og tilstødende biler.

De tre fotos viser forskelle i røgudvikling i ELBAS projektet, 2022

Foto: 1-3 Beredskabsstyrelsen

Røgdykkernes indsats tid

For mandskabet vil det som udgangspunkt være tilstrækkeligt med anvendelse af normal indsatsmundering, fuld åndedrætsbeskyttelse og efter endt indsats et fokus på god praksis for håndtering af materiel og 'ren brandmand'.

- I en bygning eller lukkede rum uden ventilation bør indsats tiden være så kort som muligt. Dette vil svare til fareområdet.
- I tilstødende rum (lavere koncentrationer af brandrøg og gasser) kan indsats tiden efter indsatslederens (holdlederens) vurdering forlænges.
- I det fri vil indsats tiden være sammenlignelig med en 'normal' indsats – forudsat at der anvendes indsatsmundering, herunder fuldt åndedrætsværn.

For den enkelte røgdykker bør den samlede indsats tid vurderes ved 1 time. Herefter bør afvaskning og udskiftning af al indsatsmundering overvejes¹⁰.

Som udgangspunkt bør man holde sig fra kontakt med brandrøg og gasser og indsættes 'med vinden i ryggen' i fareområdet. Hvis der arbejdes i nærheden af fareområdet, hvor øv-

rigt mandskab kan blive eksponeret eksempelvis ved skiftende vindretning, bør der anvendes korrekte personlige værnemidler (PPE).

Betydning af Hydrogenfluorid (HF-gas)

For at forstå muligheden for antændelse af elbilens batteri er det vigtigt at have forståelse for bl.a. Hydrogenfluorid (HF-gas). Det er en af de gasser, som kan udsive fra batteriet, når det bliver påvirket ved kollision, deformation eller en intern overophedningsproces 'thermal runaway'.

Særligt i mange nye biler er der meget plastik. Gasserne ses derfor også ved 'normale' bilbrande, om end i andre koncentrationer, pga. 'peaks' når battericellerne i elbilens højvoltsbatteri antændes.

En situation, hvor der kun er udsivning af bl.a. HF-gas fra batteriet, men ingen antændelse, og hvor aerosolerne er tæt pakket pga. sparsom naturlig eller mekanisk ventilering, kan man eventuelt tænke i CBRN sporet. Dog vil denne proces hurtigt kunne overgå til antændelse af gassen samt elbilen. Her er man tilbage i brandsporet.

Ved indsats i garager samt parkringsanlæg/-kælder er der større sandsynlighed for kontaminering af HF-gas, så den begrænsede indsats-tid bør have et øget fokus. Koncentrationen af HF-gas i et mere eller mindre lukket rum vil formentligt være højere end ved en normal bilbrand, idet brandrøgen fra en elbils højvoltsbatteri kan skabe store mængder af bl.a. HF-gas.

En isoleret fokusering på HF-gas kan dog skabe et unødigt billede af, at mængden af HF-gas udgør en større fare end de andre giftige komponenter i brandrøgen eller gasser fra batteriet. Dette kan resultere i, at mandskabet, som skal håndtere branden, glemmer, at de er vant til at håndtere giftige brandrøgsgasser i forvejen og derved viser en begrænset forøget respekt for den 'nye' komponent (HF-gas).

På samme måde øges mængden af HF-gas ved brand i batteriet på en elbil, som i forbindelse med slukningsvand kan omdannes til flussyre. Slukningsvandet håndteres med mindst mulig unødigt kontakt, om end flussyren højst sandsynligt vil være tilstrækkelig fortyndet til ikke af udgøre en væsentlig fare for mandskabet ved kontakt på huden.

Risiko for udsivning af større mængde af elektrolytvæske fra batteripakken vurderes at være minimal. I tilfælde af et læk – hvor der ikke er antændelse – bør lækket håndteres som CBRN ved større mængder. Elektrolytten findes både i en flydende og fast variant, ligesom indholdsstofferne varierer alt efter batteritypen. Der kan søges oplysninger i 'Farlige stoffer' app'en eller fra forhandlerens sikkerhedsdatablad for bilbatteriet.



Køling af batteri i ELBAS projektet, 2022
Foto: Beredskabsstyrelsen

Bilag 1: Kendetegn for el- og hybridbiler

Der findes en del forskellige typer af elbiler i personkøretøjsklassen, hvor drivmidlet helt eller delvist er et højvoltsbatteri baseret på Li-ion teknologi.

Den samlede betegnelse 'elbil' dækker over både elbiler med Li-ion som eneste drivmiddel og de forskellige typer af hybrid- og pluginhybridbiler, som er opbygget med både et højvoltsbatteri (Li-ion) og en benzin-/dieselmotor.



De tre fotos viser forskellige former for identifikation af en EV – logo, manglende kølergitter, manglende udstødning. Foto: Beredskabsstyrelsen

Li-ionbatteri og kabler

Et Li-ion batteri i en elbil er et kompakt, let batteri med en høj spænding på op til 1000 V. Batterierne er som udgangspunkt sikre, såfremt de er originale og anvendes med det udstyr, som de er solgt sammen med eller godkendt til. En elbil har desuden et 12 V batteri.

Højvoltsbatteriet består af mindre battericeller i en batteripakke. De er beskyttet af membraner og en ydre indpakning, som kan gøre det svært at komme ind til og køle. Batteripakken ofte placeret i bilens bund, og elbilens motorer er ofte placeret direkte ved hjulene for at

mindske transmission samt reducere antallet af bevægelige dele.

Højvoltsbatteriet kan være tilsluttet forskellige komponenter som varmeanlæg, aircondition, mv. Hovedkabler (orange) med høj spænding er oftest ført beskyttet centralt placeret i elbilen.

I en ikke-intakt elbil kan det ikke udelukkes, at kablerne har forbindelse med elbilens chassis eller øvrige konstruktion.



Placering af hovedafbryderen under motorhjelmen og de orange kabler med høj spænding. Foto: Beredskabsstyrelsen

Temahæftet 'Særlige forhold ved redning i el- og hybridbiler' har et bilag med en uddybende

beskrivelse af kendetegn, Li-ion batterierne og kablerne i en elbil.

Bilag 2: Sikkerhed ved arbejde med elbiler

Højvoltsbatterier i en elbil har høj elektrisk jævnspænding og indeholder væsentligt større energimængde end de almindelige 12 V startbatterier i en personbil med en benzin-/dieseldrevet motor.

Ved en indsats i en elbil er det væsentligt for mandskabet at få frakoblet hovedafbryderen og dermed få gjort alle elbilens systemer spændingsløse. Elbiler har typisk et eller flere 12 volts batterier, som afbrydes på vanlig vis.

Selve højvoltsbatteriet kan ikke gøres spændingsløst. Kabler og højvoltage-systemer vil typisk være farvet orange.

Når betegnelsen 'høj spænding' bruges i temahæftet, skal det ses i relation til den spænding, der normalt (12 V) findes i biler med konventionelle benzin-/dieseldrevne motorer.

Særlige risici ved arbejde med Li-ion batterier

Højvoltsbatterier i elbiler, som er baseret på Li-ion teknologi, har energien lagret ved hjælp af kemikalier. Særligt ved brand, som omfatter batteriet udvikles brandrøgsgasser som f.eks. HF-gas, CO₂, CO og NOx'er.

Adgang til højvoltsbatteriet være kompliceret grundet membranerne i batteripakken og en yderlig begrænsning pga. skader på karrosseriet. Dette har betydning for indsatsen, den anvendte taktik for køling af batteripakken og placering af mandskabet i røgfanen. Der slukkes med vand på spænding, hvorfor sikkerhedsafstand til elbilen skal respekteres.

Det er vigtigt, at der ikke skæres hul i motorhjelm eller klippes i bilens vanger, da man risikerer at ramme komponenter med høj spænding, såfremt at hovedafbryderen ikke er frakoblet.

Gældende lovgivning, regelsæt og standarder

Beredskabsloven gælder for redningsberedskabets indsats, og temahæftet tager udgangspunkt i nogle generelle principper for indsattaktik og samarbejde på indsatsområdet.

Elsikkerhedsloven¹¹ er sikkerhedsmæssigt relevant vedrørende arbejdsmetoder og beskyttelsesudstyr, da den gælder for bl.a. elektriske installationer, hvor spændingen er så høj eller strømstyrken så stor, at der kan opstå fare for personer.

Sikkerhedsstyrelsen har udarbejdet en række relevante beskrivelser af beskyttelsesudstyr og arbejdsmetoder om sikkert arbejde på elektriske installationer, der er tilsluttet til et forsyningsanlæg eller har egen forsyning¹².

Standarden (EN 50110-1) anfører, hvilke områder den kan anvendes for, herunder '... ved arbejde på eller ved bl.a. elektriske installationer i køretøjer, elektriske traktionssystemer og eksperimentelt elektrisk undersøgelsesarbejde, når der ikke findes andre regler'.

Forskrifterne i standarden anses på den baggrund at være relevante for redningsberedskabets arbejde med hensyn til arbejdsmetode, ansvarsfordeling og personbeskyttelse, da der ikke er fundet andre relevante danske regler eller krav.

Temahæftet 'Særlige forhold ved redning i el- og hybridbiler' har et bilag med en uddybende beskrivelse af risici og gældende lovgivning.

Bilag 3: Værktøj, udstyr og værnemidler

Gældende lovgivning og regelsæt omhandler som udgangspunkt intakte elbiler og ikke håndtering af forulykkede (ikke intakte) elbiler. De må forvente at udgøre en risiko for mand-skabet pga. mindre eller større skader på højvoltsbatteriet.

Ved at tage udgangspunkt i relevante regler, standarder mv. for arbejde på, med eller i nærheden af elektriske anlæg kan der i forbindelse med indsatsen med forulykkede elbiler sikres en forsvarlig indsats. Taktikken vil i nogle tilfælde være ud fra et forsigtighedsprincip, da det ikke kan udelukkes, at der fortsat er spænding i dele af elbilens komponenter.

Afhængigt af elbilens størrelse og højvoltsbatteriets ydeevne anvender mange elbiler på markedet i 2021 primært en batterispænding mellem 300 og 500 V. Tendensen går dog mod højvoltsbatterier med større spænding - mellem 600 og 900 V - i de nye og større elbiler, som kommer på markedet.

Vurdering af spænding i elbilen

I den konkrete indsats vil det være den tekniske leder, der må vurdere, hvorvidt elbilen og ikke mindst højvoltsbatteriet er tilstrækkeligt intakt til, at det kan sikres, dvs. gøres spændingsløst jf. producentens beskrivelse.

I praksis vil alene det forhold, at elbilen har været i et færdselsuheld (hvor redningsberedskabet er tilkaldt) gøre det svært at vurdere, hvorvidt højvoltsbatteriet stadig er intakt. Hvis der er tvivl om dette, bør det som udgangspunkt antages, at ingen sikkerhedsfunktioner i elbilen virker normalt, og at det derfor forudsættes, at 'alle' dele af elbilen potentielt kan være spændingssat.

Værktøjer og afmærkning

I elbiler anvendes der fra producentens side mærkning/skiltning, som advarer mandskabet og andre beredskabsaktører mod faren for elektrisk stød. Denne mærkning/skiltning er

synlig de steder i bilen, hvor der er fare for at komme i kontakt med de høje spændinger fra højvoltsbatteriet.

Ud fra et sikkerhedsmæssigt synspunkt bruges værktøj, instrumenter og tilbehør, som opfylder DS/EN 61010-1 eller har samme sikkerhedsniveau. Der anvendes kun isoleret eller hybride håndværktøjer til arbejde på eller nær spændingssatte lavspændingsinstallationer (1000 V AC / 1500 V DC), der opfylder EN IEC 60900¹³ eller tilsvarende.

Ved arbejde under spænding skal arbejdsstedet, hvor elbilen er placeret, jf. EN 50110-1 afgrænses og mærkes tydeligt. I praksis kan dette gøres med sort/gul afspærringstape eller lignende, hvorpå der påføres tydelig skiltning, der indikerer elektrisk fare f.eks. i henhold til ISO 7010:2019¹⁴.

Temahæftet 'Særlige forhold ved redning i el- og hybridbiler' har et bilag med en uddybende beskrivelse af værktøj, udstyr og værnemidler.

Bilag 4: Tekniske forhold - batterier og ladestik

Et Li-ion batteri i en elbil kan betegnes som et højvoltsbatteri, der er kendetegnet ved at være et kompakt, let batteri, som kan holde til mange afladninger og genopladningsforhold. Batterierne er som udgangspunkt sikre, såfremt de er originale og anvendes med det ud-styr, som de er solgt sammen med eller godkendt til.

I forhold til en konventionel benzin-/dieseldrevet bil er en moderne elbil generelt konstrueret med udgangspunkt i en central og lavt placeret batteripakke, f.eks. i bilens bund. Elbilens motorer er ofte placeret direkte ved hjulene, hvilket gør den traditionelle transmission overflødig og reducerer antallet af bevægelige dele.

Fælles for alle typer elbiler er, at de er udstyret med motor- og transmissionssystemer med spænding, samt et mindre 12 V batteri, som ses i konventionelle benzin-/dieseldrevne biler. Ved elbiler, som ikke har en benzin-/dieseldrevet motor tages der i risikovurderingen højde for den større dimensionering af højvoltsbatteriet, ud over de spændingsførende dele og det supplerende 12 V lavvoltsbatteri. 12 V batterier kan også være af Li-ion typen¹⁵ og kan være placeret i forbindelse med højvoltsbatteriet som en kombineret højvolt/lavvolt batteripakke.

Ladere og ladestik

Elbiler er kendetegnet ved at være udstyret med et højvoltsbatteri, som kan lades op udefra via et ladestik eller gennem trådløs induktionsopladning, samt én eller flere elmotorer. Der kan også ske en opladning af batteriet via regenerativ bremsning – dvs. at bilen genindvinder den energi, der ellers normalt ville gå tabt, når bilen bremser.

Nogle typer af elbiler fungerer med skift af batteriet. Opladning af en elbil vil dog ofte være via en ladestander. Alle typer ladning via en ladestander vil som udgangspunkt anvende vekselstrøm (AC) fra det el-nettet. Via en lader eller konverter (on-board charger/OBC), som

er placeret i elbilen, laves vekselstrømmen om til jævnstrøm (DC), da den kan lades i elbilens højvoltsbatteri. Langt de fleste hurtigladere laver DC i standen, da bilens on-bord system har en effektgrænse. Elbiler oplades overordnet på tre forskellige måder med strøm fra el-nettet¹⁶.

- Normalladning gennemføres med én fase, under 22 kW og fungerer ved at tilslutte stikket i stikkontakten. Opladningstiden er typisk fire til otte timer afhængig af batterikapacitet og ladestand.
- Hurtigladning gennemføres med tre faser, over 22 kW. Varigheden af opladningen varer mellem en halv og tre timer, afhængig af batteriets størrelse og ladestand.
- Lynladning er jævnspænding op til 250 kW. Varigheden af opladningen svarer til en tankning af en konventionel bil.

Der findes ingen overordnet standard, som beskriver, hvilken type et ladestik skal være.

Det er alene op til producenten at vælge i forhold til batterikapaciteten for det enkelte højvoltsbatteri, og hvorvidt der lades med AC eller DC ind i elbilens system fra ladestanden.

Temahæftet 'Særlige forhold ved redning i el- og hybridbiler' har et bilag med en uddybende beskrivelse af de tekniske forhold.

Bilag 5: Poli og sundhedsberedskab på skadestedet

Politiet og sundhedsberedskabet kan med fordel læse nærmere i de afsnit, som f.eks. beskriver en indsats med akut fare for liv eller helbred hos den tilskadekomne, nødflytning, opbygning af skadested og andre aktører på skadestedet.

Ved færdselsuheld med elbiler er der en betydelig større risiko for, at mandskabet kan komme til skade på grund af mulig høj spænding i karrosseriet, pludselig opstået brand i batteriet og udsivende gasser.

På baggrund af dette og en risikovurdering foretaget af første patruljevogn eller ambulance på stedet bør redningsberedskabet tilkaldes, såfremt det ikke er sket på meldingen, hvis nedenstående er synlige for mandskabet:

- Alle former for højenergiulykke (elbilen er deformeret).
- Synlige elektriske kabler – orange (farlig elektrisk spænding).
- Gnister, røg, damp fra batteriet (antydning af brand).
- Udsivning af væsker og/eller mislyde fra batteriet.

Hvis en eller flere af ovenstående punkter er til stede bør mandskabet afveje risici ved at arbejde i eller nær elbilen i forhold til tilgængeligt PPE.

Elbiler bør principielt ikke berøres uden korrekt personlige værnemidler (PPE). Følgende liste angiver europæiske standarder for forskellige typer PPE.

Emne	Værnemiddel (PPE)
Hoved	Egnet hjelm - EN 50365:2003
Øjne	Egnet visir eller briller - EN 166:2002
Krop	Indsatsdragt - EN 61482-1 og 2
Fødder/Krop	ESD-godkendt fodtøj – EN 15090:2012, type F2A
Hænder	Egnede handsker EN 60903:2004

Redningsberedskabet kan indsættes med korrekt udstyr og PPE. Hvis politiet eller sundhedsberedskabet er nødt til at påbegynde indsatsen før redningsberedskabets ankomst – eksempelvis ved nødflytning eller akut behandling – bør dette foregå med yderste forsigtighed.

Hvis en person er indsat uden korrekt PPE, er der risiko for eksponering af brandrøg, afgasning fra højvoltsbatteriet eller stød. Mulighed for observation bør overvejes. På Beredskabsstyrelsens app 'Farlige stoffer' findes oplysninger om farlige stoffer, sikkerhedsafstand, sundhedsrisiko mv.



På Beredskabsstyrelsens app 'Farlige stoffer' findes oplysninger om stoffers farlighed, sikkerhedsafstand, sundhedsrisiko mv.

Identifikation af elbil

Generelt bør første køretøj ved ulykken være opmærksom på, om det er en elbil, som er involveret. Alarmcentralen kan bidrage til en væsentlig afdækning, der foretages af alarmoperatøren i anmeldelsesøjeblikket. Ved afsendelse af korrekt årsagskode skal der foretages et valg: Elbil eller ikke elbil.

Denne oplysning bør så tidligt som muligt videregives til vagtcentral eller AMK, så redningsberedskabet kan igangsætte de nødvendige procedurer og indsatstaktiske overvejelser for at sikre mandskabets sikkerhed ved håndtering af elbilen.

Via hjemmesiden "motorregister.skat.dk" under fanebladet "Fremsøg køretøj" vil oplysninger om drivmidlet kunne hentes ved indtastning af registreringsnummeret. Der findes dog undtagelser herfor, da registreringsnumre for særlige køretøjer hos f.eks. politi, for-svar og beredskab ikke er offentligt tilgængelige.

Ressourcepersoner eller andre personer på skadesstedet kan f.eks. ved hjælp af bilmær-

ket eller hele registreringsnummeret, bidrage til en tidlig identifikation af, om der tale om en elbil.

Elbiler ligner ofte til forveksling, en almindelig benzin- eller dieseldrevet bil. En række elbiler har særlige kendetegn ved køretøjet, hvilket henleder opmærksomheden på muligheden for disse betegnelser:

- EV, BEV eller ZEV for elbiler samt PHEV eller HEV for hybridbiler.
- Nogle bilmærker, f.eks. Tesla, kan genkendes via logo eller navn, f.eks. teksten: Zero Emission, Electric, driveE eller bogstavet e eller E.
- Tilstedeværelse af ladestik (evt. bag tankdæksel), indikator med ladetilstand i instrumentbrættet, manglende motorstøj, manglende udstødning og manglende kølegitter. Dette gør sig dog ikke gældende for hybridbiler, idet de både har en forbrændingsmotor og en elmotor.

Risiko for brand

Trafikskadede elbiler har en risiko for, at batteripakken kan bryde spontant i brand. Tegn på dette kan være i form af røg, afgangning/afdampning, udsivende væsker og deformationer af elbilens karrosseri. Alarmcentralen kan ligeledes bidrage til en væsentlig afdækning, der foretages af alarmoperatøren i anmeldelsesøjeblikket. Alarmoperatøren kan spørge ind til synlig røg eller brandudvikling.

Ved brand udledes farlig brandrøg, og særligt større mængde af HF-gas vil være farlige for personer at indånde. Derfor bør ophold i en eventuel røgfane undgås.

Afspærring

Der vil ved trafikskadede elbiler være risiko for skader på batteripakken eller blotlagte højspændingskabler, som kan medføre stød ved berøring af elbilen.

Første vogn på skadestedet bør lave en afspærring, som sikrer den nødvendige afstand til elbilen (min. 1 m), markere området med risiko for høj spænding og sikre at personer uden korrekt mundering og værnemidler (PPE) kommer i nærheden af elbilen.

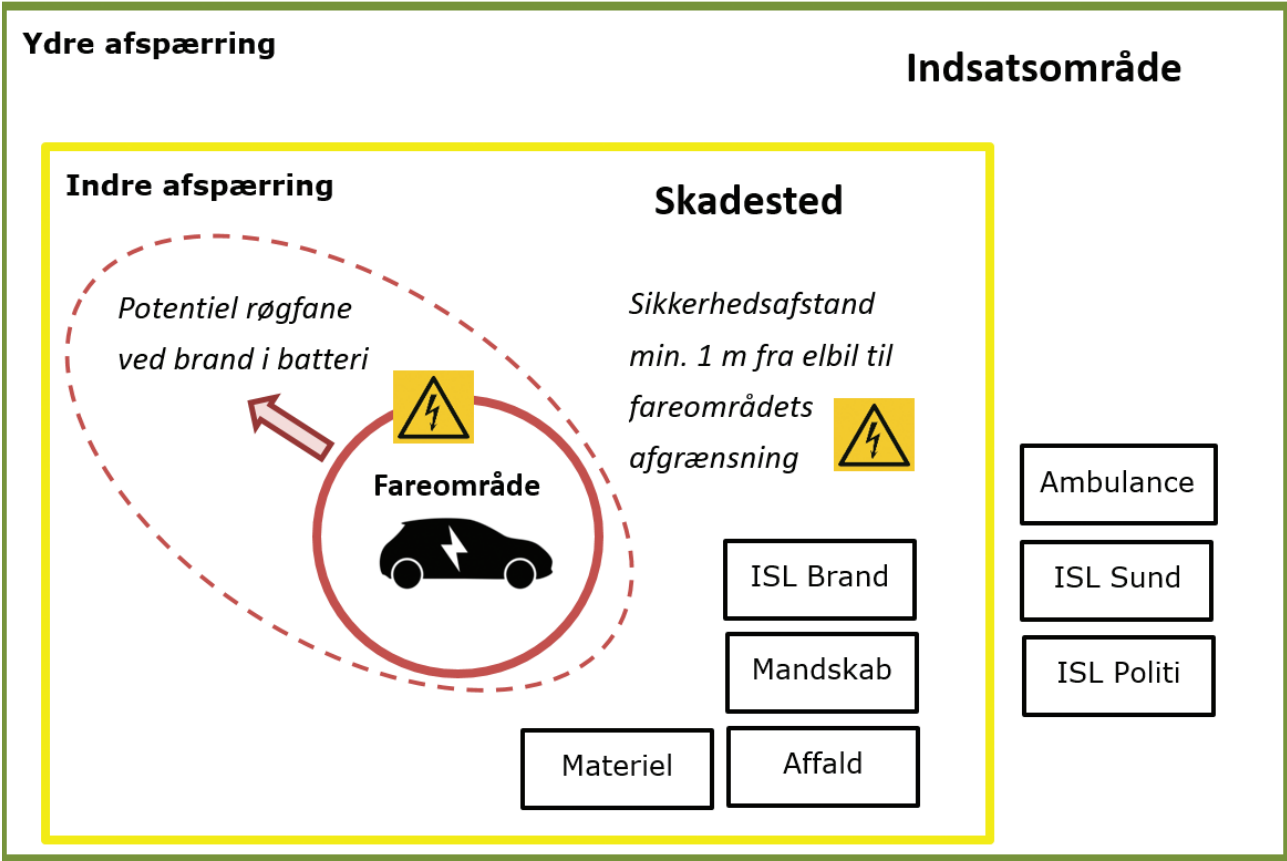
Nødflytning

Det bør i videst muligt omfang være redningsberedskabets mandskab, som arbejder i og omkring elbilen. De er udstyret med det rette værktøj og indsatsmundering.

I særlige tilfælde, hvor der er behov for nødflytning af en tilskadekomne, kan dette foretages, hvis det kan undgås at berøre elbilen, og at den tilskadekomne ikke er fastklemmt, men kan trækkes direkte ud af elbilen. Som sikkerhed bør der være en kollega til stede til at kunne lave et skulderskub væk fra bilen.

Anvendelse af godkendte sikkerhedshandsker op til 1000 V vil kunne beskytte mod utilsigtet berøring af elbilen.

Se nærmere beskrivelse af opgaver: Action card – POLITI, Action card – SUNDHEDSBEREDSKAB



Skadestedets opbygning ved færdselsuheld med behov for frigørelse af fastklemte eller risiko for brand.
Illustration: Beredskabsstyrelsen

Bilag 6: Overlevering og flytning af skadet elbil

Efter at have foretaget en redningsindsats i et elbil er det vigtigt, at indsatslederen giver en informativ instruktion til politiet eller den transportør, som skal afhente elbilen. Bugsering ligger uden for redningsberedskabets indsats, med mindre der eksempelvis er risiko for brand i højvoltsbatteriet. Generelt bør producentens anvisning for transport følges.

Transportøren bør være opmærksom på følgende:

- Udvikling af brand i batteriet
- Ætsende og brandfarlige væsker
- Farlig elektrisk spænding
- Undgå berøring med elbilen
- Undgå åben ild
- Har elbilbatteriet været udsat for brand, så kan der forefindes rester af giftigt fluor-materiale (Hydrogen fluoride, Phosphorus pentafluoride, Phosphoryl fluoride).

Før elbilen flyttes fra skadestedet bør det vurderes, hvorvidt højvoltssystemerne har taget skade. Det kan bl.a. være højspændingskabler, som er i fare for at komme i klemme i karrosseridele, eller fysiske skader eller deformationer af selve højvoltsbatteriet.

Afmærkning med minestrimmel opretholdes frem til overlevering. Batteriet vil dog altid stå under spænding, også selvom hovedafbryderen er frakoblet.

Vær opmærksom på, at der kan generes spænding, når bilen bugseres på hjulene. Herved fungerer motoren som en generator, der forsøger at sende spænding tilbage i motorstyringen og batteriet. Hvis motorstyring eller batteriet er slukket, defekt, eller ude af stand til at optage spænding, kan spændingen blive så høj, at komponenter ødelægges. For at undgå at der generes spænding til batteriet, bør elbilen om muligt transporteres på et fejeblad.

Selv ved meget små hastigheder producerer hjul, som er forbundne til elmotorer, spænding, der lagres som høj spænding i hjulenes kondensatorer. Derfor følges producentens anvisninger.

Hvis elbilen står uhensigtsmæssigt eller til gene, kan det være nødvendigt at nødflytte bilen til f.eks. nødspor med henblik på en hurtig rydning af motorvejen. Inden en sådan nødflytning iværksættes af beredskabet bør hovedafbryderen være frakoblet i henhold til producentens anvisning.

Vær opmærksom på, at flere typer af elbiler går i nødprogram ved frakobling af hovedafbryderen, hvilket betyder at drivende hjul (afhængigt af, om der er motorer på 2 eller 4 hjul) ikke kan bevæge sig. I producentens anvisninger vil der være angivet, hvilke hjul der placeres på "rulleskøjter". Er en elbil udstyret med elmotorkraft på alle 4 hjul, så kan det være nødvendigt at anvende rulleskøjter på alle 4 hjul eller kran, hvis bilen skal nødflyttes.

Højvoltsbatteriet kan, hvis det har været udsat for en voldsom påvirkning (højenergiulykke) udvikle varme og der risikeres 'thermal runaway', hvis den endnu ikke har indtruffet – selv ved ikke-synlige skader på batteripakken.



QR kode til video med 'thermal runaway' under læsning på fejtblad.

Det er derfor vigtigt, at elbilen transporteres bort på et fejtblad. Der må ikke komme unødige træk og vrid i elbilen, idet det kan skabe en forbindelse mellem højvoltsbatteriets celler. Det samme gør sig gældende, når elbilen optages på fejtbladet.

En havareret elbil bør placeres i en passende afstand fra bygninger og med en forsvarlig markering for højspænding. Ved slutdestinationen for elbilen betyder det, at den bør anbringes således, at en branden ikke brede sig til andre køretøjer, bygninger eller oplag i det fri, hvis højvoltsbatteriet eller elbilen bryder i brand.

Elbilen bør stilles i karantæne om muligt i min. 48 timer, eller som producenten foreskriver. Værkstedet eller ophuggeren bør informeres af transportøren om tilstanden af bilen¹⁷.

Se action card for 'Borttransport af elbil'.

Bilag 7: Miljø

Sammenligning elbil og bil med konventionelt brændstof

Brand i elbiler med Li-ion batterier kan udvikle en række røgasser som f.eks. CO₂, CO og NO_x'er. Disse ses også normalt i brandrøg, hvor mandskabet er vant til at håndtere dem.

Studier af afbrænding af elbiler viser, at der afgasser mere HF end ved en normal bil-brand, mens der bør være fokus på CO, hvis elbilen inklusiv batteri 'druknes' ved at ned-sænke den i vand. Ved nedsækning kan der være behov for en måling af udskilte stoffer samt pH i slukningsvandet og en særskilt håndtering af slukningsvandet ved udledning.

For at anskueliggøre udledningen af røggasser – og derved viden om, hvordan branden håndteres – kan der foretages sammenligning af risici med velkendte brande.

Ved fuldskalaforsøg med elbiler og biler med konventionelt brændstof blev røggasserne målt. Mange af gasserne var på sammenlignelige niveauer for bilerne med konventionelt brændstof og elbilerne.

Forskellen i røggasserne lå i en større udledning af HF-gas fra elbilen. Ud fra et af fuldska-

laforsogene er det estimeret, at for disse typer biler med Li-ion batterier på hhv. 16,5 kWh. og 23,5 kWh udledes ca. 1,5 kg HF-gas, mens der ved en normal bilbrand udledes lidt over 0,5 kg. Det svarer til, at der udledes ca. 1 kg mere HF-gas ved en brand i en elbil inkl. et højvoltsbatteri af den størrelse, hvilket samlet set i mængden af brandrøg må anses for at være minimal.

Det bemærkes, at de tilgængelige forsøg er udført på batterier, som i dag vil ligge i den lille ende af størrelsen på et højvoltsbatteri i en elbil. Det har ikke været muligt at finde forsøg på større batteripakker.

Sammenligning brand i Li-ion batteri og en plastikbrand

Nedenfor sammenlignes en brand i et Li-ion batteri og en plastikbrand. Forskellen er, at plastikbranden i gennemsnit over tid udleder mere HF end branden i Li-ion batteriet, mens branden i Li-ion batterierne har 'peak' tidspunkter med meget højere mængder HF og f.eks. HCl, når cellerne i batteriet kollapsede¹⁰.

'Peak' tidspunkt udledning for Li-ion batterier: - HF*: 0-6.000 ppm/kg materiale - HCL*: 0-10.000 ppm/kg materiale	'Peak' tidspunkt udledning for plastikbrande: - HF: 0-1.000 ppm/kg materiale - HCL: 0-1.000 ppm/kg materiale
Gennemsnitlig udledning for Li-ion batterier: - HF*: 0-1 ppm/kg materiale pr. min - HCL*: 0-1 ppm/kg materiale pr. min	Gennemsnitlig udledning for plastikbrande: - HF: 0-45 ppm/kg materiale pr. min - HCL: 0-50 ppm/kg materiale pr. min

*Intervallerne for udledningen af HF og HCl er givet for Li-ion batterier med forskellig kemi

Ved afbrændinger af forskellige typer af Li-ion batterier alene, dvs. forsøg uden afbrænding af en bil, hvor brandrøgen ikke kan 'opsluges' af f.eks. hulrum i karrosseri og inventar, er der observeret afgasning på op til 20 kg HF .

Forskellige kemiske forbindelser og deres egenskaber

Som beskrevet vil der i en brand i en elbils Li-ion batteri udledes en række farlige stoffer, dels fra selve batteriet, men også fra selve bilens komponenter, hvor af mange er i plastik. Nedenstående er udvalgte stoffer og deres kendetegn i ren form. De kan læses mere om

stofferne i deres rene form, forhold omkring indsats og symptomer på forgiftning i app'en 'Farlige stoffer'.

Indsatskortet og dets oplysninger gælder alene for en koncentration på 100 % fra udslip eller den på indsatskortet angivne koncentration. Kemisk Beredskab bør kontaktes i tilfælde af tvivl, eksempelvis ved udsivning af større mængder gas eller væske, så fareområdet eventuelt kan nedsættes.

Stof	UN	Kendetegn	Vand
Carbondioxid, fordråbet (CO2)	20 1013	Farveløs gas/væske og uden lugt. Ikke brandbar*.	Opløseligt i vand. Gas-sky kan slås ned med vandtåge.
Carbon-monoxid (CO, kulilte)	263 1016	Farveløs gas uden lugt. Meget brandfarlig. Giftig**.	Moderat opløseligt i vand. Gas-sky kan styres med spredt vandstråle.
Hydrogen-fluorid (HF-gas)	886 1052	Farveløs gas eller rygende væske med stikkende lugt. Meget giftig.	Opløseligt i vand (Flussyre). Mærkning ved forskellige koncentrationer kan ses i tabel. Gas-sky kan slås ned med vandtåge.
Hydrogen-chlorid (HCl)	268 1050	Farveløs eller hvid gas/væske med stikkende lugt. Giftig. Ætsende	Opløseligt i vand (Saltsyre). Gas-sky kan slås ned med vandtåge.

Beskrivelse af udvalgte stoffer fra Beredskabsstyrelsen 'Farlige stoffer' app
*Ikke brandbar: Kemiske stoffer og produkter opfattes som ikke brandbare, når de ikke kan antændes i atmosfærisk luft.
** IDHL angiver giftighed i umiddelbart farligt niveau. Grænseværdier i app'en opgøres for 30 min.

Note: Flussyre er en farveløs eller brun væske med stikkende lugt, der i sin rene form er meget giftig. Dog vil der i forbindelse med indsatsen ske en stor opløsning i slukningsvandet, så koncentrationen er væsentligt lavere end den svageste opløsning (< 60 %) beskrevet i app'en.

Nedenstående to tabeller⁵ viser mærkningen af flussyre ved forskellige koncentrationer.

Kemisk forbindelse	Koncentration			
	> 7 %	1-7 %	0,1-1 %	<0,1 %
Flussyre på huden	Forårsager svære ætsninger af huden og øjenskader.	Forårsager svære ætsninger af huden og øjenskader.	Forårsager alvorlig øjenirritation.	Ingen mærkning.

Kemisk forbindelse	Koncentration				
	100-10%	10-2,5 %	2,5-0,5 %	0,5-0,25 %	< 0,25 %
Flussyre på huden	Livsfarlig ved hudkontakt.	Livsfarlig ved hudkontakt.	Giftig ved hudkontakt	Farlig ved hudkontakt.	Ingen mærkning.

Mærkning af flussyre ved forskellige koncentrationer

Bilag 8: Arbejdsmiljø

Er det en brand eller kemiindsats?

Indsatsen ved en brand i en elbils højvoltsbatteri bør betragtes som en brandslukningsindsats. Selv om der i visse perioder kan udledes større mængder f.eks. HF-gas og HCl ved en brand i et Li-ion batteri end ved en normal bilbrand, ændrer indsatsen og taktikken ikke karakter til en kemiindsats.

Særligt efter endt indsats kan der dog være fordele ved at opretholde praksis fra CBRN. Røgdykkere, der har været indsat i lukkede rum på grund af brand eller risiko for brand i Li-ion batterier – har formentlig været eksponeret for høje koncentrationer af gasser og potentielt ætsende og sundhedsskadeligt slukningsvand. Samtidig må der forventes fluorforbindelser på overflader.

De opgaver, som skal løses i farezonen er ikke at sammenligne med definitionen 'direkte kontakt i CBRN forståelsen. Derfor kan indsatsen håndteres med normal indsatsmundering og anlæggelse af fuldåndedrætsbeskyttelse.

Røgdykkernes indsatstid

Ved indsats anvender røgdykkerne fuldt dækkende indsatsbeklædning samt luftforsynet åndedrætsværn. Maksimalt ophold for røgdykkere i brandrøg eller udsivning af gasser fra højvoltsbatteriet i en elbil bør være så kort som muligt inde i en bygning eller lukkede rum, hvor der ikke er ventilation.

I tilstødende rum med mindre koncentrationer af brandrøg og gasser kan indsatstiden være længere. Det vil dog være en konkret vurdering, som foretages af holdlederen eller indsatslederen. Til grund for vurderingen kan medtages mængde af brandrøg, gasser, mulighed for ventilation, samt hvorvidt røgdykkerne skal arbejde i rummet eller der er gennemgang

i forbindelse med fremføring af materiel.

I forbindelse med indsats i eksempelvis parkeringsanlæg vil der typisk være en lang indtrængningsvej, som der bør tages højde for.

For den enkelte røgdykker bør den samlede indsatstid vurderes ved 1 time. Herefter bør der være afvaskning og udskiftning af al indsatsmundering⁸.

I det fri vil indsatstiden være sammenlignelig med en 'normal' indsats – dog med den forudsætning, at der anvendes fuld indsatsmundering, herunder åndedrætsværn, og at ophold i røgfanen eller udsivende gasser så vidt muligt minimeres.

Ophold i brandrøg bør minimeres

Ved indsatser i små eller lukkede rum skal der udvises særlig stort hensyn for at minimere eksponeringen af skadelige stoffer. Særligt for brande i elbiler er der risiko for udsivning af gasser fra højvoltsbatteriet, som kan ske, uden at der sket en antændelse. Denne risiko håndteres samtidig med risiko for selve brandrøgen.

Hvis elbilen står inde i en bygning eller parkeringsanlæg, kan dette eventuelt opnås ved hjælp af overtryksventilator, og at mandskabet så vidt muligt opholder sig under røggaslaget og med beskyttelse vandtåge, som sikrer en yderligere beskyttelse mod eksponering af brandrøg og slukningsvand.

Efter endt indsats håndteres mundering og det anvendte udstyr som forurenede, hvilket betyder, at man ikke kan foretage sig andre handlinger før munderingen er aflagt.

Rengøring af materiel og personel

Det må som udgangspunkt antages, at røgdykkerne særligt i lukkede rum har været eksponeret af brandrøg, eventuelt ætsende og sundhedsskadeligt slukningsvand og forskellige stoffer (fluorforbindelser) på overflader. Normal god praksis for håndtering af forurenede (kontamineret) materiel og 'ren brandmand' følges efter egen operativ procedure. Der kan med fordel udarbejdes en SOP for røgdykning i miljø med brandrøg og udsivende gasser fra elbilens højvoltsbatteri.

Ud over selve røgdykningen bør der være fokus på personlig hygiejne, idet HF-gas og flussyre kan optages igennem huden. Derfor bør der gennemføres en grundig afvaskning hurtigst muligt efter indsats.

Al indsatsmundering bør efter endt indsats, inklusiv undermundering, aftages med minimal kontakt til huden, f.eks. ved at anvende engangshandsker og passende åndedrætsværn. Mundering betragtes som kontamineret.

Der bør ligeledes udarbejdes en procedure for rengøring af materiellet, da det også er kontamineret.

Ved eksponering af brandrøg

I praksis vil valide målinger af tilstedeværelse eller forekomsten af farlige stoffer være vanskelige. Da der ikke pt. findes eksakt viden om de reelle koncentrationers giftighed ved en indsats, bør der arbejdes ud fra et forsigtighedsprincip med mindst mulig eksponering af den enkelte medarbejder.

Symptomer på forgiftning med eksempelvis HF-gas eller flussyre kan ved indånding være hoste åndedrætsbesvær og smerte i luftveje, hvor kontakt med huden beskrives som brændende smerte og ætsningssår. Smerter kan være forsinkede op til 24 timer.

Ved tegn på eller mistanke om forgiftning bør hurtig personrensning påbegyndes. Der kan søges viden i Beredskabsstyrelsens 'Farlige stoffer' app. Sundhedsmyndighederne bør kontaktes for vejledning og eventuelt behov for indlæggelse til observation.

Dette gælder også for eventuelt tilskadekomne og andre aktører på indsatsen, der har været eksponeret for brandrøg mv.

Action card – Spørgeguide til vagtcentral, AMK og første køretøj

Input fra skadestedet til Vagtcentral og AMK spiller en vigtig rolle i at bidrage til identificering af, hvorvidt en elbil er involveret i et færdselsuheld og at videregive denne oplysning til første køretøj på skadestedet.

Alarmcentralens rolle kan være en væsentlig afdækning af spørgsmålet om, der er en elbil involveret. Denne afdækning foretages af alarmoperatøren i anmeldelsesøjeblikket. Ved afsendelse af korrekt årsagskode foretage et

valg: Elbil eller ikke-elbil. Afdækning vil være en hurtig vurdering af el-bil / ikke-elbil og brand/ikke-brand.

Alarmcentral kan vælge at koble den sundhedsfaglige visitator på kaldet (konference kald). Herefter vil nedenstående spørgsmål kunne blive stillet af den sundhedsfaglige visitator hos AMK. Hvis alarmoperatøren vurderer, at det giver mening at lytte med, gør operatøren dette. Der kan afsendes flere oplysninger til redningsberedskabet i form af sending 2 (supplerende oplysninger).

SPØRGSMÅL VEDRØRENDE TILSKADEKOMNE

ER DER TILSKADEKOMNE I KØRETØJET? JA - Hvor mange? - Hvor er de placeret i køretøjet? - Er de umiddelbart fastklemte?	ER DER TILSKADEKOMNE UDEN FOR KØRETØJET? JA - Hvor mange? - Hvor er de placeret?
HVIS JA, HVORDAN ER TILSKADEKOMNES TILSTAND? - Har de synlige skader? - Bevidstløs; Ved bevidsthed? - Ikke kontaktbar; Kontaktbar? - Ikke-stabil på ABC; stabil på ABC? - Kan tilskadekomne selv komme ud af køretøjet? ⇒ JA – overvej det if. til risiko for brand i køretøjet	OPMÆRKSOMHED - Al kontakt med defekte/blotlagte kabler og ledninger bør undgås - Hvis man påbegynder udtagning af tilskadekomne kan der være risiko for spænding i bilens karrosseri grundet deformation af batteripakken - Hvis bilens airbags er udløste vil kablerne fra batteripakken være spændingsløse, og evt. førstehjælp eller nødflytning kan påbegyndes, hvis den tilskadekomne er truet på ABC
MODTAGER TILSKADEKOMNE FHJ I KØRE-TØJET? JA - Hvor mange modtager FHJ? - Hvor mange yder FHJ til tilskadekomne? - Kan tilskadekomne komme ud af køretøjet? - Er tilskadekomne fastklemmt?	MODTAGER TILSKADEKOMNE FHJ UDEN FOR KØRETØJET? JA - Hvor mange modtager FHJ? - Hvor mange yder FHJ til tilskadekomne? - Yder man FHJ i sikker afstand til køretøjet? - Er de kommet til skade inde i køretøjet eller uden for (påkørt)?
MODTAGER TILSKADEKOMNE FHJ I KØRETØJET? NEJ - Er der en årsag til FHJ ikke ydes?	MODTAGER TILSKADEKOMNE UDEN FOR KØRETØJET FHJ? NEJ - Er der en årsag til FHJ ikke ydes?

ER DER BRAND, RØG ELLER GASUDVIKLING I/FRA ELBILEN?

- Er der synlig røg eller flammer fra køretøjet?
- Er der en hvæsende lyd fra køretøjet?
Er der en jet lignende flamme fra ca. 1 – 2 fra køretøjets bund sektion?
- Hvilken farven har røgen?
Hvid tæt røg – hastighed på røgen?
- Lugte eller lyde fra køretøjet?
Små knald lyde/mislyde fra køretøjet hele tiden el. ind imellem?

- Er der brand i andre/flere biler?
- Er bilen placeret tæt ved en bygning?
- Hvor mange er elbiler?

Særligt for brintbiler:

- Mislyde/ fra brint tank (hvislen)
- Udsivning gas fra brint tank
(<https://kemikalieberedskab.dk/>)

HVILKEN TYPE KØRETØJ ER DER TALE OM?

Tjek registreringsnummer på hjemmesiden motorregister.skat.dk

Synlige kendetegn elbil:

- Elbil-logo: Tesla; ID3; ID4 m.fl.
- Elbil: EV; BEV; PEV; ZEV;
Drive E; Zero emission; I-on; Electric; I-e
- Ladestik, men ikke tankdæksel
- Ingen udstødningsrør
- Ingen kølegitter
- Ingen motorstøj

Synlige kendetegn hybridbil:

- Hybridbil: PHEV; HEV; MHEV m.fl.
- Ladestik og/eller tankdæksel

Synlige kendetegn brintbil:

- Brint logo f.eks. Hydrogene

SPØRGSMÅL TIL KØRETØJET

HVOR ER FÆRDSELSUHELDET SKET?

- Motorvej - landevej – by-/ villavej – grusvej; i vand? (sø, havn, å mv.)?
- Er køretøjet til gene for afvikling af trafik på vej, sti, mv.?
- Står den på vejbanen? Hvilket spor; inder-, yder-, midterste eller nødspor; uden for vejbanen; ligger i vejkant; modsatte vejbane?
- Står den på alle 4 hjul – ligger på siden – på hovedet – modsat retning kørebane?

ER DER TALE OM EN ELBIL – EN ELLER FLERE KØRETØJER INVOLVERET?

- Hvor mange køretøjer?
- Hvor mange elbiler er involveret?
- Holder køretøjet alene el. sammen med andre køretøjer?
- Holder køretøjet ind i det forankørende køretøj?
- Er køretøjet påkørt bagfra?
- Holder køretøjet i harmonikasammenstød?

Synlige skader på elbilen

- Skader på front eller bagende
- Skader venstre eller højre side
- Blotlagte eller beskadigede orange kabler fra køretøjet
- Er airbags udløste

Synlige skader på batteripakken

- Holder køretøjet i autoværnet
- Er der udsivning af væsker fra batteripakken
- Deformation af batteripakken
- Batteripakken blotlagt

HVOR HUTIGT HAR BILEN KØRT VED ULYKKEN? (BEDSTE VURDERING)

- Over eller under 70 km/t?

Action card – Brand i elbil – Personer i fare i elbil/nærhed

Anvendes ved ulykker brand i en elbil, hvor der er behov for frigørelse eller anden fare for personers liv eller førlighed.

BRAND I ELBILS BATTERI – PERSONER I FARE I BIL/NÆRHED

Personer i fare	Offensiv indsats
Behov for frigørelse	Offensiv indsats

TAKTISKE PRIORITERINGER

FØR

Risikovurdering

Afbryd strømforsyningen såfremt bilen står til opladning (evt. ved kontakt til forsyningsskab til ladestationen)

Hvis det ikke er muligt, bør branden betragtes som brand i højspændingsinstallation

Iværksæt afspærring og markering/skilte med fare for højspænding til ladestationen)

Sikre at der ikke er højspænding i elbilens karosseri

Anbring stopklodser ved hjulene til ladestationen)

Frakobl elbilens hovedafbryder hvis dette er muligt

Afbryd bilens 12 v batteri til ladestationen)

UNDER

Offensiv taktik.
Sluk eller køl elbils batteriet med overlegen stråle og gennemfør personredning

For personredning – se temahæftet om redning

Efter personredning, anvendes efterfølgende action card:
Brand i elbils batteri – ingen personer i fare

EFTER

Efter personredning anvendes efterfølgende action card:
Brand i elbils batteri – ingen personer i fare

Action card – Brand i elbil – Ingen personer i fare

BRAND I ELBILS BATTERI – INGEN PERSONER I FARE		
Mulighed for brandspredning	Offensiv indsats	Defensiv indsats
Ikke mulighed for brandspredning		Defensiv indsats
Kritisk infrastruktur	Offensiv indsats	Defensiv indsats
Til fare for borgerne (røgudvikling)	Offensiv indsats	Defensiv indsats
TAKTISKE PRIORITERINGER		
FØR		
Risikovurdering		
Afbryd strømforsyningen, såfremt bilen står til opladning (evt. ved kontakt til forsynings-skab til ladestationen)		
Hvis det ikke er muligt bør branden betragtes som brand i højspændings installation		
Iværksæt afspærring og markering/skilte med fare for højspænding		
Sikre at der ikke er højspænding i elbilens karosseri		
Anbring stopklodser ved hjulene		
Frakobl elbilens hovedafbryder hvis dette er muligt		
Afbryd bilens 12 v batteri		
UNDER		
Offensiv taktik Sluk eller køl højvoltsbatteriet. Anbring evt. elbilen i brandslukningscontainer		
Offensiv taktik Anvend eventuelt vandtåge til køling af omgivelser og nedvask farlige stoffer fra brandrøgen med store mængder vandtåge med så små dråber som muligt		
Defensiv taktik Lad højvoltsbatteriet brænde ud. Dette kan tage mere end 120 minutter		
Defensiv taktik Anvend eventuelt vandtåge til køling af omgivelser og nedvask farlige stoffer fra brandrøgen med store mængder vandtåge med så små dråber som muligt		
Defensiv taktik Anvend eventuelt ventilator for kontrol af røgfane		
EFTER		
Afspærring og skiltning opretholdes længst muligt		
Når batteriet er kølet tilstrækkeligt, kontrolleres det at batteriets temperatur er stabil eller faldende i minimum 60 minutter– til under 80C. Anvend termisk kamera		
Transporter køretøjet til egnet opmagasinerings sted og placer det mindst 5 meter fra andet brandbart materiale, herunder bygninger		
Oplys modtageren om at der er tale om en elbil eller hybrid- /plugin-hybridbil		
Viderebring vurdering til politi, transportør, om der er skader på elbilen eller batteriet		

**Action card – Brand i elbil
– Bygning/lukket konstruktion**

Anvendes ved brand i en elbil, som er placeret i en bygning eller en lukket konstruktion, f.eks.

en P-kælder, hvor der er ikke nødvendigvis er mulighed for god ventilering.

BRAND I ELBIL – BYGNING/LUKKET KONSTRUKTION	
Mulighed for brandspredning	Offensiv indsats
Til fare for borgerne (røgudvikling)	Offensiv indsats
TAKTISKE PRIORITERINGER	
FØR	
Skab effektiv bortventilering af røggasser fra beredskabets indtrængningsveje	
Iagttag at røggasserne ikke ventileres til områder, hvor personer eksponeres herfor	
Afspær eventuelle adgangsveje til rummet, således personer uden korrekt indsatsmundering forhindres adgang	
Træng frem mod branden således al kontakt med røg minimeres	
Afbryd strømforsyningen såfremt bilen står til opladning (evt. ved kontakt til forsynings-skab til ladestationen)	
Hvis det ikke er muligt bør branden betragtes som brand i højspændings installation	
Iværksæt afspærring og markering/skilte med fare for højspænding	
Sikre at der ikke er højspænding i elbilens karosseri	
Anbring stopklodser ved hjulene	
Frakobl elbilens hovedafbryder hvis dette er muligt	
Afbryd bilens 12 v batteri	
UNDER	
Offensiv taktik Sluk eller køl batteriet. Anbring evt. elbilen i brandslukningscontainer	
Offensiv taktik Anvend vandtåge til køling af omgivelser og nedvask farlige stoffer fra brandrøgen med store mængder vandtåge med så små dråber som muligt	
Offensiv taktik Anvend ventilator for kontrol af røgfanen	
Vær opmærksom på bortledning og evt. opsamling af slukningsvand	
Defensiv taktik Elbilen bringes til det fri	
Defensiv taktik Efterfølgende anvendes action card: Brand i elbils batteri – ingen personer i fare	
EFTER	
Når batteriet er kølet tilstrækkeligt, kontrolleres det at batteriets temperatur er stabil eller faldende i minimum 60 minutter – til under 80C. Anvend termisk kamera	
Efter personredning, anvendes efterfølgende action card: Brand i elbils batteri – ingen personer i fare	

Action card – Brand i elbil – Ikke batteri

Anvendes ved brand i en elbil, hvor der endnu ikke er brandspredning til højvoltsbatteriet, men der er risiko for, at dette kan ske.

BRAND I ELBIL - IKKE BATTERI	
Mulighed for brandspredning	Offensiv indsats
Ikke mulighed for brandspredning	Offensiv indsats
TAKTISKE PRIORITERINGER	
FØR	
Risikovurdering	
Afbryd strømforsyningen såfremt bilen står til opladning (evt. ved kontakt til forsynings-skab til ladestationen)	
Hvis det ikke er muligt bør branden betragtes som brand i højspændings installation	
Iværksæt afspærring og markering/skilte med fare for højspænding	
Sikre at der ikke er højspænding i elbilens karosseri	
Anbring stopklodser ved hjulene	
Frakobl elbilens hovedafbryder hvis dette er muligt	
Afbryd bilens 12 v batteri	
UNDER	
Offensiv taktik. Sluk branden i elbilen	
Sikre at temperaturen fra branden ikke har påvirket elbilens batteri	
Kontrolleres at batteriets temperatur er stabil og under 80oC Anvend termisk kamera	
EFTER	
Kontroller at batteriets temperatur er stabil under 80oC. Anvend termisk kamera	
Efter personredning, anvendes efterfølgende action card: Brand i elbils batteri – ingen personer i fare	

Action card - Politi

Dette action card giver en række opmærksomhedspunkter til en forsvarlig håndtering af elbiler frem til redningsberedskabets ankomst.

Ved færdselsuheld med elbiler er der en betydelig større risiko for mulig høj spænding i karrosseriet, pludselig opstået brand i batteriet og udsivende gasser.

Der rettes særlig opmærksomhed på nedenstående:

- Alle former for højenergiulykke (elbilen er deformeret).
- Synlige elektriske kabler – orange (farlig elektrisk spænding).
- Gnister, røg, damp fra batteriet (antydning af brand).
- Udsivning af væsker og/eller mislyde fra batteriet.



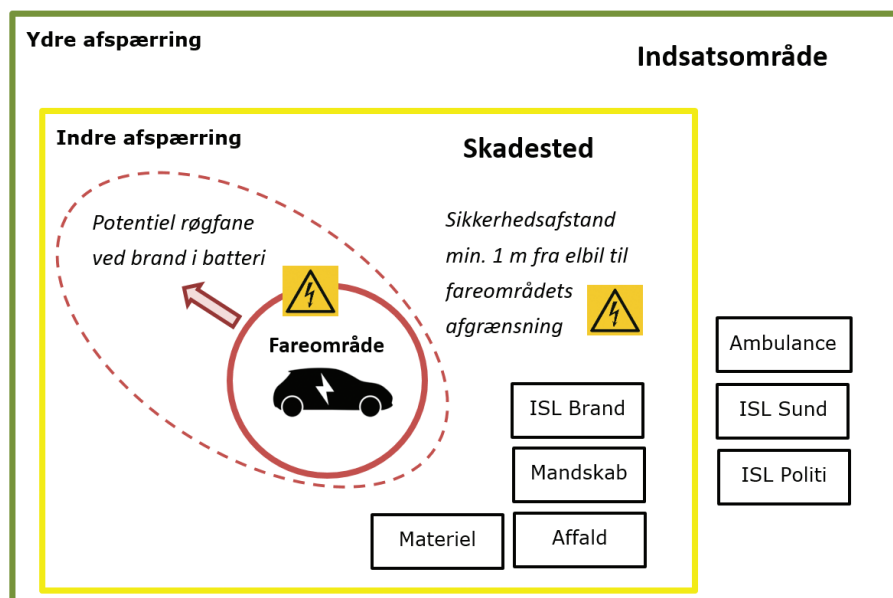
Elbiler bør principielt ikke berøres uden korrekt PPE. Hvis en eller flere af ovenstående punkter er til stede, bør første patruljevogn afveje risici ved at arbejde i eller nær elbilen i forhold til korrekt personlige værnemidler (PPE), som er tilgængelige.

Ophold i røgfanen eller ved udsivning af gasser og væske fra batteriet er forbundet med risiko for forgiftning. På Beredskabsstyrelsens app 'Farlige stoffer' findes oplysninger om farlige stoffer, sikkerhedsafstand, sundhedsrisiko mv.

Første patruljevogn kan være behjælpelige med sikring af skadestedet. Det omfatter afspærring, fjernelse af personer omkring elbilen og i en eventuel røgfane. Der arbejdes ud fra nedenstående princip for opbygning af skadested.

Der er risiko for høj spænding ved kontakt med kabler/ledninger eller spændingsførende dele.

På Beredskabsstyrelsens app 'Farlige stoffer' findes oplysninger om stoffers farlighed, sikkerhedsafstand, sundhedsrisiko mv.



Skadestedets opbygning ved færdselsuheld med behov for frigørelse af fastklemte eller risiko for brand.
Illustration: Beredskabsstyrelsen



QR kode til video med 'thermal runaway' under læsning på fejleblad.

PATRULJEVOGN ANKOMMER TIL SKADESTEDET SOM FØRSTE VOGN

Sikring af skadested	- Standsning af trafik - Afspærring af skadested - Sikring af eget mandskab og personer mod evt. røgfane
Overblik	- Brand / ikke brand i køretøjet? - Personer i fare / ikke fare? I eller uden for køretøj? - Person – ikke-stabil på ABC, Bevidstløs? ⇒ Behov for at udtage ⇒ Nødflytning? - Person – stabil på ABC, Ved bevidsthed? ⇒ Ikke behov for at udtage tilskadekomne
Brand/risiko for brand	- Brand: flammer eller røg (sort) - Risiko for brand: lyde; lugte; hvid røg (afgasning fra batteri) - Undgå ophold i røgfanen eller gasser (alle uden PPE)
Type af køretøj (elbil/ plugin-/hybridbil)	- Bekræftet/ ikke bekræftet elbil? - Placering på skadestedet – på/uden for vej, i vandet mv. - Placering på tag, på siden mv.
Elbilens skader ⇒ risiko for stød	- Blotlagte eller beskadigede kabler? - Deformationer i karrosseri, batteri? - Udløste airbags = spændingsløs kabler. Batteripakken kan ikke gøres spændingsfri
Håndtering af tilskadekomne?	- <u>Kun hvis det er muligt og sikkert:</u> - Behov for nødflytning af tilskadekomne fra køretøj? - FJH af tilskadekomne uden for køretøj? - FJH af tilskadekomne i køretøj ⇒ uden kontakt med elbil?
Videregivelse af informationer til ISL BRAND, ISL SUND	- Handler jf.: - Sikring af skadested - Overblik over tilskadekomne ⇒ Håndtering? - Type af køretøj (elbil/ hybrid) - Brand/risiko for brand - Elbilens skader

EVT. YDERLIGERE INFORMATION

- Hvilken type køretøj er der tale om – registreringsnummer? Elbil, plugin-/hybridbil?
- Sidder der tilskadekomne i køretøjet? Er de fastklemte?
- Har vi fjernet tilskadekomne samt tilskuere i sikker afstand fra skadestedet?
- Har personer fået røg (mandskab, tilskadekomne, andre personer)?
- Hvilken placering har køretøjet (på vejen, i grøft, i vand, på hovedet m.m.)
- Er der synlig røg eller afgasning fra køretøjet?
- Lyde; Røgudvikling; Unaturlige lugte eller væske, der løber ud af batteriet?
- Fare for spænding ved køretøjet - fare for højspænding, blotlagte, ødelagte kabler?

For uddybning af observationer på skadestedet se ' Action card – Spørgeguide til vagtcentral, AMK og første køretøj'

Action card - Sundhedsberedskabet

Der kan være situationer, hvor ambulancen ankommer først til skadestedet. Dette action card giver en række opmærksomhedspunkter til en forsvarlig redningsmæssig håndtering af indsatsen med elbiler frem til ankomst af redningsberedskabet.

Ved færdselsuheld med elbiler er der en betydelig større risiko for, at mandskabet kan komme til skade på grund af mulig høj spænding i karrosseriet, pludselig opstået brand i batteriet og udsivende gasser.

På baggrund af dette og en risikovurdering foretaget af første vogn på stedet bør redningsberedskabet tilkaldes, såfremt det ikke er

sket på meldingen, hvis nedenstående er synlige for mandskabet:

- Alle former for højenergiulykke (elbilen er deformeret).
- Synlige elektriske kabler – orange (farlig elektrisk spænding).
- Gnister, røg, damp fra batteriet (antydning af brand).
- Udsivning af væsker og/eller mislyde fra batteriet.

Elbiler bør principielt ikke berøres uden korrekt PPE. Hvis en eller flere af ovenstående punkter er til stede bør første vogn/ambulance afveje risici ved at arbejde i eller nær elbilen i forhold til korrekt personlige værnemidler (PPE), som er tilgængelige.

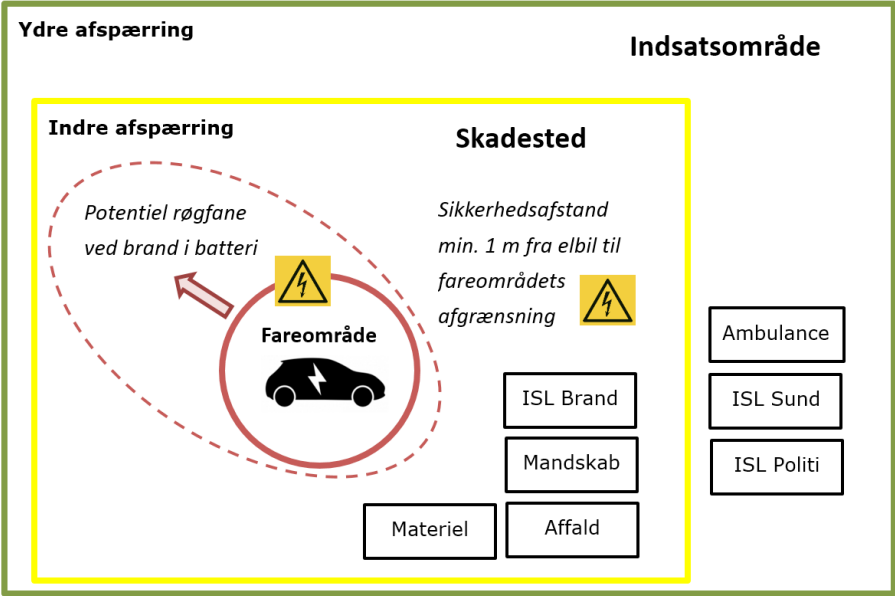
Emne	Værnemiddel (PPE)
Hoved	Egnet hjelm - EN 50365:2003
Øjne	Egnet visir / briller - EN 166:2002
Krop	Indsatsdragt (typisk nok) - EN 61482-1 og 2
Fødder/Krop	ESD-godkendt fodtøj – EN 15090:2012, type F2A
Hænder	Egnede handsker EN 60903:2004

Ophold i røgfanen eller ved udsivning af gasser og væske fra batteriet er forbundet med risiko for forgiftning. På Beredskabsstyrelsens app 'Farlige stoffer' findes oplysninger om farlige stoffer, sikkerhedsafstand, sundhedsrisiko mv.

Første vogn kan være behjælpelige med sikring af skadestedet. Det omfatter afspærring,

fjernelse af personer omkring elbilen og i en eventuel røgfane. Der arbejdes ud fra nedenstående princip for opbygning af skadested.

Der er risiko for høj spænding ved kontakt med kabler/ledninger eller spændingsførende dele.



På Beredskabsstyrelsens app 'Farlige stoffer' findes oplysninger om stoffers farlighed, sikkerhedsafstand, sundhedsrisiko mv.

Skadestedets opbygning ved færdselsuheld med behov for frigørelse af fastklemte eller risiko for brand. Illustration: Beredskabsstyrelsen

SUNDBEREDSKABET ANKOMMER TIL SKADESTEDET SOM FØRSTE VOGN (AMBULANCE, AKUTBIL, LÆGEBIL)	
Sikring af skadested	- Standsning af trafik - Afspærring af skadested - Sikring af eget mandskab og personer mod evt. røgfane
Overblik	- Brand / ikke brand i køretøjet? - Personer i fare / ikke fare? I eller uden for køretøj? - Stabil på ABC / Ikke-stabil på ABC - Person fastklemmt/ Ikke fastklemmt ⇒ Behov for at nødflytte JA ⇒ Muligt og forsvarligt?
Brand/risiko for brand	- Brand: flammer eller røg (sort) - Risiko for brand: lyde; lugte; hvid røg (afgasning fra batteri) - Undgå ophold i røgfanen eller gasser (alle uden PPE)
Type af køretøj (elbil/ plugin-/hybridbil)	- Bekræftet/ ikke bekræftet elbil? - Placering på skadestedet – på/uden for vej, i vandet mv. - Placering på tag, på siden mv.

Elbilens skader ⇒ risiko for stød	Synlige skader? - Er der én eller flere køretøjer? – El-biler? - Skader på front eller bagende - Skader venstre eller højre side - Blotlagte eller beskadigede orange kabler fra køretøjet - OBS risiko for høj spænding ved kontakt med kabler/ ledninger eller spændingsførende dele - Deformationer i karrosseri, batteri? - Udløste airbags = spændingsløs kabler. Batteripakken kan ikke gøres spændingsfri - Holder køretøjet i autoværnet? - Hastighed over eller under 70 km/t?
Håndtering af tilskadekomne?	- <u>Kun hvis det er muligt og sikkert:</u> - Behov for nødflytning af tilskadekomne fra køretøj? - FJH af tilskadekomne uden for køretøj? - FJH af tilskadekomne i køretøj ⇒ uden kontakt med elbil? Opmærksomhed - Al kontakt med defekte/blotlagte kabler og ledninger bør undgås. - Hvis man påbegynder udtagning af tilskadekomne kan der være risiko for spænding i køretøjets karrosseri grundet deformation. - Hvis bilens airbags er udløst vil kablerne fra batteripakken være spændingsløse, og udtagning kan påbegyndes, hvis den tilskadekomne er truet på ABC. - Der bør anvendes isolerende gummimåtter og specielle værnemidler (PPE) for beskyttelse af mandskab, som skal arbejde i og ved elbilen. Derfor bør redningsberedskabet tilkaldes. - Der bør afmærkes en sikkerhedsafstand på min. 1 m fra elbilen, jf. EN 50110-1, hvor direkte kontakt med ledende dele defineres som 'arbejde under spænding' og arbejde inden for 30 cm af ledende dele defineres som 'arbejde nær spænding'.
Videregivelse af informationer til ISL BRAND, ISL POLITI	- Handlinger jf.: - Sikring af skadested - Overblik over tilskadekomne ⇒ Håndtering? - Type af køretøj (elbil/ hybrid). - Brand/risiko for brand. - Elbilens skader.

EVT. YDERLIGERE INFORMATION

- Hvilken type køretøj er der tale om – registreringsnummer? Elbil, plugin-/hybridbil?
- Sidder der tilskadekomne i køretøjet? Er de fastklemte?
- Har vi fjernet tilskadekomne samt tilskuere i sikker afstand fra skadestedet?
- Har personer fået røg (mandskab, tilskadekomne, andre personer)?
- Hvilken placering har køretøjet (på vejen, i grøft, i vand, på hovedet m.m.)
- Er der synlig røg eller afgasning fra køretøjet?
- Lyde; Røgudvikling; Unaturlige lugte eller væske, der løber ud af batteriet?
- Fare for spænding ved køretøjet - fare for højspænding, blotlagte, ødelagte kabler?

For uddybning af observationer på skadestedet se ' Action card – Spørgeguide til vagtcentral, AMK og første køretøj'

Action card - Afvikling af skadestedet

Efter redningsberedskabets har foretaget indsats i en elbil, er det vigtigt, at der gives en

relevant instruktion til den transportør, der skal borttransportere elbilen, hvis denne er fremme eller til politiet ved frigivelse af skadestedet.

AFVIKLING AF SKADESTEDET

Afvikle skadestedet	- Afmærkning af fareområde med skiltning mod høj spænding – dette opretholdes ved frigivelse af skadestedet (min. 1 m) - Skadestedet/elbilen overdrages til politiet eller transportør, hvis denne er fremme på skadestedet, når indsatslederen vurderer, at der ikke længere er mulighed for 'thermal runaway' - Hvis der er foretaget arbejdsjording, bør det sikres, at elinstallatør eller tilsvarende ekspert, vil kunne demontere jording ved frigivelse af skadestedet.
Instruktion til transportør	Transportør bør have følgende oplysninger: - Der er tale om en elbil/hybrid bil. - Kort om redningsberedskabets indsats: brandslukning, frigørelse (skader på kabler). - Vurdering af tilstanden af bilens højvoltbatteri, frakobling af hovedafbryder, spænding. - Risikoen for 'thermal runaway' under transporten til værksted, og hvad transportøren bør gøre, hvis der sker. - At elbilen bør placeres min. 5 m. væk fra bygninger og andet brandbart materiale.



Eksempler på fareskilte

Action card - Borttransport af elbil

Efter at have foretaget en redningsindsats i en elbil, er det vigtigt, at der gives en relevant

instruktion til den transportør, der skal borttransportere elbilen eller til politiet, hvis skadestedet overdrages hertil.

Borttransport af elbil	
Transportøren oplyses om følgende inden elbilen læsses	- Der er tale om en elbil/hybrid bil. - Forklare om redningsberedskabets indsats. - Forklare om tilstanden af bilens batteri og den eventuelle fare for høj spænding.
Transportøren bør være opmærksom under læsning af el-bilen	- At elbilen kan læsses, transporteres og aflæsses på en sikker og forsvarlig måde, herunder transportørens anvendelse af personlige værnemidler (PPE). - At der ved spænding i karosseriet som udgangspunkt er en sikkerhedsmand til stede. - At der ikke foretages unødige vrid i bilen, mens den læsses på fejebladet. - At der observeres for evt. varmeudvikling eller 'thermal runaway' i batteriet, mens bilen læsses. - Lyde, røgudvikling eller unaturlige lugte fra batteriet. - Væske der løber ud af batteriet.
Transportøren bør være opmærksom på følgende under transport af elbilen	At ringe 112 og afgive relevante informationer, hvis der opstår: - Brand/'thermal runaway' i batteriet. - Varmeudvikling i batteriet. <i>Eller væsentlige ændringer i forhold til:</i> - Lyde fra batteriet. - Røgudvikling fra batteriet.
Transportøren bør være opmærksom på følgende, når elbilen er aflæsset på slutdestinationen	- Elbilen bør ikke placeres i en bygning/under overdækning. - Elbilen bør placeres i tilpas afstand til omkringliggende bygninger, overdækninger og øvrige brandbare oplag, at evt. brand ikke kan brede sig hertil. - Elbilen bør tydelige markeres med afspærring og skiltes med 'Fare - høj spænding'. At ringe 112 og afgive relevante informationer, hvis der opstår: - Brand/'thermal runaway' i batteriet. - Varmeudvikling i batteriet. - Væske der løber ud af batteriet. <i>Eller væsentlige ændringer i forhold til:</i> - Lyde fra batteriet. - Røgudvikling fra batteriet. - Unaturlige lugte fra batteriet.



Kildehenvisninger og referencer

- ¹ <https://www.euroncap.com/en/press-media/press-releases/euro-ncap-improves-tertiary-safety-by-introducing-a-mobile-app-for-first-responders-in-europe/>
- ² Euro ncap rescue sheet, free app, <https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/timeline/euro-ncap-launches-euro-rescue-free-downloadable-rescue-information-for-first-responders/>
- ³ Electric car batteries: What you need to know (firerescue1.com), <https://www.firerescue1.com/firefighter-training/articles/what-firefighters-need-to-know-about-electric-car-batteries-omiDv8vd87oZ9ZKs/>
- ⁴ Industriens Branchearbejdsmiljøråd, 2016, El- og hybridbiler. Sikkerhed ved reparation og vedligehold, <https://www.bfa-i.dk/media/aazlwuvr/el-og-hybridbiler.pdf>
- ⁵ <https://rise.fr.com/media/publikasjoner/upload/2017/a17-20096-03-01-fullskala-brannforsok-av-elbil.pdf>
- ⁶ SP Fire Research A/S, 20/02 2017, A17 20096:03-01
- ⁷ <https://www.nts.gov/safety/safety-studies/Documents/SR2001.pdf>
- ⁸ NFPA Bulletin, september 2017
- ⁹ Informationsvideo Prehospital förmåga vid insatser med bränder i litiumjonbatterier, https://youtu.be/vaspu8f_X_w
- ¹⁰ Gasformig HF vid brand i trånga utrymmen – risker för hudupptag vid insatser, MSB 2021
- ¹¹ LBK nr. 26 af 10/01/2019, Bekendtgørelse af lov om sikkerhed ved elektriske anlæg, elektriske installationer og elektrisk materiel (elsikkerhedsloven), <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2019/26>
- ¹² Sikkerhedsstyrelsen, <https://www.sik.dk/erhverv/elinstallationer-og-elanlaeg/vejledninger/elinstallationer/i-aus-arbejde-under-spaending/arbejde-paa-elektriske-installationer,tilgaaet-25-01-22>
- ¹³ Dansk Standard, "DS/EN IEC 60900:2018 Arbejde under spænding – Håndværktøj til anvendelse op til 1000 V a.c. og 1500 V d.c.," Dansk Standard, 2018
- ¹⁴ International Organization for Standardization, "ISO 7010:2019 Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs," ISO, 2019
- ¹⁵ FDM: Hvordan fungerer en elbil? <https://fdm.dk/alt-om-biler/elbil-hybridbil/alt-om-livet-med-elbil/hvordan-fungerer-en-elbil,tilgaaet-25-01-22>
- ¹⁶ Sikkerhedsstyrelsen: Opladning af elbiler <https://www.sik.dk/erhverv/elinstallationer-og-elanlaeg/vejledninger/elinstallationer/elbiler/opladning-el-biler,tilgaaet-13-06-22>
- ¹⁷ Håndtering af trafikskadede elbiler, SKAD – autoskadebranchen, https://www.skad.dk/images/Bilteknik/SKAD_guideline_skadede-el-hybridbiler_V1_2019.pdf

På Beredskabsstyrelsens hjemmeside www.brs.dk kan du orientere dig i øvrige udgivelser fx

Love og regler

Retningslinjer og vejledninger

Læringsmaterialer

Udtalelser og domme

Historisk materiale

Grafisk opsætning:

Grafiker Pernille Gaarden, Publikationselementet, Korsør



Beredskabsstyrelsen

Datavej 16

3460 Birkerød

Telefon: +45 71 85 20 00

E-mail: brs@brs.dk

www.brs.dk

EAN: 5798000201705

CVR: 52990319