



SÄKERHET & TRANSPORT  
RISE FIRE RESEARCH



Laddning av elbil i parkeringsgarage

Are W. Brandt och Karin Glansberg

RISE Rapport 2020:29

# Ladding av elbil i parkeringsgarage

Are W. Brandt och Karin Glansberg

# Abstract

## **Charging of electric cars in parking garages**

There has been a huge increase in the number of electric cars over the last few years, as of the 1<sup>st</sup> of September 2019 a total of 247,565 electric cars were registered in Norway. There is a clear political incentive to facilitate the charging of electric cars in parking garages in Norway. This has resulted in a public inquiry regarding a proposed amendment to the Norwegian Planning and Building Act (Planning and Building Act, the Norwegian Act relating to owner-tenant sections and the Norwegian Housing Cooperatives Act). The inquiry proposes that housing cooperative owners be given the right to install chargers for electric cars. The inquiry has resulted in a consultation paper in which the uncertainties regarding fire safety during electric car charging in confined spaces were highlighted.

The study examined whether the charging of electric cars in parking garages results in unacceptable risk of fire and, if so, what sort of measures would be required to ensure acceptable risk levels.

One of the objectives of the study was to identify the required measures to ensure acceptable safety levels when parking and charging electric cars in parking garages.

This was done through the use of a comprehensive evaluation of the risk of fire in electric cars while charging, the risk of fire in electrical installations in parking garages during charging and also the layout of the parking garage and the possibility for active firefighting or extinguishing using sprinklers and water mist systems.

It also investigated the relevant measures that could be taken to prevent increased fire risk arising from the installation of charging points for electric cars.

### **Conclusions**

Based on the findings from statistics and a literature review, there were no indications that charging of electric cars in parking garages would result in an increased probability of fire. The regulations regarding charging points for electric cars seem to be adequate for ensuring that the risk of fire arising due to the charging of electric cars in parking garages is acceptable. This requires that the charging points are in accordance with the regulations and that the recommendations from the car manufacturers and the producers of the charging points are followed. It is important to avoid the use of power sockets not intended for the charging of vehicles and also to avoid the use of extension leads. Based on this, the need for fixed water-based firefighting systems in parking garages is no higher for parking garages with the possibility of charging of electric cars than in other parking garages.

There are still unknown factors with regard to both the development of fire in parking garages in general and also regarding potential fire propagation to the battery pack specifically. More knowledge is needed in order to increase the accuracy of evaluations and recommendations.

Keywords: Electric car, charging, fire development, extinguishing, regulations, statistics

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2020:29 (detta är en översättning av RISE-rapport 2019:123).

ISBN: 978-91-89167-11-7

Projektnummer: 20425

Kvalitetssäkring: Anne Steen-Hansen

Finansierat av: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og Direktoratet for byggkvalitet (DiBK).

Omslagsfoto: Karin Glansberg, RISE Fire Research  
Trondheim, Norge 2020

# Innehåll

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Innehåll</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>5</b>
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte.....	5
1.3 Omfattning och begränsningar .....	6
1.4 Metod.....	6
<b>2 Litteraturstudie</b> .....	<b>7</b>
2.1 Bränder i parkeringsgarage .....	7
2.2 Släckning av bränder i parkeringsgarage .....	8
2.3 Statistik .....	9
2.3.1 Statistik från Norge.....	9
2.3.2 Internationell statistik .....	10
2.4 Regelverk .....	10
2.4.1 Norges regelverk.....	10
2.4.2 Nordamerikas regelverk .....	12
2.4.3 Storbritanniens regelverk.....	12
2.4.4 EU:s allmänna riktlinjer .....	13
<b>3 Fallstudie: Anpassningar för elbilsladdning i garage</b> .....	<b>14</b>
3.1 Från stickkontakter till laddboxar .....	16
3.2 Installation av dynamiska laddsystem.....	17
3.3 Brandsäkerhet och brandrådgivning.....	20
3.4 Framtida satsningar.....	22
<b>4 Diskussion</b> .....	<b>23</b>
<b>5 Slutsatser</b> .....	<b>24</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>25</b>

# Sammanfattning

## Bakgrund

Antalet elbilar har ökat kraftigt de senaste åren. Den 1 september 2019 var 247 565 rena elbilar registrerade i Norge. Det finns en tydlig politisk önskan om att elbilar ska kunna laddas i parkeringshus i Norge. Detta ledde till ett samråd angående förslag på ändringar av Norges plan- och bygglagar, "bostadsrättslagar" och "bostadsföreningslagar". Till detta samråd inkom förslag på att tillåta att bostadsrättsägare i bostadsrättsföreningar inrättar egna laddstationer för elbilar. Samrådet uppmärksammade också att det råder osäkerhet kring brandsäkerheten vid brand i elbilar i slutna utrymmen.

Denna studie undersöker om elbilsladdning i parkeringsgarage medför en oacceptabel brandrisk, och vilka åtgärder som i så fall behövs för att sänka risknivån till en acceptabel nivå.

## Syfte

Ett syfte med studien har varit att identifiera åtgärder som kan säkerställa en acceptabel säkerhetsnivå i samband med parkering och elbilsladdning i parkeringsgarage.

Detta görs genom en övergripande bedömning av brandrisken i själva bilen vid laddning, brandrisken i elsystemet i parkeringsgaraget i samband med laddning, samt utformningen av parkeringshuset och möjligheten till aktiva släckningsinsatser, eller släckning med sprinkler- eller vattendimsystem.

Relevanta åtgärder för att förhindra att etableringen av laddstationer ökar risken för brand kartlades också.

## Slutsats

Enligt vad som framkommit av statistiken och i litteraturstudien finns det inget som tyder på att elbilsladdning medför någon ökad brandrisk. De bestämmelser som gäller för laddstationer verkar vara tillräckliga för att ökad elbilsladdning i parkeringsgarage inte kommer att leda till en oacceptabel riskökning. Detta förutsätter att laddstationen följer gällande föreskrifter och att rekommendationerna från tillverkarna av fordonet och laddstationen följs. Uttag som inte är avsedda för laddning ska undvikas, och inga förlängningssladdar ska användas i samband med elbilsladdning. Detta innebär att det inte finns ett större behov för sprinklersystem i garage med elbilsladdning än i andra garage.

Det finns fortfarande många okända faktorer, både när det gäller brandutveckling i parkeringshus i allmänhet, men också när det gäller risken för brandspridning till batterierna i elbilar i synnerhet. Inom dessa områden behövs det mer kunskap för att kunna göra tydliga bedömningar och rekommendationer.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Antalet elbilar har ökat kraftigt de senaste åren. Den 1 september 2019 var totalt 247 565 rena elbilar registrerade i Norge [1], jämfört med 97 532 registrerade elbilar i slutet av 2016 [2]. För att tillrättalägga för att dessa kan parkeras och laddas i parkeringsgarage måste lämpliga säkerhetsåtgärder vidtas. I detta projekt överväger vi bara rena elbilar, dvs. bilar som använder el som enda energikälla. Hybridbilar ingår inte i studien. Laddbara hybridbilar använder vanligtvis lägre energi vid laddning, vilket innebär att risken för överhettning blir något mindre. Utöver detta kommer samma riskbedömningar att gälla för laddbara hybrider som för rena elbilar.

RISE Fire Research (RISE) genomförde en studie 2016 [3], och i slutsatsen stod det att: ”Inntil man har mer kunnskap om slokkesetid og redningsinnsats ved elbilbranner i parkeringskjellere, bør sprinkler-/vanntåkeanlegg være et minimumskrav for å tillate parkering av elbiler” (Tills det finns mer kunnskap om släcktid och räddningsinsatser vid elbilsbränder i bilkällare bör system med sprinkler/vattendimma vara ett minimumskrav för att tillåta parkering av elbilar). Anledningen till denna slutsats var bristande statistik och forskning om risken för antändning i elbilar under laddningen. För alla nya och befintliga parkeringsgarage resulterar dock detta i en stor ekonomisk belastning. Det är därför önskvärt att undersöka i vilken utsträckning laddning och parkering av elbilar i parkeringsgarage påverkar riskbilden, och om det finns några andra åtgärder som behöver vidtas för att nå en tillfredsställande säkerhetsnivå. Detta är en förutsättning för att kunna fasa ut fordon som drivs med fossila bränslen.

Det finns en tydlig politisk önskan om att elbilar ska kunna laddas i parkeringshus. Detta beskrivs i ett förslag till Stortinget i mars 2017, *Dokument 8:70 S (2016-2017)*, där det står "... sikre at alle i borettslag og sameier får mulighet til å lade elbilene sine..." (se till att alla i bostadsrättsföreningar och andelsägarskap ges möjlighet att ladda sina elbilar) [4]. Stortingsvedtak 717, som är baserat på förslaget, lyder

"Stortinget ber regjeringen vurdere hvordan man kan innføre krav til at nye bygg og bygg som underlegges større ombygginger, skal være ladeklare bygg" (Stortinget ber regeringen att utvärdera hur man kan införa krav på att nya byggnader och byggnader som är föremål för stora ombyggnationer ska vara laddningsklara byggnader.)

I *Innstilling til Stortinget fra energi- og miljøkomiteen (Innst. 315 S (2016-2017))* finns det förslag på "laderett for beboere i borettslag og sameier" [5] (laddningsrättigheter för boende i bostadsrättsföreningar och andelsrätter). Detta har resulterat i ett samråd med förslag på ändringar av de norska lagarna *plan- og bygningsloven*, *eierseksjonsloven* och *burettslagslova* [6]. Till detta samråd inkom förslag på att tillåta att bostadsrättsägare i bostadsrättsföreningar inrättar egna laddstationer för elbilar. Samrådet uppmärksammade också att det råder osäkerhet kring brandsäkerheten, bland annat på grund av 2016 års RISE-rapport [3].

## 1.2 Syfte

Ett syfte med projektet har varit att identifiera åtgärder som kan säkerställa en acceptabel säkerhetsnivå i samband med parkering och elbilsladdning i parkeringsgarage.

Detta görs genom en övergripande bedömning av brandrisken i själva bilen vid laddning, brandrisken i elsystemet i parkeringsgaraget i samband med laddning, samt utformningen av parkeringshuset och möjligheten till aktiva släckningsinsatser, eller släckning med sprinkler- eller vattendimsystem.

Relevanta åtgärder för att förhindra att etableringen av laddstationer ökar risken för brand kartlades också.

## 1.3 Omfattning och begränsningar

I rapporten bedöms riskbilden i samband med laddning av rena elbilar i parkeringsgarage.

Risken vid laddning i automatiska parkeringsanläggningar har inte bedömts. I sådana anläggningar lämnas bilarna in och inbyggda mekaniska system flyttar bilarna till lediga utrymmen. Det är för närvarande ovanligt med den typen av anläggningar, och i liten grad tillrättalagt för elbilsladdning. Om frågan blir aktuell i framtiden måste den utredas för sig.

## 1.4 Metod

Informationen i denna rapport har samlats in genom att:

- Söka i litteratur och nyhetsartiklar.
- Granska nationella standarder och förordningar.
- Granska ett urval av internationella standarder och förordningar.
- Fallstudie med inspektion av ett parkeringsgarage som har uppgraderats för att tillrättalagga för elbilsladdning.
- Intervju



## 2 Litteraturstudie

### 2.1 Bränder i parkeringsgarage

Bränder i parkeringsgarage är lyckligtvis sällsynta, men skulle en brand uppstå kan den utvecklas och bli stor.

Historiskt sett har risken för spridning mellan fordon bedömts vara begränsad, och man har antagit att de flesta bränder i parkeringsgarage gäller en eller högst två fordon [7]. Flera bränder under de senaste åren har visat att så inte längre är fallet, utan en brand kan spridas och potentiellt omfatta alla bilar i parkeringsgaraget [7,8]. Ett av de senaste exemplen på detta är branden på King's Dock car park i Liverpool, England, nyårsafton 2017, där en brand bröt ut i ett parkerat fordon. Branden spred sig till totalt 1 200 bilar fördelade på sju våningar [9].

Det finns flera skäl till varför risken för att branden sprider sig är större i dag än den var på 60- och 70-talet [10]. Ett av dem är att det finns betydligt mer brännbara plast- och kompositmaterial i moderna bilar än tidigare. Det beräknas att innan 2020 kommer mängden plast i bilar i allmänhet ha ökat till 350 kg jämfört med 200 kg 2014 [11]. Plast har också nya användningsområden. Ca 85 % av dagens nya bilar bedöms ha plastbränsletankar [7], vilket kan påverka brandspridningen om bränsletanken smälter och bensin eller diesel strömmar ut. Detta skedde under King's Dock-branden. Dessutom verkar andelen breda bilar, såsom stadsjeepar, öka, vilket i sin tur leder till att avståndet mellan parkerade bilar minskar. Dessa två faktorer innebär att det finns risk för bränder att utvecklas snabbare och bli större än tidigare. Därmed ökar sannolikheten för att en brand i ett parkeringsgarage drabbar mer än en bil.

Den förändrade brandutvecklingen i moderna fordon, och den ökade risken för att flera bilar ska drabbas i en brand, ställer också högre krav på brandventilationen i parkeringsgarage. Tillräcklig brandventilation kan förhindra att heta ångor stängs in och bidrar till en eskalerande brandutveckling.

En rapport hävdar att bränder och explosioner som orsakas av antändning av brandfarlig elektrolytvätska i litiumjonbatteripaket är jämförbara med eller mindre allvarliga än bränder och explosioner i diesel- och bensinbilar[12]. En studie visar också att brand i batteripaketet inte leder till någon betydande ökning av värmeproduktionen jämfört med diesel- och bensinbilar[13]. Det har också genomförts en svensk studie som stöder dessa slutsatser [14].

## 2.2 Släckning av bränder i parkeringsgarage

Släckning av elbilsbränder är mycket krävande, både när det gäller vattenförbrukning och räddningstjänstens insatser. Det viktiga i detta sammanhang är att skilja mellan brand i en elbil och brand i batteripaketet i en elbil. Det förstnämnda ska jämföras med brand i en bil med fossila bränslen, och släckningsarbetet är därför jämförbart med traditionella insatser mot bilbränder.

Om branden startar någon annanstans i en elbil än i batteriet tar det lite tid innan batteriet har värmts upp till en temperatur där *termisk rusning* inträffar. Termisk rusning är en okontrollerad kemisk värmeproduktion inuti batteriet och kan uppstå om batteriets temperatur överskrider en viss gräns (i intervallet 130–200 °C). Det innebär att vid tidiga släckningsinsatser eller andra byggtkniska åtgärder såsom automatiska släckningsanläggningar, kan en sådan brand hanteras som en vanlig bilbrand.

Om branden inträffar i batteripaketet, eller om batteriet har utsatts för tillräcklig värme under så lång tid att elden sprider sig till batteriet, blir släckningsarbetet mer utmanande. Batteripaketet sitter ofta väl skyddade i eller under bilen, vilket gör dem svåråtkomliga utifrån. Dessutom är själva batteriet väl skyddat från inträngning av vatten och föroreningar, vilket också gör det svårt att angripa branden direkt. Enligt vad vi känner till i dag är kylning det enda sättet att stoppa en brand inuti ett batteripaket utan att fysiskt öppna själva batteriet. Det innebär att batteriet måste kylas tillräckligt för att stoppa den kemiska reaktion som skapar termisk rusning. Detta kräver stora mängder vatten. Om temperaturen inuti batteriet inte har sänkts i tillräcklig grad kan elden blossa upp igen även om den verkar vara släckt. Det har dock visat sig i experiment att ett oskadat elbilsbatteri kräver betydande extern uppvärmning innan det är tillräckligt överhettat för att orsaka termisk rusning [15].

För att kontrollera batteriets temperatur kan en värmekamera användas, bara den har fri sikt mot batteripaketet. Men det är viktigt att känna till att värmekameran bara ser temperaturen på batteriets yta. Därför måste kylningen stoppas och man måste vänta lite för att se om temperaturen på ytan stiger igen innan man kan avgöra om släckningsarbetet är klart.

Det optimala är att i första omgång släcka branden där bilen är parkerad och sedan frakta iväg den på ett säkert sätt, även om batteriet fortfarande håller en hög temperatur. Då kan man antingen låta bilen brinna ut på en säker plats, eller fortsätta att kyla batteriet tills temperaturen i hela batteriet har sjunkit tillräckligt mycket. Om detta är möjligt beror bland annat på utformningen av parkeringsgaraget, tillgänglig utrustning för att frakta bort fordonet och den utbildning som släckningspersonalen som utför uppgiften har.

Det viktigaste är att insatsen startar så tidigt som möjligt, och att fokus ligger på att undvika att branden sprider sig till fler fordon. Detta klargjordes i rapporten efter branden på King's Dock Car park [9].

Vi ser även att det har tillkommit nya utmaningar med brand i parkeringsgarage, och att bränderna har potential att utvecklas snabbare, bli större och involverar fler fordon nu än tidigare. Därför rekommenderar vi att man överväger att installera automatiska släcksystem för att minska spridningsrisken där det är praktiskt och ekonomiskt försvarbart, även om reglerna inte uttryckligen kräver det.

För att brandkåren ska kunna genomföra en effektiv släckning av branden i ett parkeringsgarage måste de känna till de nya utmaningarna när det gäller brandutveckling och spridningsrisk. De måste också utarbeta taktiker och tekniker för att hantera en brand i batteripaketet på en elbil.

## 2.3 Statistik

### 2.3.1 Statistik från Norge

Även om antalet elbilar har ökat kraftigt på senare tid, både i Norge och internationellt, är statistiken inte tillräckligt bra när det gäller bränder i elbilar. Detta gäller till exempel identifieringen av orsaker till elbilsbränder eller bedömningar av huruvida batterierna var inblandade i branden. I Norge har DSB utvecklat BRIS-rapporteringsystemet, som samlar in och systematiserar information om vilka uppdrag räddningstjänsten hanterar [16]. Totalt registrerades 998 bränder i garage och parkeringshus i BRIS-systemet under perioden 2016–2018. Av dessa registrerades det att 109 bränder startade på grund av extern elektrisk utrustning och att 65 bränder startade i fordon. Två av dessa fordon var elbilar. Det är inte registrerat om dessa två bilar stod på laddning eller inte.

Av de totalt 998 bränderna registrerades 7 i parkeringshus. Av dessa var 2 bränder utan registrerad orsak, och resterande fem registrerades som Rökutveckling i elrum (1 brand) och Anlagd (4 bränder). För ingen av parkeringshusbränderna registrerades det att orsaken fanns i fordonet, men denna information är något osäker, då 60 % av bränderna antingen saknade registrerad orsak, eller registrerades med orsaken satt som okänd. En sammanfattning av de olika brandorsakerna ges i Tabell 2–1.

Tabell 2–1 Orsaker till bränder i parkeringsgarage för perioden 2016–2018, registrerade i BRIS-systemet.

Brandorsak	Kvantitet
Okänd	522
El	137
Övrigt	68
Öppen eld	158
Självantändning	26
Naturligt fenomen	10
Ingen registrerad orsak	77
<b>Totalt</b>	<b>998</b>

Under samma period registrerades även 82 bränder i elbilar i BRIS-systemet. 45 av dessa skedde i personbilar, men ingen av dem registrerades i parkeringsgarage. I bara en av dessa incidenter registrerades det att batteriet var inblandat i branden. Ingen av bränderna orsakade personskador.

Det har varit svårt att hitta tillförlitlig internationell statistik för bränder i elfordon i allmänhet, och för bränder i samband med elbilsladdning i synnerhet.

Enligt DSB:s rapport "Oppdrags-statistikk fra BRIS første halvår 2018" (Uppdragsstatistik från BRIS-systemet under första halvåret 2018) registrerades 445 bränder i personbilar under första halvåret 2018 [17]. I denna rapport har inte bränsletyp eller brandorsak beskrivits, men enligt data från BRIS-databasen under samma period var endast tre av dessa bränder elbilar.

Även om det norska BRIS-systemet är ett bra verktyg för att samla in och extrahera information om incidenter, är informationen för otillräcklig för att brandrisken vid elbilsladdning ska kunna bedömas. Det registreras bland annat inte om bilen stod på laddning när händelsen inträffade, om batteriet var inblandat i branden, eller var i bilen branden tros ha startat.

## 2.3.2 Internationell statistik

Amerikanska studier om bränder i bilar på motorvägar visar att de allra flesta bilbränder beror på mekaniska fel i motorn, bromsarna eller drivlinorna (45 %), följt av fel i det allmänna elsystemet (29 %) [18].

I en lista över 13 kända bränder i elbilar av märket Tesla för perioden 2013–2018 är endast en brand relaterad till laddning, de återstående bränderna beror på olyckor [19]. Det finns också två incidenter i Norge (2016 [20] och 2018 [21]), en incident i Belgien (2019 [22]) och en i Shanghai (2017 [23]), där bränderna började i samband med elbilsladdning. I tre av dessa bränder var bilen ansluten till en så kallad snabbbladdare. I den fjärde uppstod branden i en förlängningssladd som användes i samband med laddningen.

På webbplatserna "Undecided with Matt Farrell" [24] och "CNN Business" [25] beräknas det att det sker fem bränder för varje körda miljard engelska mil (1,6 miljarder kilometer) för elbilar, att jämföra med 55 bränder för varje körda miljard engelska mil för bensinbilar. Dessa siffror tar dock inte hänsyn till bilarnas ålder, vilket innebär att det finns en större andel äldre fossildrivna bilar i statistiken, så tillförlitligheten hos denna typ av statistik är begränsad. Men informationen kan tyda på att brandrisken hos elbilar inte är betydligt större än när man använder traditionella bilar, även om sifferunderlaget för detta är något osäkert.

## 2.4 Regelverk

Vi har valt att granska de regler som gäller för Norge, Storbritannien och Nordamerika. Storbritannien valdes för att vi ville se hur reglerna anpassas i ett land där andelen elbilar är betydligt mindre än i Norge. Nordamerika valdes eftersom de har ett omfattande regelverk som inkluderar elbilar. Dessutom finns det många elbilar i Nordamerika, även om andelen elbilar av det totala antalet bilar inte är så stor.

### 2.4.1 Norges regelverk

De norska kraven för själva byggandet av parkeringsgarage beskrivs i de byggtekniska föreskrifterna (TEK 17) [26]. I vägledningen för § 11–2. *Risiklass* i TEK 17 är parkeringshus

och garage med två eller flera våningar eller våningsplan, samt parkeringsgarage och garage under mark, klassificerade i riskklass 2. Riskklass 2 beskrivs i vägledningens andra stycke, bokstav a § 11–12. *Tiltak for å påvirke rømnings- og redningstider* (Åtgärder för att påverka utrymnings- och räddningstider):

För parkeringsgarage, garage och parkeringsgarage krävs det brandlarmsanläggning när den totala bruttoytan är större än 1 200 m<sup>2</sup>. Alternativt kan ett automatiskt sprinklersystem installeras. Parkeringsgarage med mer än 1/3 av väggytorna på varje plan som är öppna mot det fria över färdigplanerad terräng, och den översta parkeringsytan mindre än 16 meter över genomsnittlig planerad terräng kan fortfarande uppföras utan brandlarmsystem eller automatiska sprinkler när öppningarna är placerade på ett sätt som gör att god ventilation uppnås.

De övergripande kraven på elektriska installationer finns i “Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg” (Föreskrifter om elektriska lågspänningssystem) [27] och “Forskrift om elektriske forsyningsanlegg” (Föreskrifter om elektriska försörjningssystem) med vägledning [28.29], medan särskilda rekommendationer för installation av laddstationer beskrivs i NEK 400:2018” Elektriske lavspenningsinstallasjoner” (Elektriska lågspänningssystem) [30]. I den senaste versionen av NEK 400, från och med den 1 juli 2018, har vissa specificeringar och förändringar gjorts när det gäller hur elbilar laddas, i syfte att öka säkerheten. I substandard 7-722 definieras strömförsörjningskrav och uttag för elbilsladdning. Några av de ändringar och specificeringar som gjordes är:

- Allmänt tillgängliga offentliga uttag ska vara typ 2-kontakter/uttag.
  - Industrikontakt och vanlig jordkontakt (Schuko) är inte längre tillåtna.
- Krav på att anslutningspunkten skyddas av ett överspänningsskydd.
- Kravet på dedikerad kurs gäller fortfarande, men vissa anpassningar har gjorts när det gäller monteringen av en ny laddstation i befintliga kurser.
- Laddning med vanligt jordat uttag (definierat som Schuko [31]) är tillåten vid privat bruk, men det ska göras med en dedikerad kurs som är skyddad med 10A överbelastningsskydd och jordfelsskydd typ B.
- Förlängningssladd får inte användas.
- Adapter och dylikt får inte användas, såvida de inte överensstämmer med rekommendationerna från tillverkaren av den elektriska utrustningen eller elfordonet.

Dessutom har DSB publicerat en guide [32] som i detalj beskriver vad som måste anpassas för att man ska kunna genomföra elbilsladdning på ett säkert sätt. Detta klargörs också entydigt i kapitel 3:

Förläng inte laddkabeln med en förlängningssladd, eftersom det innebär risk för personskada och överhettning.

Detta ska också vara tydligt beskrivet i elbilens bruksanvisning.

## 2.4.2 Nordamerikas regelverk

I USA har National Fire Protection Association gett ut standarden *NFPA 88A, Standard for Parking Structures* [33]. I denna standard görs det skillnad på öppna parkeringsgarage, garage med minst två öppna sidor och stängda parkeringsgarage. I stängda parkeringsgarage finns krav på sprinkler, medan det i öppna konstruktioner anses att den naturliga ventilationen av brandgaser minskar risken för brandspridning i tillräckligt hög grad.

När det hänvisas till sprinklers i stängda parkeringsgarage hänvisas det till NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems* [34]. I denna standard definieras parkeringsgarage som "Ordinary Hazard, Group I", som definieras som ett område med en måttlig mängd bränsle som ger låg energimängd. Detta är avsett för områden där relativt små bränder kan uppstå av sig själv.

Kraven på de elektriska system och laddstationer som gäller för Nordamerika anges i standarden *NFPA 70 National Electrical Code* [35] där tekniska detaljer i samband med installation av laddstationer för elfordon beskrivs i *Article 625 – Electric Vehicle Charging System*. Det är här indelat i fyra olika kategorier för laddning:

- Mode 1 – Standard 120 V amerikansk kontakt
- Mode 2 – Standard 240 V amerikansk kontakt med särskild laddkabel
- Mode 3 – Laddning via en särskild kontakt med inbyggda kontroll- och säkerhetsfunktioner (typ 1-kontakt)
- Mode 4 – Snabbladdare.

Detta motsvarar kraven i NEK 400 substandard 722 eftersom de bygger på samma IEC-standard. Det kommer dock att finnas nationella avvikelser på grund av lokala anpassningar.

Standard: *J1772 SAE Electric Vehicle och Plug in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler* [36] beskriver kraven (dimensioner och längd) på laddkontakten. Den har givits ut av NEC baserat på IEC 62196-serien och beskriver kraven på typ 1-kontakten.

Varken i NFPA 88A, NFPA 70 eller i J1775 har några särskilda villkor för elbilsaddning i parkeringsgarage beskrivits.

## 2.4.3 Storbritanniens regelverk

Byggreglerna för garage i Storbritannien fastställs i *Approved Document B, Volume 2 – Buildings other than dwelling houses* [37]. Det finns i allmänhet inga krav på sprinklersystem i parkeringsgarage, men det finns krav på att byggnaden ska uppföras i icke brännbara material. De brandtekniska kraven bygger till stor del på ventilation för att minska ansamling av kraftig rök, vilket i sin tur minskar risken för brandspridning. Detta regelverk gör skillnad på tre olika ventilationskonfigurationer för parkeringsgarage: öppna, naturligt ventilerade och mekaniskt ventilerade.

2018 utfärdades en ny lag om elbilsaddning, *Automated and Electric Vehicles Act 2018* [38]. Denna lag gäller krav på organiseringen av infrastrukturen för offentliga laddstationer, men inte tekniska krav på själva laddstationerna.

Beskrivningen av de tekniska kraven på installationer av laddstationer för elbilar hittas i standarden *BS 7671:2018 Requirements for Electrical Installations, Section 722 Electric vehicle charging installation* [39].

Inget av dessa dokument innehåller beskrivningar av några särskilda villkor för elbilsladdning i parkeringsgarage.

## 2.4.4 EU:s allmänna riktlinjer

Det finns ett stort fokus i EU på att underlätta för ökningen av andelen elbilar. Detta anges i bland annat i DIRECTIVE 2014/94/EU [40] i avsnitt 24:

Member States should ensure that publicly accessible infrastructure for the supply of electricity to motor vehicles is built up. To define an appropriate number of recharging points accessible to the public in their national policy framework, it should be possible for Member States to take into consideration the number of existing recharging points accessible to the public on their territory and their specifications, and to decide whether to concentrate deployment efforts on normal or high power recharging points.

Utformningen av laddkontakt och laddkontaktdon är standardiserad enligt EN 62196-1 *General requirements* [41], EN 62196-2 *Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories* [42] (typ 1- och typ 2-kontakt) och EN 62196-3 *Dimensional compatibility and interchangeability requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers* [43] (*Europeisk snabbladdningskontakt*).

Dessa standarder möjliggör användning av samma laddsystem i hela Europa utan egna adapterar för varje land.

### 3 Fallstudie: Anpassningar för elbilsladdning i garage

För elbilsladdning rekommenderas installation och användning av laddare uppsatt på vägg. En sådan laddbox har inbyggda säkerhetsfunktioner, kan utrustas med ett tillgängligt kraftdistributionssystem och möjliggör betalningslösningar. Vanligtvis säkras laddare med 16 A eller 32 A, men även halvsnabb laddning på 63 A är möjlig om det finns tillgänglig effekt. Laddboxen ger den bästa säkerheten, laddar snabbt och har stor flexibilitet jämfört med ett vanligt uttag [32]. NEK 400 ger vägledning om hur man kan uppnå krav på tillfredsställande elsäkerhet i lågspänningsanläggningar, inklusive garage [30].

Få äldre garage har skräddarsydda lösningar för laddning av el- och hybridbilar. Denna fallstudie beskriver hur ett befintligt gemensamt garage i Trondheim har anpassats för ökande andel elbilar. Det har skrivits om garaget och uppgraderingen i media, och vi har valt det som exempel för att illustrerar hur ett garage kan tillrättaläggas för elbilsladdning. I fallstudien har vi inte övervägt om detta är det bästa sättet att genomföra ett sådant tillrättaläggande.

Garaget i fallstudien tillhör en bostadsrättsförening som på eget initiativ valde att genomföra en uppgradering för att underlätta för elbilsladdning [44]. Garaget är fristående och består av två våningar med totalt 120 parkeringsplatser för personbilar. Dessutom finns det en gästparkering på garagets tak. De boende har fasta parkeringsplatser. Bilder på garaget visas i bild 3–1 till bild 3–3.



Bild 3–1 Delat garage på två våningar med gästparkering på taket. Garaget är fristående.





Bild 3-2 Bottenvåningen i det gemensamma garaget har två portar för in- och utkörning.



Bild 3-3 Det gemensamma garaget rymmer 120 personbilar. De boende har fasta parkeringsplatser.

## 3.1 Från stickkontakter till laddboxar

Före uppgraderingen användes stickkontakter som var tänkta att användas för motorvärmare till elbilsladdning i garaget, se bild 3–4. Förlängningssladdar användes också ofta i samband med laddning. Att ett ökande andel elbilar laddades på detta sätt ledde till att bostadsrättsföreningen, av hänsyn till reglerna om elektriska lågspänningssystem [27] och garagets säkerhet, genomförde en uppgradering av elanläggningen. När det visade sig att en av säkringarna för motorvärmarna i säkringsskåpet var bränd, blev det extra tydligt att något behövde göras för att öka brandsäkerheten i garaget.

I samband med en konferens som anordnades av bostadsbyggnadsbolaget TOBB upptäckte bostadsrättsföreningen att ett bidragssystem via Trondheims kommun gav stöd till infrastruktur för elbilsladdning i bostadsbolag [45]. Syftet med bidragssystemet var att stimulera en säker och enkel hemmaladdning för el- och hybridbilar. Bostadsrättsföreningen ansökte och fick pengar från bidragssystemet.



Bild 3–4 Innan laddboxarna installerades användes uttag för motorvärmare för elbilsladdningen. Sedan laddsystemet installerades har ett förbud mot att ladda bilar via stickkontakter införts.

Inledningsvis tittade man på möjligheten att etablera nya uttag med egna kurser. Denna lösning valdes bort eftersom antalet parkeringsplatser med nya kontakter skulle ha begränsats av kraftkapaciteten i garaget. Dessutom skulle det bli kostsamt på grund av interna administrativa kostnader och avgifter för omfördelningen av parkeringsplatser.

I stället ville bostadsrättsföreningen ha en mer framåtblickande laddningslösning, där alla de boende skulle kunna få tillgång till säker elbilsaddning.

## 3.2 Installation av dynamiska laddsystem

För att ta hänsyn till den ökande andelen elbilar och efterföljande behov av laddning installerades ett dynamiskt energistyrningssystem. Vid uppgraderingen byttes allt innehåll i ett 40 år gammalt säkringsskåp ut och förnyades. På var och en av de två våningarna drogs två 63 A-kablar i taket. Från dessa huvudkablar drogs det sedan ström till varje parkeringsplats där en laddbox var monterad, se bild 3–5.



Bild 3–5 Två huvudkablar på varje våning förser laddboxarna med el (platt kabel i taket, mitt i bilden). Från huvudkablarna dras det ledningar till laddboxarna. Elanläggningen har kapacitet för att alla parkeringsplatser ska kunna ansluta till laddsystemet. Bilägarna väljer själva om de vill ansluta till systemet, men om fordon ska laddas i garaget måste de ansluta till systemet.

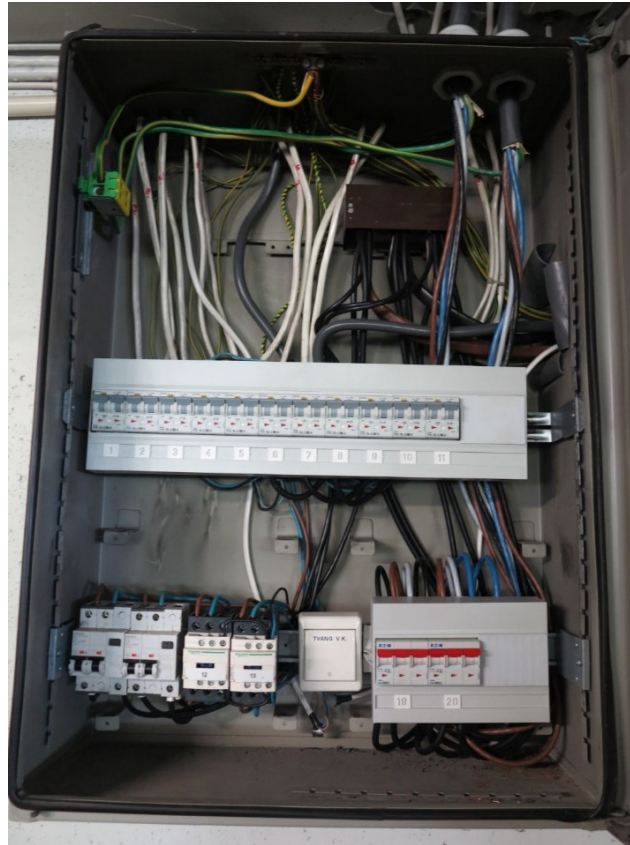


Bild 3-6 Vid uppgraderingen ersattes gamla säkringar och jordfelsbrytare med nya.

Bilägarna väljer själva om de vill ansluta till systemet, men om fordon ska laddas i garaget måste de använda systemet. Bilägaren står själv för kostnaden för laddboxen. Laddboxarna kopplas till huvudkabeln allteftersom bilägare vill ha tillgång till en laddstation. Elanläggningen har kapacitet för att alla parkeringsplatser ska kunna ansluta till laddsystemet. Alla laddboxar kan leverera upp till 13 kW. Ett så kallat dynamiskt laddsystem, dvs. ett trådlöst nätverk som gör att alla laddstationer kan kommunicera med varandra, har installerats i garaget. Systemet fördelar elen mellan bilarna vid laddning. Elförsörjningen till huvudfunktionerna i själva garaget prioriteras alltid. Den återstående elen distribueras efter behov till de bilar som laddas. En nästan fulladdad bil tilldelas mindre ström när en bil med större strömbehov ansluts till nätet. Laddboxarnas ägare kan följa laddningen via nätet och därmed hålla sig uppdaterade på hur mycket bilen har laddats.



Bild 3-7 Alla laddboxar i garaget kommer från samma leverantör och är en del av det dynamiska laddsystemet.



Bild 3-8 Ett trådlöst nätverk säkerställer att elbilsladdningen kan styras av det dynamiska laddsystemet.

Utformningen av laddsystemet utfördes i samråd med en registrerad elinstallatör. Elektriker installerade också elanläggningen och laddsystemet i garaget.

Elnätsbolaget involverades inte i samband med uppgraderingen. Huvudsäkring på 315 A ansågs vara tillräckligt bra för ändamålet, med mer än tillräcklig kapacitet att leverera el till garaget. Inga ändringar gjordes heller av elförsörjningen till garaget. Elnätsföretaget förväntas ha kontroll på totalbelastningen på nätet och kan reglera detta om det behövs.

Sedan uppgraderingen har ett förbud införts mot att ladda en bil i garaget utan en laddbox.

I maj 2019 var nio laddboxar monterade, och en tionde på väg. Under våren 2019 har fyra boxar till monterats. Det visar ett växande intresse för att få tillgång till elbilsladdning bland boende i bostadsrättsföreningen.

### 3.3 Brandsäkerhet och brandrådgivning

Brandrisken i samband med elbilsladdning i garage har inte bedömts av brandrådgivare. En brandrådgivare har gjort en bedömning av brandrisken i garaget, men detta gjordes strax före uppgraderingen, och handlade inte om elbilsladdning. Den bedömning som gjordes var inriktad på markering av utrymningsvägar och brandsläckningsutrustning. Bostadsrättsföreningen har vidtagit åtgärder enligt den bedömning som gjordes. Det finns nu fyra handbrandsläckare (6 kg, CO<sub>2</sub>) tillgängliga på varje våning, och handbrandsläckare och utrymningsvägar är tydligt markerade. Brandrådgivaren kontaktades som en del av bostadsrättsföreningens HSE-uppföljning där brandskydd i allmänna utrymmen ingår.

Att installera ett sprinklersystem i samband med uppgraderingen av garaget ansågs alltför kostsamt. Det bedömdes också att detta inte var nödvändigt, eftersom avståndet till närliggande byggnader ansågs tillräckligt stort när det gäller brandspridning, och eftersom garaget ligger i fristående byggnader åtskilda från bostäder.



Bild 3-9 Efter en tidigare brandrådgivning blev utrymningsvägar och brandsläckare tydligare markerade. Det finns fyra handbrandsläckare på varje våning.



Bild 3-10 Utrymningsvägarna är tydligt markerade på flera ställen i garaget.

## 3.4 Framtida satsningar

Bostadsrättsföreningen planerar att införa ett betalningssystem baserat på kWt-priset för användarna av laddsystemet. Intäkterna ska gå till att betala de investeringar som har gjorts, samt till att upprätthålla laddsystemet. Det finns externa betaltjänster som bostadsrättsföreningar och bostadsrättsinnehavare kan använda för detta ändamål.

Dessutom har bostadsrättsföreningen planer på att även införa ett laddsystem på parkeringens tak. Här är det tänkt att installera fyra elbilsladdstationer för gästparkering. Detta kommer att realiseras först efter att erfarenheten av det nuvarande systemet finns tillgänglig.

Flera aktörer, bland annat andra bostadsrättsföreningar, har kontaktat bostadsrättsföreningen för att få en visning och ta del av erfarenheterna från installationen av laddsystemet. Det visar ett växande intresse för att underlätta för elbilsladdning i befintliga garage.

Med den föreslagna ändringen av regelverket som ger bostadsrättsägare rätt att inrätta laddstationer för elbilar [6] kan antalet bostadsföreningar som tillrättalägger för laddning i garage förväntas öka i framtiden.



## 4 Diskussion

Även om detta betänkande fokuserar på elbilsladdning och risken för brand i samband med sådan, är det ett faktum att bränder kan börja på andra platser i bilen, oavsett om det är en elbil eller inte. Till exempel kan överhettade bromsar eller andra elektriska fel få bilar att fatta eld även om de är parkerade. Skulle detta ske i en elbil kommer branden inledningsvis att utvecklas liknande den i en konventionell bensin- eller dieselbil.

Den statistik som beskrivs i kapitel 2.3 tyder inte på att det finns någon betydande risk för brand vid elbilsladdning. Detta förutsätter att laddstationens föreskrifter har följts [30] och att bilen inte har några skador eller defekter som påverkar laddningen.

Det har uttryckts en viss oro över att batteriet i en elbil kan få en mekanisk skada vid körning utan att upptäckas av föraren, och att detta kan resultera i en termisk rusning i batteriet även efter att den är parkerad [25]. Det har observerats enskilda fall där batterier i elbilar har börjat brinna i parkerade bilar, senast i Kina i april 2019 [46]. Dessa fall framstår dock som enskilda fall, och inte som ett utbrett problem med elbilar i allmänhet. Det är dock viktigt att förare som misstänker att batteriet kan ha skadats på något sätt, ser till att detta kontrolleras av auktoriserad mekaniker. Det är också viktigt att bilen inte parkeras i ett parkeringsgarage förrän batteriet är kontrollerat. Problemet är dock att bilägaren kanske inte känner till batteriets status och därför inte låter någon utföra en kontroll. Vid skada måste batteriet ofta bytas ut.

Den största utmaningen med elbilsladdning i allmänhet, och i parkeringshus i synnerhet, är när reglerna och rekommendationerna för laddning inte följs. Vid användning av uttag som inte är avsedda för denna typ av belastning, och vid all användning av förlängningssladdar, ökar risken för brand.

Det finns flera publikationer som beskriver och klargör hur laddning ska genomföras på ett korrekt och säkert sätt, både från intresseorganisationer [47], tillverkare [48], vägmyndigheter [49], försäkringsbolag [50], elleverantörer [51] och DSB [52]. Alla dessa påpekar faran med att använda fel typ av laddstation, och särskilt användningen av förlängningssladdar, vid elbilsladdning. Vid inspektionen av det uppgraderade parkeringsgaraget som beskrivs i kapitel 3 nämndes detta också som ett av motiven till att uppgraderingen genomfördes. Detta visar att förlängningssladdar och icke-dedikerade uttag används i parkeringsgarage som inte är anpassade med dedikerade laddstationer. Utifrån detta betonas att det fortfarande finns ett behov av att informera ägare och användare av elbilar om hur korrekt laddning ska utföras, och om farorna med att inte följa de regler och rekommendationer som ges för säker laddning.

Skulle en brand inträffa i ett parkeringsgarage där elbilar står parkerade är det viktigt att räddningstjänsten känner till rutinerna för att hantera brandutmaningen i elbilsbatterier. Detta kräver att de har genomgått en utbildning i taktik och teknik för att hantera dessa typer av scenarier. De måste också utbildas i att kunna bedöma om en brand har spridit sig till batteriet, eller om det finns risk för att en sådan brand sprids, och vilka åtgärder som kan behöva vidtas för att förhindra att batteripaketet blir inblandade i branden. Om det bedöms att det inte finns någon risk för att batteripaketet i elbilarna blir en del av branden, kan branden hanteras som en vanlig bilbrand.

## 5 Slutsatser

Enligt vad som framkommit av statistiken och i litteraturstudien finns det inget som tyder på att elbilsladdning medför någon ökad brandrisk. De bestämmelser som gäller för laddstationer verkar vara tillräckliga för att ökad elbilsladdning i parkeringsgarage inte kommer att leda till en oacceptabel riskökning. Detta förutsätter att laddstationen följer gällande föreskrifter och att rekommendationerna från tillverkarna av fordonet och laddstationen följs. Uttag som inte är avsedda för laddning ska undvikas, och inga förlängningssladdar ska användas i samband med elbilsladdning. Baserat på detta finns det inte ett större behov för sprinklersystem i parkeringsgarage med elbilsladdning än i andra parkeringsgarage.

Det finns fortfarande många okända faktorer, både när det gäller brandutveckling i parkeringshus i allmänhet, men också när det gäller risken för brandspridning till batterierna i elbilar i synnerhet. Inom dessa områden behövs det mer kunskap för att kunna göra tydliga bedömningar och rekommendationer.

# Referenser

- [1] "'Antallet elbiler og ladbare hybrider i Norge". [Online]. Available: <https://elbil.no/elbilstatistikk/elbilbestand/>.
- [2] "Bilparken etter type drivstoff", *Statistik Norge*. [Online]. Available: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/bilreg/aar>. [Accessed: 22 May. 2019].
- [3] N. K. Reitan och A. Bøe, "Brannsikkerhet og alternative energibærere": "El- og gasskjøretøy i innelukkede rom", SP Fire Research AS, Trondheim, Norge, A16 20096-1:1, feb. 2016.
- [4] 'Representantforslag om å sikre at alle i borettslag og sameier får mulighet til å lade elbilene sine, samt opptrappingsplan for salg av nullutslippsbiler." Stortingsvedtak 717, Dokument 8:70 S (2016-2017)'. maj. 2017.
- [5] Energi- og miljøkomiteen, 'Innst. 315 S om å sikre at alle i borettslag og sameier får mulighet til å lade elbilene sine, samt opptrappingsplan for salg av nullutslippsbiler. Stortingsvedtak 717, Dokument 8:70 S (2016-2017)'. 2017.
- [6] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 'Høringsnotat- Forslag til endringer i lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), lov om eierseksjoner (eierseksjonsloven) og lov om burettslag (burettslagslova)'. Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 05 Mar. 2019.
- [7] 'Fire spread in car parks', BRE, London, UK, BD2552, Dec. 2010.
- [8] Dayan Li et al, 'Flame spread and smoke temperature of full-scale fire test of car fire', *Case Stud. Therm. Eng.*, Aug. 2017.
- [9] 'Kings Dock car park fire - Protection report', Merseyside Fire & Rescue Service, Apr. 2018.
- [10] Q. Dai, J. Kelly, and A. Elgowainy, 'Vehicle Materials: Material Composition of US Light-duty Vehicles', *Energy Syst. Div. Argonne Natl. Labs Chic. USA*, pp. 1–30, 2016.
- [11] Plastics Today, 'Plastics use in vehicles to grow 75% by 2020, says industry watcher'. [Online]. Available: <https://www.plasticstoday.com/automotive-and-mobility/plastics-use-vehicles-grow-75-2020-says-industry-watcher/63791493722019>. [Accessed: 25 May. 2019].
- [12] 'Lithium-Ion Battery Safety Issues for Electric and Plug-in Hybrid Vehicles', National Highway Traffic Safety Administration, DOT HS 812 418, Oct. 2017.
- [13] C. Lam, 'Full-Scale Fire Testing of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles'. Fourth International Conference on Fire in Vehicles, Oktober. 2016.
- [14] Fredrik Larsson, 'Are Electric Vehicles Safer than Combustion Engine Vehicles?', RISE, 2014.
- [15] A. S. Bøe, 'Fullskala branntest av elbil', SP Fire Research, Trondheim, Norge, A17 20096:03-01, 2017.
- [16] 'BRIS', "Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap." (*Direktoratet för allmän säkerhet och beredskap för nödsituationer.*) [Online]. Available: <https://www.dsb.no/lover/brannvern-brannvesen-nodnett/artikler/bris/>. [Accessed: 31 May. 2019].

- [17] ‘Oppdragsstatistikk fra BRIS første halvår 2018’, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2019.
- [18] ‘Highway Vehicle Fires (2014-2016)’, *Topical Fire Report Series*, vol. Volume 19, no. Issue 2, 2019.
- [19] ‘A list of Tesla car fires since 2013’, *AutoBlog*, 2018.
- [20] H. Hattrem, ‘Tesla-brannen: Kortslutning i bilen, men vet ikke hvorfor’, Mar. 2016. [Online]. Available: <https://www.vg.no/forbruker/bil-baat-og-motor/i/xnmX/tesla-brannen-kortslutning-i-bilen-men-vet-ikke-hvorfor>. [Accessed: 02 Jun. 2019].
- [21] P. Solberg, ‘Slik kan det gå om du lader elbilen i vanlig stikkontakt’, *Adresseavisen*, Trondheim, 14 Dec. 2018.
- [22] ‘Tesla tok fyr under lading i Belgia’, Jun. 2019. [Online]. Available: <https://e24.no/bil/tesla-motors/tesla-tok-fyr-under-lading-i-belgia/24633238>. [Accessed: 02 Jun. 2019].
- [23] ‘Tesla Model S caught on fire in Shanghai, company is investigating the cause’, *Electrek*, 2017.
- [24] ‘Electric Cars: Myths vs Facts’, *Undecided*, Jan. 2019. [Online]. Available: <https://undecidedmf.com/episodes/2019/1/1/electric-cars-myths-vs-facts>. [Accessed: 02 Jun. 2019].
- [25] CNN Business, ‘Are electric cars more likely to catch fire?’ [Online]. Available: <https://money.cnn.com/2018/05/17/news/companies/electric-car-fire-risk/index.html>. [Accessed: 25 May. 2019].
- [26] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, *Forskrift 19. juni 2017 nr. 840 om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift, TEK17)*. 2017.
- [27] *FOR-1998-11-06-1060. Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg*. 1998.
- [28] *Forskrift om elektriske forsyningsanlegg med veiledning*. 2006.
- [29] ‘Veiledning til forskrift om elektriske forsyningsanlegg’. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Jan. 2006.
- [30] ‘NEK 400:2018 Elektriske lavspenningsinstallasjoner, Norsk elektroteknisk norm’. Norsk Elektroteknisk Komité, 2018.
- [31] Stian Mathisen, ‘Hva er schuko?’, 16 Dec. 2015. [Online]. Available: <https://blogg.fortum.no/hva-er-schuko>. [Accessed: 07 Jan. 2019].
- [32] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, ‘Veiledning - Elbil - lading og sikkerhet’. 2017.
- [33] ‘NFPA 88A: 2019, Standard for Parking Structures’. National Fire Protection Association, 2019.
- [34] ‘NFPA 13: 2019, Standard for the Installation of Sprinkler Systems’. National Fire Protection Association, 2019.
- [35] ‘NFPA 70: 2017, National Electrical Code’. National Fire Protection Association, 2017.
- [36] ‘J1772: Surface Vehicle Standard. SAE Electric Vehicle and Plug in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler’. SAE International, Oct. 2017.
- [37] ‘Approved Document B. Volume 2 - Buildings other than dwellinghouses. 2006

- edition incorporating 2010 and 2013 amendments’. HM Government, UK, Apr. 2007.
- [38] *Automated and Electric Vehicles Act 2018*. .
- [39] ‘BS 7671:2018 Requirements for Electrical Installations’. BSI, Jul. 2018.
- [40] Official Journal of the European Communities, *Directive 2014/96/EU of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure*. 2014.
- [41] ‘EN 62196-1:2014 - Plugger, stikkontakter, kjøretøystilkoblinger og -inntak - Lading av elektriske kjøretøy - Del 1:Generelle krav’. CEN-CENELEC, Brussels, 12 Jan. 2014.
- [42] ‘EN 62196-2:2017 - Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories’. CEN-CENELEC, Brussels, 06 Jan. 2017.
- [43] ‘EN 62196-3:2014 - Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers’. CEN-CENELEC, Brussels, 12 Jan. 2014.
- [44] B. Hegerberg, ‘Omvisning Søndre Flatåsen borettslag’, 16 May. 2019.
- [45] Miljøenheten, Trondheim Kommune, ‘Tilskudd til ladeinfrastruktur iboligselskap’, 25 Feb. 2019. [Online]. Available: <https://www.trondheim.kommune.no/tilskudd/lading-elbiler/#heading-h2-3>. [Accessed: 29 May. 2019].
- [46] Forbes, ‘Tesla Looks Into Model S Fire Caught On Camera In China’, 23 Apr. 2019. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/billroberon/2019/04/23/tesla-looks-into-model-3-fire-caught-on-camera-in-china/#56ebf5d7bd91>. [Accessed: 25 May. 2019].
- [47] "Lade med vanlig stikkontakt", *elbil.no*, 2018. [Online]. Available: <https://elbil.no/lading/lade-med-vanlig-stikkontakt/>. [Accessed: 27 May. 2019].
- [48] ‘Elbil like trygt og sikkert – dersom du lader riktig’, *helgevold.com*, Jul. 2018. [Online]. Available: <https://helgevold.com/sikker-elbil-lading/>. [Accessed: 27 May. 2019].
- [49] ‘Til deg som eier en elbil’, *vegvesen.no*. [Online]. Available: [https://www.vegvesen.no/\\_attachment/356107/binary/1223379?fast\\_title=Til+deg+som+har+elbil.pdf](https://www.vegvesen.no/_attachment/356107/binary/1223379?fast_title=Til+deg+som+har+elbil.pdf). [Accessed: 05 Jun. 2019].
- [50] ‘Brannfare ved feil lading av elbil’, *godtforberedt.no*, 07 Dec. 2018. [Online]. Available: <https://www.godtforberedt.no/brannfare-elbil-lading/>. [Accessed: 27 May. 2019].
- [51] ‘Trygg lading av elbil’, *ladestasjoner.no*. [Online]. Available: <https://www.ladestasjoner.no/lading/lading-av-elbil-og-sikkerhet/>. [Accessed: 27 May. 2019].
- [52] ‘Elsikkerhet 91’. DSB, direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Jan. 2019.

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 200 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB  
Box 4767 Torgarden, 7465 TRONDHEIM  
Telefon: +47 464 18 000  
E-post: [post@risefr.no](mailto:post@risefr.no), Internet: [www.risefr.no](http://www.risefr.no)

RISE Fire Research  
RISE Rapport 2020:29  
ISBN: 978-91-89167-11-7