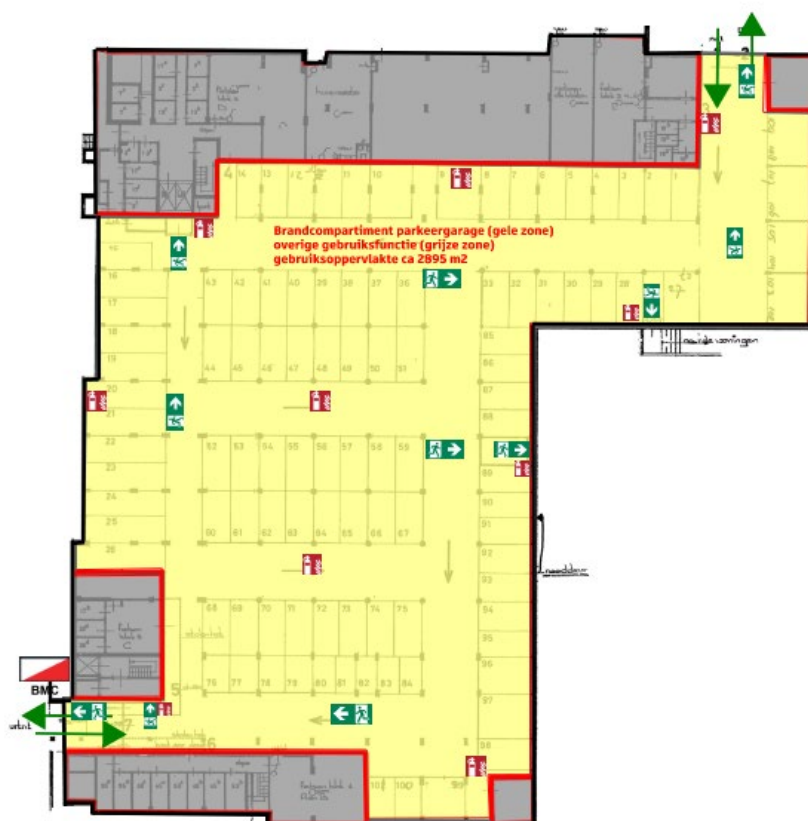


Deskundigenbeoordeling

Object : Parkeergarage VvE Kasteel Aldengoorstraat 1A t/m 53D Maastricht
Plaats : Maastricht
Onderwerp : Brandveiligheid laadpalen in Parkeergarage
Datum : 23-03-2023
Opgesteld : J.Heuvelmans
Inspectie uitgevoerd : 14-03-2023

1. Inleiding

In Maastricht is aan de Kasteel Aldengoorstraat het appartementencomplex van VvE Kasteel Aldengoor gelegen. Het appartementencomplex beschikt op souterrainniveau over een gemeenschappelijke parkeergaragegarage t.b.v. privé parkeerplaatsen voor de bewoners.



Figuur 1. VvE Kasteel Aldengoorstraat:Parkeergarage.

2. Vraagstelling

Aan vb&t is verzocht om op basis van een risicoanalyse een deskundigenuitspraak te doen met betrekking tot de brandveiligheid inzake het stallen en opladen van elektrische voertuigen (EV's) in de parkeergarage. Daarbij geldt als primair uitgangspunt: Risico = kans x effect (x frequentie).

3. Risico's brandveiligheid elektrische auto's

Dat wat het EV wezenlijk anders maakt dan een auto met een verbrandingsmotor is dat een EV geen brandstoftank aan boord heeft maar een accupakket. Dit accupakket bestaat bij het overgrote deel van de EV's die vandaag de dag worden geproduceerd uit lithiumaccu's. Het kenmerkende voordeel van lithiumaccu's is de hoge energiedichtheid. Een nadeel is dat de accu bij (extreem) hoge temperaturen instabiel wordt en dientengevolge vlam kan vatten.

Het meest waarschijnlijke faalscenario van een lithium-ion accu is dat deze te veel opwarmt als gevolg van zelfontbranding (thermal runaway). Dit kan meerdere oorzaken hebben, zoals bijvoorbeeld:

- een productiefout,
- impact als gevolg van het vallen of een aanrijding,
- overladen,
- een te hoge bedrijfstemperatuur, of
- veroudering.

Indien er dan daadwerkelijk brand is ontstaan in een lithiumaccu dan kenmerken deze accubranden zich door het (nagenoeg) cel-voor-cel uitbranden van het accupakket. Daarbij heeft het accupakket een waterdichte omhulling wat het moeilijk maakt voor water of een ander blusmiddel om door te dringen tot in de kern van de brandhaard en de accu te koelen. Daarnaast is er een reële kans op herontsteking van de accu. De enige geschikte wijze die momenteel voor handen is om een Lithium-accu te blussen en herontsteking te voorkomen is het koelen van de accu door het onderdompelen van het accupakket (in dit geval de hele auto) in water. RISE (=TNO in Scandinavië) heeft onderzocht wat de meest effectieve wijze is om een Lithium-ion accu te blussen (RISE Report 2018:77). Een voorzichtige eerste conclusie is dat een in de cel ingebouwd blussysteem de meeste kans van slagen heeft. Verder onderzoek en een daadwerkelijke implementatie van dergelijke systemen zullen de veiligheid van Lithium-ion accu's verhogen.

4. Kans van ontstaan van brand

Voordat eisen geformuleerd worden met betrekking tot het veilig stallen en laden van EV's moet gekend zijn of EV's een groter brandrisico vormen dan voertuigen met een interne verbrandingsmotor (ICE=Internal Combustion Engine).

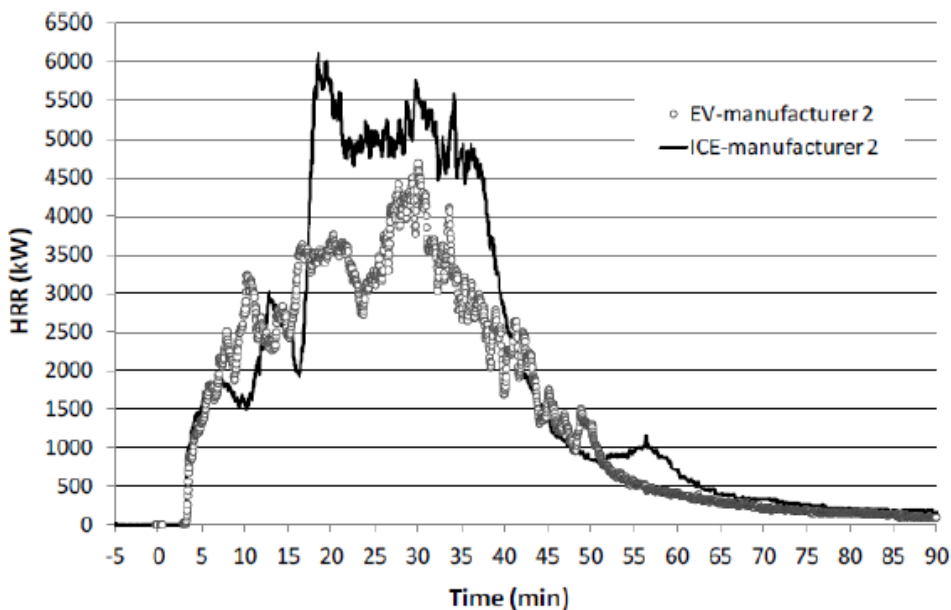
RISE concludeert in haar onderzoek uit 2019 (RISE-rapport 2019:123) dat het laden van een elektrisch voertuig geen verhoogd brandrisico heeft. **Kanttekening bij deze conclusie is dat er een correct geïnstalleerde laadinfrastructuur wordt gebruikt met een intelligent Batterij Management Systeem (BMS) en dat er niet wordt opgeladen via een regulier stopcontact. In geval van laden via een regulier stopcontact zonder geavanceerd BMS is de kans op overladen namelijk aanwezig.**

Onderzoek van onder andere Rijkswaterstaat wijst zelfs uit dat een elektrisch voertuig minder kans heeft om in brand te geraken dan een auto met verbrandingsmotor.

Met betrekking tot de ontstaanskans van brand kan niet zondermeer worden geconcludeerd dat EV's brandgevaarlijker of brandongevaarlijker zijn dan voertuigen met een interne verbrandingsmotor. Op basis van de huidige onderzoeksgegevens mag worden aangenomen dat de kans op brand in beide typen voertuigen gelijk is.

5. Brandscenario's EV en ICE

Nu gekend is dat er vooralsnog geen aanwijzingen zijn dat de kans op het ontstaan van brand bij een EV groter is dan bij een voertuig met een verbrandingsmotor, verleggen we de focus naar het scenario waarbij een voertuig daadwerkelijk in brand raakt. Het is hierbij belangrijk om te onderzoeken of een brand in een elektrisch voertuig heviger of minder hevig is dan een brand in een auto met een verbrandingsmotor. Alhoewel vergelijkend onderzoek tussen branden in EV en ICE-voertuigen schaars zijn, zijn in 2014 brandtesten uitgevoerd met twee middenklasse voertuigen, waarbij vergelijkbare modelvarianten in diesel en elektrische uitvoering met elkaar vergeleken worden. Gebleken is dat slechts sprake is van een lichtelijk ander brandscenario bij identieke auto's met een andere energievoorziening (zie figuur 2).

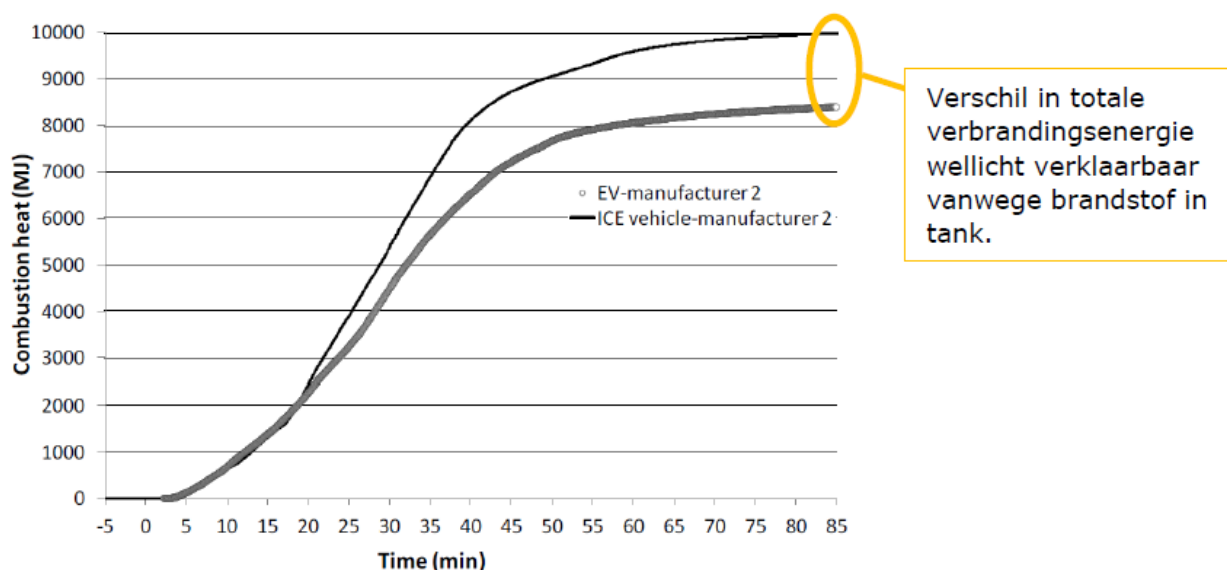


Figuur 2. Vergelijk brandvermogen EV en ICE

Zo blijkt het brandvermogen (oftewel: de hevigheid van de brand) van een EV lager dan dat van een identiek model ICE. Dit is mogelijk te verklaren doordat het accupakket minder brandbaar is dan de brandstof in een ICE-voertuig, getuige ook de scherpe helling in de vermogenscurve van de auto met verbrandingsmotor op 18 minuten (mogelijk breuk brandstoftank). Opvallend is dat de veelal in literatuur te lezen "langere brandduur" van een elektrisch voertuig t.o.v. een vergelijkbaar ICE-voertuig tijdens de brandtesten met de middenklassers niet waarneembaar zijn.

Eenzelfde trend als bij de hevigheid van de brand, is waarneembaar voor de totale energie die vrijkomt bij verbranding van een EV en een identieke ICE-auto. Wat vaak vergeten wordt in de discussie met betrekking tot het brandgevaar van een elektrisch voertuig is dat diesel en benzine een verbrandingsenergie hebben van ca. 44 MJ/kg. Een volle tank van 50 kg brandstof betekent dan ook dat 2.200 MJ aan extra energie in de tank zit. Op een maximaal brandvermogen van de geteste middenklasse auto van 10.000 MJ is dit een relatief groot aandeel te noemen.

Getuige figuur 3 kan een volle tank van de auto met verbrandingsmotor minus aftrek van de brandbare onderdelen in het accupakket het verschil in totale warmteafgifte verklaren.



Figuur 3. Vergelijk verbrandingsenergie EV en ICE

Positief bij een brandscenario met een EV ten opzichte van een traditionele verbrandingsmotor, is dat er geen plasbrand kan ontstaan als gevolg van uitstromende brandstof bij het falen van de brandstoftank. Het scheuren van de tank en daarmee uitstromende brandbare vloeistoffen kunnen zorgen voor meerdere secundaire branden.

6. Giftige gassen

Minder bekend bij het grote publiek dan "de lange brandduur" is dat Lithium accu's in verhoogde mate waterstoffluoride (HF) uitstoten bij verbranding. HF is een voor personen, zelfs bij lage concentraties, giftig gas. In literatuur wordt de vorming van HF-gas veelal genoemd als groot risico in besloten of semi-besloten ruimten, zoals bijvoorbeeld ondergrondse parkeergarages of garages met beperkte natuurlijke ventilatieopeningen.

De hoeveelheid HF-gas dat bij verbranding van een EV wordt uitgescheiden blijkt uit onderzoek van HAL (Comparison of the fire consequences of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle, 4 april 2014), bij eenzelfde type auto met diesel-aandrijving een factor 2 à 2,5 groter (zie tabel 1). Op de vraag of de verhoogde productie van HF-gas bij verbranding van elektrische voertuigen leidt tot een verhoogd risico ten opzichte van interne verbrandingsmotoren, moet het gehele spectrum van narcotische en toxische gassen worden beschouwd alsmede het tijdstip waarop de gassen vrij komen.

<i>Tested element</i>	<i>EV manufacturer 1</i>	<i>ICE vehicle manufacturer 1</i>	<i>EV manufacturer 2</i>	<i>ICE vehicle manufacturer 2</i>
<i>Test</i>	<i>Fire</i>	<i>Fire</i>	<i>Fire</i>	<i>Fire</i>
Nominal Voltage (V)	330 V ^a	-	355 V ^a	-
Capacity (Ah)	50 Ah ^a	-	66,6 Ah ^a	-
Energy (kWh)	16,5 kWh ^a	-	23,5 kWh ^a	-
Mass (kg)	1 122 kg	1 128 kg	1 501 kg	1 404 kg
Lost mass (kg)	212 kg	192 kg	278,5 kg	275 kg
Lost mass (%)	19%	17%	18,6%	19,6%
Online gas analysis – total quantity of emitted gases (FTIR and online analyzers)				
CO₂ (g)	460 400	508 000	618 490	722 640
<i>CO₂ (mg/lost g)</i>	2 172	2 646	2 220,8	2 627,8
CO (g)	10 400	12 040	11 700	15 730
<i>CO (mg/lost g)</i>	49	63	42	57,2
THC (g)	2 430	2 380	2 860	2 730
<i>THC (mg/lost g)</i>	11,5	12,4	10,3	9,9
NO (g)	500	679	770	740
<i>NO (mg/lost g)</i>	2,4	3,5	2,8	2,7
NO₂ (g)	198	307	349	410
<i>NO₂ (mg/lost g)</i>	0,9	1,6	1,3	1,5
HF (g)	1 540	621	1 470	813
<i>HF (mg/lost g)</i>	7,3	3,2	5,3	3
HCl (g)	2 060	1 990	1 930	2 140
<i>HCl (mg/lost g)</i>	10	10,4	6,9	7,8
HCN (g)	113	167	148	178
<i>HCN (mg/lost g)</i>	0,5	0,9	0,5	0,6
Thermal effects				
Maximal HRR (MW)	4,2 MW	4,8 MW	4,7 MW	6,1 MW
Heat of combustion (MJ)	6 314 MJ	6 890 MJ	8 540 MJ	10 000 MJ
Heat of combustion/unit mass loss (MJ/kg)	29,8 MJ/kg	35,9 MJ/kg	30,7 MJ/kg	36,4 MJ/kg

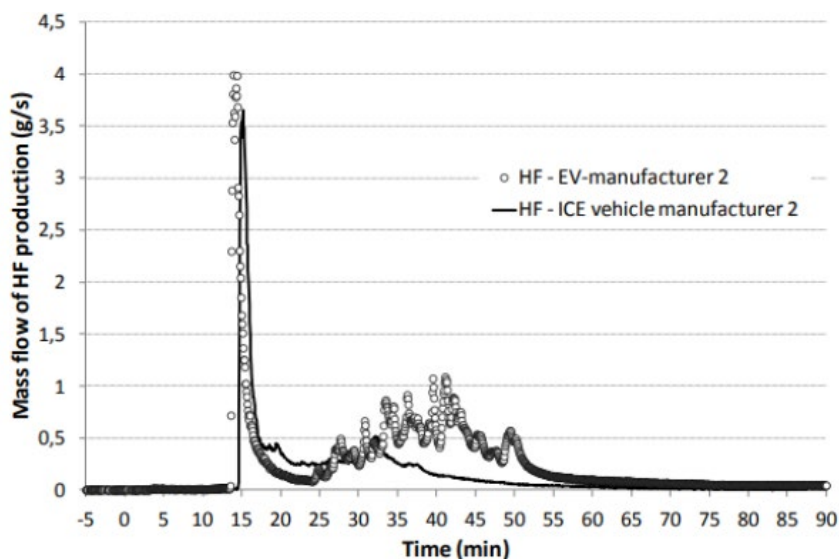
^a Characteristics of the battery pack of the EV.

Tabel 1. Vergelijk rookgassen EV en ICE

Uit een analyse van alle verbrandingsgassen die vrijkomen bij brand in een EV en ICE-voertuig blijkt het volgende. Sommige gevaarlijke gassen kunnen elkaar versterken en andere kunnen elkaar complementeren. Een versterkend effect treedt met name op bij verhoogde CO₂-concentraties. CO₂ zorgt namelijk voor hyperventilatie, waardoor andere giftige gassen in grotere hoeveelheden worden ingeademd. Hierdoor kan eerder een dodelijke cocktail aan toxische gassen worden verkregen. Zoals te zien is in tabel 1 komt circa 10-15% meer CO₂ vrij bij auto's met een verbrandingsmotor. Concreet betekent dit dat de CO₂-concentratie in de ruimte hoger zal zijn dan bij een EV (de exacte concentratie is niet te bepalen enkel te schatten). Dit betekent dat iemand vanwege een verhoogde ademhaling, een grotere dosis aan toxische gassen zal inademen, waardoor het effect van meer HF-gas dat vrijkomt bij een EV-brand gedeeltelijk teniet wordt gedaan.

Naast een verhoogde ademhaling blijkt dat overige toxische gassen in nagenoeg dezelfde mate vrijkomen bij verbranding van een EV en ICE-voertuig. Enkel koolmonoxide blijkt bij verbrandingsmotoren ca. 15-35% meer vrij te komen. Naar de totale spectrum kijkende kan gesteld worden dat de rook die bij brand in een EV vrij komt giftiger is dan de rook die vrijkomt bij een ICE. Desalniettemin is de rook van beide voertuigen zeer toxisch te noemen en vanwege de verhoogde CO₂-concentratie bij brand in een ICE-voertuig kan worden gesteld dat beide rookpluimen gebruikers zonder persoonlijke beschermingsmiddelen binnen korte tijd fataal wordt. Uiteraard spelen ook het ruimtevolumen, de ventilatie en luchtstromen een belangrijke rol in de uiteindelijke concentratie van toxische gassen.

Een ander aspect waarmee rekening gehouden moet worden is het tijdstip waarop giftige gassen worden afgegeven. Figuur 4 toont het brandverloop van een EV en ICE-voertuig waarbij de ramen open stonden en de bestuurdersstoel middels een brander werd aangestoken. Getuige figuur 4 komt bij beide typen voertuigen na ca. 14 minuten een vergelijkbare piek in de HF-productie. Het verschil in uitstoot zit met name om en nabij de 25 tot 50 minuten. Hier zijn kleine pieken in HF-gas waarneembaar bij een brand in een EV. Deze pieken zijn te verklaren door het deelnemen van een nieuwe brandstofcel in de accu aan de brand. Zoals te zien in figuur 4 zijn de pieken HF-gas die worden uitgestoten bij deelname van het accupakket aan brand vele malen kleiner dan de initiële piek rondom 14 minuten. Ook het tijdstip van deelname (25-50 minuten) maakt het dat de brand zich al zodanig ontwikkeld heeft dat het niet meer aannemelijk is dat personen de garage nog niet ontvlucht hebben. Bovenstaande is valide indien de brand niet ontstaat in het accupakket, maar bijvoorbeeld door brandoverslag van het ene naar het andere voertuig.



Figuur 4. Vergelijk uitstoot HF-gas over tijd van EV en ICE

Een brandscenario waarbij de accu begint met branden zal vermoedelijk (geen data voor handen) beginnen met een HF-uitstoot overeenkomstig een patroon als waarneembaar tussen 25 en 50 minuten. Na enige tijd zal de brand zich uitbreiden vanuit het accupakket naar de rest van de auto en zal een grote piek als nabij 14 minuten waarneembaar zijn. Het exacte tijdspad hiervan is niet te geven. Echter, indien we naar tabel 1 kijken dan is de initiële piek HF-gas verantwoordelijk voor circa de helft van de totale HF-productie. De andere helft volgt uit de deelname van het accupakket aan de brand. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat zelfs een beginnende brand in een accupakket niet gevaarlijker is dan een ICE-voertuig dat begint te branden in de bestuurderscabine.

Vanwege de langdurige afgifte van HF-gas waarbij gedurende de eerste 30 minuten (vluchtperiode) een nagenoeg gelijke hoeveelheid HF-gas wordt uitgestoten in zowel een EV als ICE-voertuig, kan worden geconcludeerd dat er vanuit toxisch oogpunt geen groter risico is voor vluchtende personen bij het stallen van EV dan bij het stallen van ICE voertuigen. Vroegtijdige detectie en alarmering is, evenals bij voertuigen met een verbrandingsmotor van essentieel belang.

7. Brandveiligheid parkeergarage VvE Kasteel Aldengoorstraat

De bestaande stallingsgarage is gebouwd overeenkomstig de verleende bouwvergunning d.d. 12 Maart 1977 ten tijde van de oprichting. De bouwvergunning is verleend op basis van de destijds vigerende gemeentelijke bouwverordening en vandaaruit aangestuurde Nederlandse normen en praktijkrichtlijnen. Heden geldt voor het bestaande gebouw tenminste Bouwbesluit 2012 niveau bestaande bouw.

De volgende brandveiligheidsvoorzieningen dienen op basis van het in vorige alinea geldend toetsingskader in de stallingsgarage te zijn getroffen:

- Constructieve sterkte hoofddraagconstructie : ≥ 60 minuten brandwerendheid
- Brandwerende scheidingsconstructies : ≥ 30 minuten brandwerendheid
- Maximale omvang brandcompartiment : 3.000 m²
- Vluchtroutes : Maximaal toegestane loopstand: 60 meter
- Classificatie (binnen)oppervlak:
 - Wanden/plafonds : Brandklasse D, rookklasse s2
 - Vloeren : Brandklasse D_{fl}, rookklasse s1_{fl}
- Brandveiligheidsinstallaties : Noodverlichtingsarmaturen
: Verlichte vluchtrouteaanduidingen
: Deurdrangers op brandwerende deuren
: Paniekbeslag op vluchtdeuren
: Gebouwgebonden elektrische installatie conform NEN 1010
: Brandmeld- en ontruimings-alarminstallatie conform NEN 2535 en NEN 2575 (bewakingsomvang volledige bewaking en ontruimingsalarm type B luid alarm)
: Handbrandblussers

In de stallingsgarage zijn o.b.v. de verleende bouwvergunning en het vigerende bouwbesluit (Bouwbesluit 2012) brandslanghaspels niet verplicht te stellen.

Met de inwerkingtreding van het Bouwbesluit 2012 is in artikel 1.16 (zorgplicht) specifiek benoemd dat installatietechnische doorvoeringen in brandwerende scheidingen (wanden, vloeren, plafonds) van de stallingsgarage met een daartoe geschikte brandwerende applicatie brandwerend dienen te zijn uitgevoerd.

Met de inwerkingtreding van het Bouwbesluit 2012 is in artikel 6.31 (blustoestellen) specifiek benoemd dat handbrandblussers in de bestaande stallingsgarage verplicht zijn, zodanig dat vanaf elke willekeurige plek in de stallingsgarage binnen 20 meter een geschikte handbrandblusser kan worden bereikt (circa 1 handbrandblusser / 300 m²).

Een geschikte handbrandblusser heeft een inhoud van tenminste 6 kg/liter, met een blusstof geschikt voor het meest waarschijnlijke type brand.

8. Geconstateerde afwijkingen

Op basis van de inspectie op locatie d.d. 14 maart 2023 is geconstateerd dat t.o.v. het wettelijk vereiste brandveiligheidsniveau (zie voorgaand punt 7) GEEN sprake is van bouwkundige gebreken.

Op basis van de inspectie is geconstateerd dat t.o.v. het wettelijk vereiste brandveiligheidsniveau (zie voorgaand punt 7) sprake is van de volgende installatietechnische gebreken:

- In de parkeergarage ontbreekt de per 1 januari 2012 voor deze bestaande stallingsgarage wettelijk verplicht gestelde brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie. Exclusief de bergingen is sprake van een overige gebruiksfunctie voor het stallen van motorvoertuigen met een gebruiksoppervlakte van ca. 2900 m².

Toelichting

Een bestaande parkeergarage (overige gebruiksfunctie voor het stallen van motorvoertuigen) moet vanaf een gebruiksoppervlakte groter dan 1.000 m² zijn voorzien van een brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie als bedoeld in NEN 2535 en NEN 2575 met als omvang volledige bewaking en luidalarm type B. Vanaf een gebruiksoppervlakte groter dan 2.500 m² moet de brandmeldinstallatie tevens zijn voorzien van een geldig inspectiecertificaat dat is afgegeven op grond van het CCV inspectieschema brandbeveiliging versie 12.0. Een rechtstreekse doormelding van brandalarm naar de regionale alarmcentrale van de brandweer is niet verplicht.

Het beheer, controle en onderhoud van de brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie moet voldoen aan NEN 2654-1 (onderdelen 5 en 6) en NEN 2654-2 (onderdeel 5.3 - m.u.v. onderdeel 5.3.5 – en onderdelen 5.4, 5.5.3 en 5.6).

Bovendien is een ontruimingsplan vereist. Doel is dat de bewoners / gebruikers van de parkeergarage weten wat zij bij een brandmelding moeten doen, zodat de risico's bij brand zoveel mogelijk worden beperkt.

- In de stallingsgarage ontbreken de per 1 januari 2012 voor deze bestaande stallingsgarage wettelijk verplicht gestelde handbrandblussers met een inhoud van tenminste 6 liter, zodanig dat vanaf elk punt binnen 20 meter een handbrandblusser kan worden bereikt.

- In de stallingsgarage is op diverse plaatsen sprake van installatietechnische doorvoeringen in brandwerende scheidings (wanden, dakvloeren/plafonds). Deze doorvoeringen zijn zonder brandwerende applicatie uitgevoerd.
- De parkeergarage is onvoldoende voorzien van noodverlichtingsarmaturen. Bovendien zijn diverse aanwezige noodverlichtingsarmaturen defect.
- De parkeergarage is onvoldoende voorzien van verlichte vluchtrouteaanduidingen. Bovendien zijn diverse aanwezige vluchtrouteaanduidingen (armaturen) defect.

Inzake zorgplicht (onderhoud, beheer en gebruik van bestaande installaties) zijn verder geen gebreken geconstateerd.



9. Eindbeoordeling

Voorgaande risicobeoordeling (zie punten 3 t/m 6) in acht nemende, is het noodzakelijk de volgende voorwaarden/verbetermaatregelen op te volgen, teneinde op een brandveilige wijze auto's met een verbrandingsmotor (ICE's) en elektrische voertuigen (EV's) in de stallingsgarage op de parkeerplaats(en) te kunnen stallen en op te kunnen laden:

- De parkeergarage dient te worden voorzien van een brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie als bedoeld in NEN 2535:2017 en NEN 2575 (delen 1:2012+C1:2021 en 3:2012+A2:2018) met als omvang volledige bewaking en luid alarm type B.

Daartoe dient een separaat programma van eisen brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie te worden opgesteld.

Opmerking: Een inspectiecertificaat en rechtstreekse doormelding van brandalarm naar de regionale alarmcentrale van de brandweer is voor de parkeergarage op basis van de vigerende bouwregelgeving niet vereist.

- In de stallingsgarage moeten tenminste 10 handbrandblussers (1 per 300m²) - met een inhoud van ten minste 6 liter / 6 kg - worden opgehangen op goed zichtbare plaatsen, tegen de muur/op kolom, met een aanduiding middels pictogram. Betreffende handbrandblussers dienen op een afstand van maximaal 20 meter nabij de parkeerplaatsen te zijn opgehangen;
- De installatietechnische doorvoeringen in brandwerende scheidingen (wanden, dakvloeren/plafonds). Dienen met een brandwerende applicatie uitgevoerd te worden.
- De parkeergarage dient te worden voorzien van voldoende noodverlichtingsarmaturen, zodanig dat binnen 15 seconden na uitvallen netspanning gedurende tenminste 60 minuten een lichtsterkte van tenminste 1 lux op vloerniveau wordt voorzien.
- De parkeergarage dient te worden voorzien van voldoende verlichte vluchtroute-aanduidingen, met pictogrammen overeenkomstig NEN 3011.
- De beoogde te voorziene oplaadinfrastructuur moet zijn uitgerust met een intelligent Batterij Management Systeem (BMS), zodanig dat overladen niet mogelijk is. Er mag niet worden opgeladen via een regulier stopcontact. In geval van laden via een regulier stopcontact zonder geavanceerd BMS is de kans op overladen aanwezig: Dat is niet toegestaan.
- Periodieke keuring van het EV op verouderingseffecten door een terzake kundige moet als voorwaarde aan eigenaar/gebruiker van betreffend voertuig worden opgelegd, eerste maal 3 jaar na ingebruikname / bouwjaar EV, daarna jaarlijks. Dit met als doel om mogelijke degradatie van de lithium-accu's als gevolg van veroudering/slijtage tijdig te signalen en daarop preventief te kunnen handelen (reparatie/vervanging/buiten gebruik stelling).

10. Deskundigenverklaring

Hierbij verklaart vb&t dat auto's met een verbrandingsmotor (ICE's) en elektrische voertuigen (EV's) in de parkeergarage van VvE Kasteel Aldengoorstraat in Eindhoven op de parkeerplaatsen op een brandveilige wijze kunnen worden gestald en v.w.b. de EV's tevens kunnen worden opgeladen, mits de onder bovenstaand punt 9 opgesomde voorwaarden/verbetermaatregelen zijn getroffen en in acht worden genomen. Er wordt in dat geval voldaan aan de vigerende wetgeving en landelijk erkende normeringen en richtlijnen.

Eindhoven, 23-03-2023

vb&t Brandveiligheid & Milieu B.V.



J. Heuvelmans
brandtechnisch adviseur bouwkunde en installaties