

Promat



**PRESERVE
& PROTECT**

POŽÁRNÍ OCHRANA NABÍJECÍCH STANIC PRO ELEKTROMOBILY V PARKOVACÍCH DOMECH A PODZEMNÍCH GARÁŽÍCH

ÚVOD

Auta již nejsou tím, čím bývala, a totéž platí i o jejich požárech. Požáry v podzemních garážích a parkovacích domech ohrožují kromě aut i okolní konstrukce, jejichž narušení může způsobit kolaps¹. Bezpečnostní předpisy nestačí držet krok s měnícími se požárními riziky, jako jsou lithiové baterie, a technické požadavky na účinné hasicí systémy pro zvládnutí takových požárů.

S rostoucím podílem elektrických vozidel se nabíječky instalují stále na více parkovištích. Ve většině případů se jedná o podzemní garáže a parkovací domy, které nejsou uzpůsobené pro požáry elektrických aut. Požáry elektrických vozidel se nejčastěji vyskytují během nabíjení² a vývoj požáru v případě tepelného úniku lithiové baterie se velmi liší od požárů vozidel se spalovacím motorem. Namísto vertikálních plamenů při klasickém požáru automobilu může tepelný únik lithiové baterie vést k horizontálním proudům plamenů a velmi rychlému nárůstu teploty a tlakovým vlnám.

Nejlepší řešení je zavést opatření již u návrhu požárních opatření, která snižují rizika spojená s nabíjením elektromobilů. Zatímco některé země již mají normy pro návrh těchto opatření, v České republice se tyto předpisy teprve začínají vytvářet.

Ačkoliv vývoj požárů elektrických vozidel v podzemních garážích a parkovacích domech není dosud plně prozkoumán a je předmětem různých výzkumných programů, první náznaky ukazují, že požáry baterií elektrických vozidel jsou ve srovnání s požáry vozidel se spalovacím motorem:

- Rozvíjejí se rychleji
- Vznikají plameny typu trysky, často horizontální
- Extrémně obtížné na uhašení
- Vydávají toxický kouř obsahující fluorovodík



¹ Příklady požárů podzemních garáží, při nichž shořely stovky nebo více automobilů: Liverpool Echo Arena, Velká Británie (2018), letiště Stavanger, Norsko (2020), Märsa, Švédsko (2021), letiště Luton, Velká Británie (2023), Prior Velho, Portugalsko (2024), o každém z nich jsou k dispozici rozsáhlé informace na internetu.

² Statistiky najdete na www.evfiresafe.com

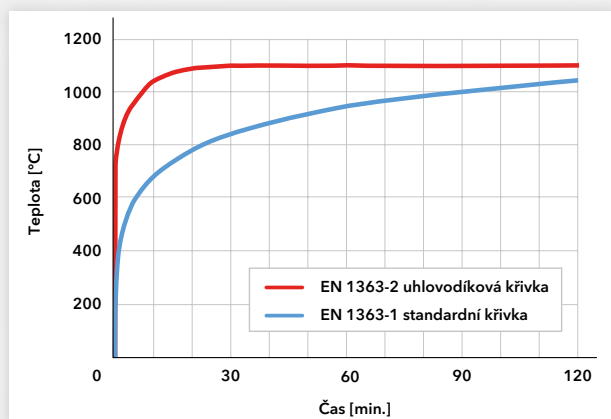


Křivka požáru

Předpisy obvykle počítají se standardní (ISO-834 / EN 1363-1) požární křivkou pro návrh požárních konstrukcí. S výrazným nárůstem hmotnosti automobilů a používáním plastů jsou požáry automobilů závažnější, rychleji se šíří a je vyšší pravděpodobnost, že v krátké době postihne požár větší počet automobilů. V uplynulých letech došlo k několika velkým požárům podzemních garáží a parkovacích domech, které zasáhly velké množství automobilů a vedly k částečnému kolapsu konstrukce.

V případě baterií elektromobilů se požár navíc velmi rychle rozvíjí s horizontálními plameny podobnými proudům, což dále zvyšuje rychlost šíření požáru na sousední automobily.

Na ochranu podzemních garáží a parkovacích domů doporučuje společnost Promat s.r.o. použití řešení, která byla úspěšně testována podle požární uhlovodíkové křivky (dle EN 1363-2).



Obrázek: uhlovodíková vs. standardní křivka

Společnost Promat s.r.o. je předním vývojářem nových řešení požární ochrany, která snižují škody způsobené požárem a zajišťují nepřetržitý a bezpečný provoz.

V tomto dynamicky se rozvíjejícím odvětví se Promat zaměřuje na řešení požární ochrany konstrukcí před velkými požáry, řešení omezující šíření požáru, včetně proudů plamenů a tlakových vln, a řešení pro usměrnění kouře s cílem minimalizovat škody a umožnit včasný, účinný a bezpečný zásah hasičů.

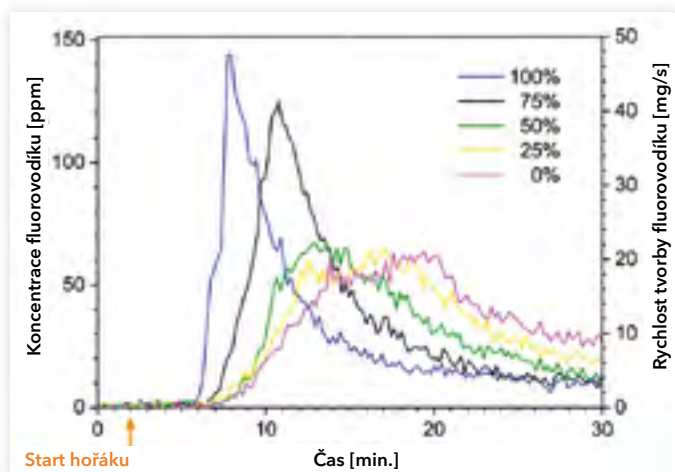
Díky mnohaletým zkušenostem v náročných podmínkách, jako jsou tunely a petrochemická zařízení, nabízí Promat řešení odolná proti velmi rychlému šíření ohně, extrémně vysokým teplotám, tlakovým vlnám výbuchu a vysoce korozivnímu kouři. Vzhledem k tomu, že každé parkovací domy jsou jiné, nabízí Promat tato řešení jako „stavební bloky“ a rád vám pomůže při navrhování požárně bezpečných parkovacích domů.



POŽÁRNÍ OCHRANA V OKOLÍ NABÍJEČEK ELEKTROMOBILŮ

Požáry baterií v elektrických vozidlech: nové riziko, ale řešení existuje

S větším užíváním bateriových elektrických vozidel se mění i rizika požárů. Požáry elektromobilů se liší od požárů vozidel se spalovacím motorem: tepelný únik z bateriového pole způsobí velmi rychlý rozvoj požáru³ s horizontálními plameny podobnými proudům⁴ a možnými tlakovými vlnami. Požáry baterií uvolňují specifický toxický⁵ a vysoce korozivní kouř. Tyto požáry je extrémně obtížné uhasit a mohou se znovu vznítit i po mnoha hodinách nebo dnech.



Obrazek: příklad produkce toxického fluorovodíku (HF) v experimentech s bateriemi v malém měřítku v závislosti na stavu nabití baterie⁶

Rychlost rozvoje požáru, toxicita kouře a potenciál pro akumulaci výbušných plynů silně závisí na stavu nabití baterie, což je jeden z nepředvídatelných faktorů při požárech baterií.

Pouzdra baterií jsou navržena tak, aby chránila baterii a odolávala vnějším vlivům, jako je voda a jiná běžná hasiva. Hasičí prostředky proto nejsou schopny přímo ochladit oheň uvnitř baterie. Chladivý účinek vody také způsobí smíchání kouře s čerstvým vzduchem, což často snižuje viditelnost a možnost účinného odsávání kouře.

Protože požáry baterií je téměř nemožné uhasit^{6,7}, existují pro hasičský sbor 2 scénáře:

- Vytáhnout hořící auto ven a zvednout ho do speciální vany, ponořit vozidlo do roztoku na jeden nebo více dní, dokud baterie zcela nevychladne, nebo
- Ponechat hořící auto tam, kde je, nechat ho hořet a zabránit šíření ohně.

Přestože jsou statistiky omezené, existují náznaky, že pravděpodobnost vznícení elektromobilu během nabíjení je relativně vysoká. Z tohoto důvodu nabízí Promat specifickou sadu řešení pro nabíjecí zóny v podzemních garážích a parkovacích domech.

³ D. Brzezinska, P. Bryant, Performance-Based Analysis in Evaluation of Safety in Car Parks under Electric Vehicle Fire Conditions, *Energies* 15 (2022) 649.

⁴ Z. Zhou, X. Zhou, D. Wang, M. Li, B. Wang, L. Yang, B. Cao, Experimental analysis of lengthwise/transversal thermal characteristics and jet flow of large-format prismatic lithium-ion battery, *Appl. Therm. Eng.* 195 (2021) 117244.

⁵ F. Larsson, P. Andersson, P. Blomqvist, B.-E. Mellander, Toxic fluoride gas emissions from lithium-ion battery fires, *Sci Rep* 7, [www.nature.com](https://doi.org/10.1038/s41598-017-09784-z) (2017), <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09784-z>

⁶ P. Sun, R. Bisschop, H. Niu, X. Huang, A Review of Battery Fires in Electric Vehicles, *Fire Technol.* 56 (2020) 1361-1410.

⁷ L. Kong, C. Li, J. Jiang, M.G. Pecht, Li-ion battery fire hazards and safety strategies, *Energies* 11 (2018) 2191



Požárně bezpečnostní řešení pro zónu nabíjení elektrických vozidel



PROMATECT®-H
Požárně ochranné desky

PROMATECT®
Ventilační potrubí a potrubí
pro odvod tepla a kouře

DURASTEEL®
Požárně ochranné příčky

Velkou výhodou je znalost nejpravděpodobnějšího místa vzniku požáru, a tím lze účinně zvýšit bezpečnost pomocí preventivních protipožárních opatření v nabíjecích zónách. Společnost Promat doporučuje kombinovat 3 strategie:

- **Konstrukční ochrana:** ochrana všech nosných konstrukcí, jako jsou betonové nebo ocelové nosníky a sloupy, stropy a nosné stěny. Zabránění ztrátě únosnosti a stability konstrukce je základním předpokladem pro záchranu lidských životů, omezení škod a účinný a bezpečný zásah hasičů. U požárů baterií se může rychlost nárůstu teploty, maximální výše teploty a doba trvání požáru lišit od standardní požární křivky. Proto společnost Promat doporučuje použití protipožárních materiálů, jako je např. **PROMATECT®-H**, které jsou odolné vůči extrémním požárním křivkám, jako jsou petrochemické požáry a požáry tunelů.
- **Zamezení šíření požáru:** Fyzickým oddělením nabíjecích zón od zbytku parkovacího domu lze omezit šíření požáru. Společnost Promat doporučuje požární bariéry **DURASTEEL®**, které jsou odolné vůči velmi intenzivním požárům a výbuchům. Navzdory své malé tloušťce jsou požární bariéry **DURASTEEL®** robustní a odolné při každodenním provozu parkovacích domů.
- **Odvod kouře:** Vytvořením částečného požárního úseku pomocí kouřových zábran bude kouř více soustředěn a potrubí vytvořené z požárně ochranných desek **PROMATECT®** nad nabíjecí zónou může kouř účinně odvádět. Řízením šíření požáru a kouře se zlepšuje viditelnost a přístupnost místa požáru, což usnadňuje bezpečnou a efektivní evakuaci i zásah hasičských jednotek.

Návrh požární ochrany

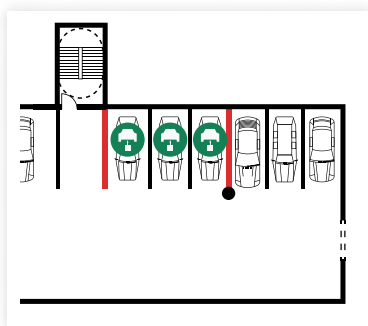
Vzhledem k tomu, že požáry trakčních baterií elektromobilů se zásadně liší od požárů vozidel se spalovacím motorem, nelze tradiční návrhové předpoklady, modely ani kritéria používaná pro požárně bezpečnostní řešení parkovacích domů považovat za ověřené pro části parkovacích domů vybavené dobíjecími stanicemi pro elektromobily. Vývoj a šíření tepla a kouře v případě požáru trakčních baterií elektromobilů je nadále předmětem výzkumu. Vzhledem k absenci validovaných návrhových podkladů uvádí společnost Promat následující praktická doporučení:

Požární odolnost: Při stanovení požadavku na požární odolnost konstrukcí je nutné zohlednit skutečnost, že požár trakční baterie je velmi těžce zvládnutelný, případně zcela nehasitelný, může se rozšířit na ostatní vozidla a je doprovázen velmi vysokými teplotami po dlouhou dobu, často s časovými intervaly. Vzhledem k nejasné době trvání požáru a s cílem zajistit dostatečný časový prostor pro zásah jednotek požární ochrany (např. přípravu na vytažení hořícího vozidla z parkovacího domu) lze uvažovat požární odolnost 120 minut, která je běžně používána při požární ochraně tunelových staveb a petrochemických provozů. Pro ochranu parkovacích domů doporučuje společnost Promat použití uhlovodíkové (hydro-karbonové) požární křivky.

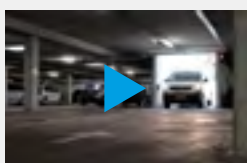
Požárně dělící konstrukce podle uhlovodíkové požární křivky (HC) se navrhují minimálně:

- mezi skupinami tří parkovacích stání⁸ s nabíječkami pro elektromobily,
- mezi únikovými východy a parkovacími stáními vybavenými nabíječkami pro elektromobily.

Umístění požární dělící stěny mezi oblast nabíjení elektromobilů a únikové východy



Koukněte na video



⁸ Návrh na oddělení skupin tří parkovacích stání pomocí dělících konstrukcí vychází z maďarských předpisů (TvMI 1.6:2024.02.01 – Technický předpis požární ochrany – příloha P). V zásadě lze na základě analýzy rizik stanovit i jiný počet parkovacích stání, přičemž je nutné zohlednit skutečnost, že počet vozidel zapojených do požáru má přímý vliv na úroveň tepelného sálání, dobu trvání požáru a množství vznikajícího kouře.

Oddělení části parkovacích stání s nabíječkami pro elektromobily pomocí požárně dělících stěn přináší několik výhod:

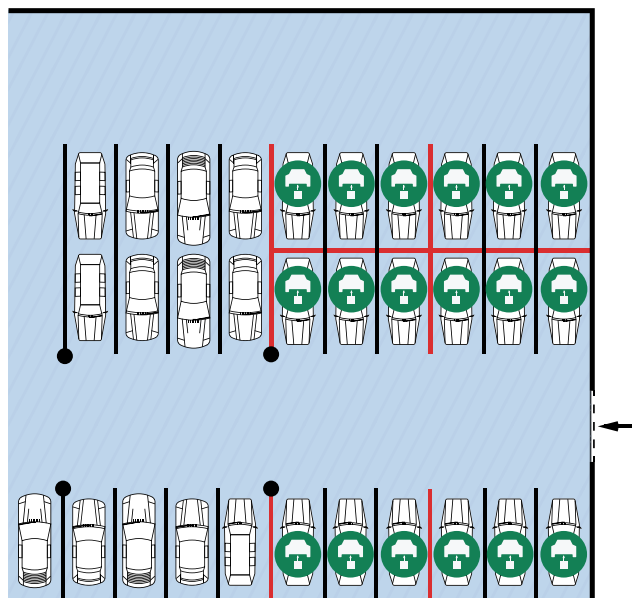
- zabraňuje šíření požáru na ostatní vozidla a omezuje požár na malou, lépe zvládnutelnou oblast,
- omezuje tepelné sálání do přilehlých prostor tím, že požár není po dobu požární odolnosti rozšířen na ostatní vozidla,
- usměrnění kouře v místě hořícího elektromobilu (resp. elektromobilů) zajišťuje maximální účinnost systému odvodu kouře a tepla.

Pasivní požární ochrana s požární odolností podle HC křivky se použije na všechny **nosné konstrukce** do vzdálenosti 20 m od parkovacího stání s nabíječkou pro elektromobily. Orientační výpočty ukazují, že při této vzdálenosti již tepelné sálání nepůsobí významné poškození nosných konstrukcí.

Pasivní požární ochrana s požární odolností HC křivky se provede také na **stropní konstrukci** přímo nad parkovacím stáním s nabíječkou pro elektromobily a na veškeré **nosné stěny** bezprostředně navazující na toto parkovací stání, a to za účelem ochrany těchto konstrukcí před přímým působením požáru.

Potrubí pro odvod tepla a kouře nad parkovacími stáními vybavenými nabíječkami pro elektromobily musí mít nejméně jedno odsávací místo na každou skupinu tří parkovacích stání. Aby bylo odsávání umístěno v oblasti s vysokou koncentrací kouře a nebylo vystaveno přímému působení plamenů, doporučuje se vést odsávací potrubí **nad hranou parkovacího stání a nad jízdním pruhem**. Zbývající tři strany prostoru by měly být uzavřeny stěnami parkovacího domu nebo bariérami **DURASTEEL®**, aby se zabránilo nekontrolovanému šíření kouře.

Vytvoření nabíjecí zóny pro 3 elektromobily



01 OCHRANA NOSNÝCH KONSTRUKCÍ

Ochrana nosných konstrukcí

Z velkých požárů elektromobilů v parkovacích domech je zřejmé, že nosná konstrukce je kriticky ohrožena vlivem velkých teplot a případných tlakových vln. Zprávy často uvádějí případy, kdy došlo ke kolapsu nosných konstrukcí, což způsobilo zřícení dalších vozidel z ostatních pater do požáru.

Požáry vozidel obvykle způsobují relativně rychlý nárůst teploty, který může vést k poškození nebo selhání nechráněných nosných prvků. V minulosti byly požáry v parkovacích domech vnímány jako pomalu se šířící požáry, kdy se plameny přesouvaly z jednoho vozidla na druhé.

U moderních vozidel je však požár tak intenzivní, a šíření na další vozidlo probíhá tak rychle, že může současně hořet velký počet vozidel. Taková situace nelze efektivně kontrolovat zásahy hasičského sboru.

U železobetonových konstrukcí dochází ke spallingu (odlupování vrstev betonu). Důvodem je vlhkost zachycená v pórech betonu a napětí vznikající v důsledku tepelné roztažnosti. Spalling je postupný proces, při němž se vrstvy betonu odlamují od povrchu, což může rychle odkrýt ocelovou výztuž uvnitř betonu a vystavit ji přímému působení požáru, při čemž je ohrožena únosnost a stabilita celé konstrukce.

U ocelových konstrukcí bez ochrany dochází k rychlému dosažení kritické teploty a následnému kolapsu konstrukce, jelikož ocel dobře vede teplo a prvky obvykle mají velký exponovaný povrch vzhledem k objemu materiálu. Bez požární ochrany může ocelový prvek během 10 až 20 minut dosáhnout teploty přibližně 500 – 700 °C, což vede k selhání nosného prvku.



Požární ochranná opatření odolná vůči reálnému požáru

V posledních letech při požárech¹ parkovacích domů hoří často více vozidel současně a dochází tak k částečnému kolapsu nosných konstrukcí, navržených podle standardní požární křivky (ISO-834).

U moderních vozidel může být vývoj teploty mnohem intenzivnější. Proto je důležité uvažovat s materiály odolnými vůči silnějším požárům, například podle uhlovodíkové (HC) požární křivky.

PROMATECT®-H pro ochranu betonových² a ocelových³ nosných prvků odolává uhlovodíkové požární křivce, která rychle dosahuje teploty 1100 °C. Použitím těchto řešení testovaných podle uhlovodíkové požární křivky budete připraveni nejen na současné požáry, ale i na požáry budoucnosti.

Výhody

- Více než 40 let zkušeností s požární ochranou tunelů, petrochemických provozů a komerčních budov
- Technická podpora při návrhu konstrukcí odolných vůči extrémním požárům



PROMATECT®-H je požární deska z křemičitanu vápenatého, která byla rozsáhle testována pro požární ochranu nosných konstrukčních prvků proti uhlovodíkovému požáru. Desky **PROMATECT®-H** mají více než 40 let zkušeností s poskytováním požární bezpečnosti.

¹ Relativně dobře dokumentovaný případ zahrnující 1400 vozidel a kolaps konstrukce je požár parkovacího domu Liverpool Echo Arena. Více informací o tomto požáru naleznete na www.cross-safety.org

² **PROMATECT®-H**, tl. 40 mm, omezí teploty sloupů a nosníků na <300 °C a stropních desek a stěn na <200 °C po 120 minutách vystavení uhlovodíkové požární křivce.

³ V závislosti na profilovém faktoru oceli **PROMATECT®-H**, tl. 30 - 50 mm, omezí teplotu oceli na <500 °C po 120 minutách vystavení uhlovodíkové požární křivce.

02

ZAMEZENÍ ŠÍŘENÍ POŽÁRU

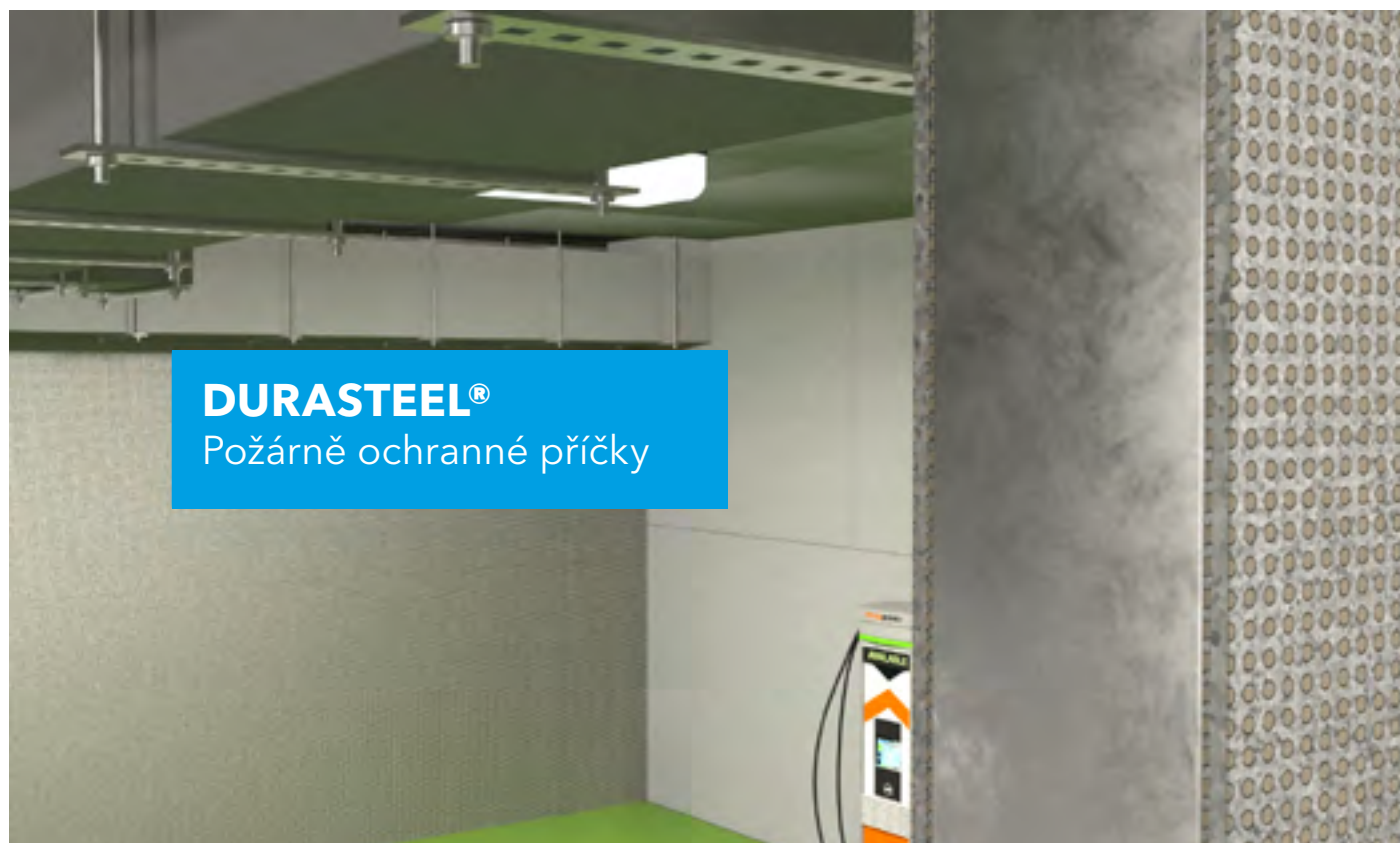
Oddělení prostorů udržuje požár pod kontrolou

V tradičním pojetí stavebních předpisů znamená oddělení prostorů (kompartimentace) úplné uzavření požáru do požárních úseků. V parkovacích domech to však bývá obtížné, protože provoz vyžaduje otevřené a propojené prostory. Přesto je zabránění „šířícímu se požáru“ klíčové pro udržení situace pod kontrolou a zamezení vážnému poškození provozu.

Řešení dělicích konstrukcí přináší jasné výhody z hlediska požární bezpečnosti, zejména v okolí únikových cest, zón pro nabíjení elektromobilů a ramp. Pečlivý návrh dispozice parkovacího domu včetně dělicích stěn může sloužit k:

- omezení a kontrole šíření ohně a kouře,
- šíření proudění plamenů a tlakovým vlnám,
- účinnější fungování systémů odvodu kouře.

Dělicí konstrukce, jako jsou např. bariéry **DURASTEEL®**, pomáhají zabránit velkým a nekontrolovatelným požárům a umožňují hasičům zasáhnout bezpečným a účinným způsobem.





Řešení požární ochrany

Společnost Promat nabízí příčky DURASTEEL®, které odolávají náročným podmínkám, jako jsou požáry uhlovodíků a tlakové vlny. Deska DURASTEEL® se skládá z jádra z křemičitanu vápenatého a vnějších perforovaných ocelových plechů a je hojně využívána v náročných aplikacích, jako jsou energetický a petrochemický průmysl, kde chrání před požáry uhlovodíků a tlakovými vlnami.

Příčky DURASTEEL® se skládají z kovového rámu, ke kterému jsou přišroubovány desky DURASTEEL®, s nastavitelnou požární odolností pomocí podložních lišt za spoji panelů a izolací z minerální vlny uvnitř dutiny a nastavitelnou odolností proti tlakové vlně výběrem správných profilů rámu na základě výpočtů tlakové vlny.

Příčky **DURASTEEL®** se běžně používají k ochraně před požárem a výbuchem v petrochemických zařízeních, energetických sítích, průmyslových budovách a infrastruktuře.

Příčky **DURASTEEL®** mají více než 90 let zkušeností a byly testovány na odolnost proti tlakům výbuchu, požárům uhlovodíků a dokonce i výbuchům následovaným požárem uhlovodíků.

Výhody

- Není třeba se obávat teplot překračujících standardní křivku hoření, ani tlakových vln způsobených proudem plamenů v případě tepelného úniku baterií.
- Účinně zabraňuje plamenům dosáhnout a zapálit další auto.
- Lze použít v kombinaci s kouřovým odsávacím systémem Promat. V parkovištích se složitou geometrií mohou příčky **DURASTEEL®** omezit a nasměrovat šíření kouře, aby byla zajištěna optimální kontrola a odsávání.
- Další výhodou je, že příčky **DURASTEEL®** jsou odolné a robustní, což co nejvíce omezuje potřebu údržby a oprav.
- Úzký profil, tloušťka příčky **DURASTEEL®** pouze cca 200 mm, což maximalizuje počet parkovacích míst bez ohrožení požární bezpečnosti.
- **DURASTEEL®** byl testován v souladu s normami EN, UL a ASTM. Součástí těchto testů byly zkoušky nárazem před a po vystavení ohni, aby se zajistilo, že požární odolnost není ohrožena, stejně jako zkoušky proudem vody z hadice po vystavení ohni.

03

KONTROLA KOUŘE

Kontrola kouře umožňuje hasičům jednat

Požáry automobilů způsobují hustý a často horký kouř, který, pokud není kontrolován, může způsobit rozsáhlé škody na automobilech a dalším inventáři a omezit schopnost hasičů zasáhnout kvůli špatné viditelnosti. V případě požáru baterií elektrických vozidel je kouř obzvláště korozivní a toxický, obsahuje fluorovodík (HF) a také specifické kovy, jako je nikl, kobalt, lithium a mangan, v závislosti na chemickém složení baterie.

Kromě toho, pokud se parkoviště nachází pod budovou, může nedostatečná kontrola kouře vést k jeho proniknutí do budovy, což představuje přímé ohrožení lidských životů a majetku.

Adekvátní systémy kontroly kouře jsou proto zásadní pro požární bezpečnost parkovišť, aby bylo zajištěno účinné zásahy hasičů, snížení škod a zajištění kontinuity provozu.

Zejména u uzavřených parkovišť se složitou geometrií vyžaduje odvod kouře propracovaný návrh proudění, překážek a vstupních a výstupních bodů.

Baterie elektromobilů jsou navrženy tak, aby odolávaly vnějším vlivům, včetně vniknutí vody. Z tohoto důvodu nejsou vodní hasicí systémy obvykle schopny uhasit požár baterie. Navíc hašení plamenů baterie v případě tepelného úniku vytváří riziko hromadění výbušných plynů.

Vodní hasicí systémy mohou snížit uvolňování tepla z požáru, ale produkce kouře pokračuje. Zejména v případě nízké výšky stropu v parkovacích garážích v poměru k podlahové ploše dochází při ochlazení kouře k ukončení stratifikace, což výrazně snižuje podmínky udržitelnosti a viditelnost. Vzhledem k tomu, že požáry baterií jsou obtížně kontrolovatelné, je požadované množství vody mnohem vyšší než u požárů automobilů se spalovacím motorem, což vyžaduje speciální sprinklerové systémy a odpovídající přívod vody a odvod velkého množství potenciálně znečištěné vody.

PROMATECT®

Ventilační potrubí a potrubí
pro odvod tepla a kouře

Řešení požární ochrany

Společnost Promat nabízí systémy potrubí pro odvod kouře a tepla, které jsou plně testovány v souladu s normou EN 1366-8 a jsou vyrobeny z desek z křemičitanu vápenatého, jako jsou **PROMATECT®-L500**. Tyto desky jsou odolné vůči vysokým teplotám při požáru, aniž by došlo ke ztrátě integrity nebo velkým deformacím, jaké se obvykle vyskytují u ocelových potrubí.

V závislosti na složitosti dispozice a překážkách bránících proudění kouře, lze odvod kouře podpořit pomocí kouřových zábran, které zabrání šíření kouře a soustředí jej kolem sání odvodního potrubí.

Vertikální odvod kouře směrem k odsávacímu ventilátoru a ven z parkovacího domu lze také řešit jako systém potrubí pro odvod kouře a tepla Promat, který je testovaný vertikálně v souladu s normou EN 1366-8.

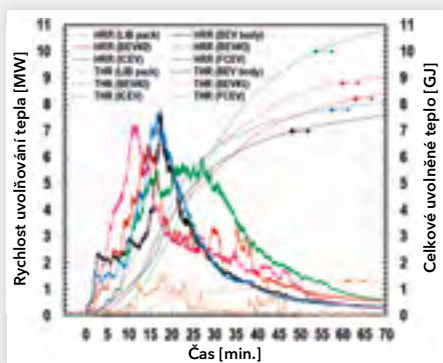
Výhody

- Plně požárně testovaná řešení prvků systému odvodu kouře a tepla, ověřená v praxi
- Software BIM pro efektivní návrh prvků systému pro odvod kouře a tepla systémů Promat

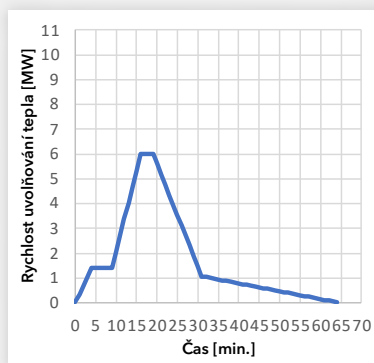
Některé předpisy poskytují pokyny pro vstupní údaje pro CFD modelování na podporu návrhu systémů pro kontrolu kouře. Jednou ze sad předpisů, která se používá v různých zemích, je belgická norma NBN S 21-208-2 (2014)⁴. Tato norma poskytuje pokyny pro křivky uvolňování tepla při požárech jednoho a dvou vozů.

Ačkoli byly publikovány různé požární experimenty s automobily, v mnoha případech jsou informace o automobilech omezené. Některé velmi dobře zdokumentované experimenty s moderními automobily uvádí S. Kang et.al.⁵

Porovnáním výsledků testů s pokyny pro požár jednoho vozidla v belgické konstrukční normě, jak je uvedeno v tabulce níže, je zřejmé, že požáry jak ve vozidlech se spalovacím motorem, tak v elektrických vozidlech moderní konstrukce překračují konstrukční doporučení pro hořící jedno vozidlo, a to jak z hlediska špičkové rychlosti uvolňování tepla, tak z hlediska celkového uvolňování tepla. Z tohoto důvodu dnes inženýři často předpokládají přísnější křivky uvolňování tepla, například se špičkovou rychlostí uvolňování tepla 8 MW a rychlejšími počátečními rychlostmi nárůstu.



Míra uvolňování tepla z testů v reálném měřítku⁵ na vozidlech s lithiovými bateriemi (BEV#2, BEV#3), vozidle se spalovacím motorem (ICEV) a vozidlo s palivovým článkem (FCEV)



Míra uvolňování tepla při požáru jednoho vozidla v souladu s belgickými předpisy⁴ pro odvod kouře z uzavřených parkovacích garáží

	MAXIMÁLNÍ MÍRA UVOLŇOVÁNÍ TEPLA [MW]	CELKOVÉ UVOLŇOVÁNÍ TEPLA [GJ]
NBN S 21-208-2 (jedno auto)	6.00	6.84
Výsledek testu BEV#2	6.51	8.45
Výsledek testu BEV#3	7.25	9.03
Výsledek testu ICEV	7.66	8.08
Výsledek testu FCEV	5.99	10.82

⁴ NBN S 21-208-2 (2014) Požární ochrana budov – Návrh systémů odvodu kouře a tepla z uzavřených parkovacích struktur

⁵ Kang, M. Kwon, J.Y. Choi, S. Choi, Požární zkoušky elektromobilů v reálném měřítku, Applied Energy Vol. 332 (2023), 120497

Promat

Nikdy neslevuje z bezpečnosti



Zabezpečit parkovací dům
Ochránit lidi

**PRESERVE
& PROTECT**