

Increasing the Safety of Fire Lifts

Zvyšovanie bezpečnosti požiarnych výťahov

Marianna Tomašková^{1,*}, Michaela Balážiková¹, Ľubomír Ambriško²

¹ Technical University of Košice, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Safety and Quality of Production, Letná 9, 042 00 Košice; marianna.tomaskova@tuke.sk; michaela.balazikova@tuke.sk

² FBERG TUKE Institute of Logistic and Transport, Transport Logistic Department, Park Komenského 147, 043 84 Košice
lubomir.ambrisko@tuke.sk

* Corresponding author: marianna.tomaskova@tuke.sk

Original scientific paper

Received: June 26, 2019; Accepted: July 03, 2019; Published: July 31, 2019

Abstract

The fire lift is intended for the transport of persons or persons and goods and their evacuation. Its operation must be maintained for as long as required by the hazard. An evacuation lift must be provided in the premises in accordance with the requirements of the building fire safety provisions. Incorporating fire elevators as part of smart buildings has a positive impact on safety levels. Lifts are among the active intelligence of these buildings. Flame retardation standards and test methods used for conveyor belts are becoming more stringent. WAZAU is used to determine and evaluate the flammability of conveyor belts and allows tests to be carried out on the basis of the international standard STN EN ISO 13688: 2013-11.

Keywords: fire lifts; risk; fire; testing

1 Introduction

In the Slovak Republic at present there are lifts which are more than 25 years of age and lifts that are even older than 30. For more than 98 % of these lifts the expected service life is about 31 years if the lift was in normal operation and during that time underwent two medium and one general repair. Apartment owners are very often not aware that in case of an accident they are held fully liable for its consequences. A lift is considered to be safe if its structure doesn't pose such safety hazards that can cause dangerous situations. A firefighting lift in comparison with a normal lift must be operated until it is necessary if there is a fire in the building. The lift may be used as a passenger lift when there is no fire.

1 Úvod

V Slovenskej republike sú v súčasnosti výťahy, ktorých vek je viac ako 25 rokov a ďalšie, ktorých vek je dokonca viac ako 30 rokov. U viac ako 98 % týchto výťahov sa predpokladala životnosť výťahu cca 31 rokov, ak výťah bol v bežnej prevádzke a boli na ňom vykonané počas jeho životnosti dve stredné a jedna generálna oprava. Vlastníci bytov si mnohokrát ani neuvedomujú, že v prípade nehody nesú plnú zodpovednosť za následky nehody. Výťah je považovaný za bezpečný vtedy, pokiaľ jeho konštrukcia neobsahuje také prevádzkové riziká, ktoré môžu vyvolať nebezpečné situácie. Požiarny výťah musí byť na rozdiel od normálneho výťahu určený na prevádzku dovtedy, kým je to potrebné, ak je požiar niekde v budove. Keď v budove nie je požiar, výťah sa môže používať ako osobný.

Inclusion of firefighting lifts as part of intelligent buildings has positive impact on the level of safety. Lifts constitute a part of active intelligence of these buildings. The issue of the safety of intelligent buildings encompasses the use of firefighting lifts with the information on their operational status included in the comprehensive control systems so that the relevant data are available in the central control unit of the building. Fires pose serious dangers in buildings. [13] At the end of the article, the methodology of testing conveyor belts within the laboratory experimental investigation of flammability is presented, from the preparation of test samples to the evaluation of the results of experiments.

Začlenenie požiarnych výťahov ako súčasti inteligentných budov, má pozitívny dopad na úroveň bezpečnosti. Výťahy patria medzi aktívnu inteligenciu týchto budov. Problematika bezpečnosti inteligentných budov predpokladá používanie požiarnych výťahov, pričom informácie o ich prevádzkovom stave sú začlenené do komplexných riadiacich systémov, tak že v centrálnom riadiacom centre budovy sú k dispozícii relevantné údaje. Požiare patria k výrazným rizikám v budovách. [13]. V závere článku je uvedená metodika testovania dopravných pásov v rámci realizovaného laboratórneho experimentálneho výskumu zápalnosti a to od prípravy testovacích vzoriek až po zhodnotenie výsledkov experimentov.

Tab. 1 Overview of serious hazards and dangerous situations – space in firefighting lifts [13]

Tab. 1 Prehľad závažných nebezpečenstiev a nebezpečných situácií – prostredie požiarnych výťahov [13]

Oheň /teplo/horúce plyny sa môžu šíriť do šachty / priestoru pre strojové zariadenia
Fire/Heat/Hot gasses may spread into the shaft/machinery area
Nechránené, alebo zatarasené výťahové zariadenia
Unprotected or obstructed lifts
Výťah nie je použiteľný dostatočne dlho pre hasičov
The lift is not usable long enough for firefighters
Hasiči majú oneskorenie dlhšie ako 2 min.
Firefighters have more than 2 minutes of delay
Natekanie vody do šachty
Ingress of water into the lift shaft
Uväznenie v požiarnej predsieni pre poruchu výťahu
Trapping in the firefighting lobby due to the lift breakdown
Nebezpečné prostredie pre hasičov/osoby čakajúce na vyslobodenie
Dangerous environment for firefighters/persons waiting to be rescued
Zrútenie konštrukcie budovy skôr, ako hasiči skončili vyslobodzovanie výťahom
Collapse of the building structure before rescue operation using a lift is over
Nedostatok, alebo nesprávne umiestnené požiarne výťahy na dopravu hasičov v budove
Insufficient or wrongly located firefighting lifts for transportation of firefighters in the building

Tab. 2 Serious hazards and situations - a firefighting lift [13]

Tab. 2 Závažné nebezpečenstvá a nebezpečné situácie- požiarny výťah [13]

Závažné nebezpečenstvá a situácie pre požiarny výťah
Serious hazards and situations for a firefighting lift
Riziko uväznenia
Risk of being trapped
Oneskorenie hasičov dlhšie ako 2 minúty
Firefighters are more than 2 minutes late
Porucha, alebo chyba rozvádzača
Breakdown or defect in the switchboard
Ľudská chyba, alebo správanie
Human error or behaviour
Porucha napájania z elektrickej siete
Power supply fault

2 Specification of selected safety requirements or protective measures for a firefighting lift

2.1 Requirements on the environment/building

Lifts can be used for the purpose and environment they are designed and must be maintained in a good state of repair. A firefighting lift is installed in the shaft with firefighting lobbies in front of every shaft door of the lift. The area of each firefighting lobby is given by the requirements for the transportation of stretchers and the location of the doors in every single case. If there is another lift in the same shaft, then the shaft as a whole must meet the fire resistance requirements for firefighting lifts shafts.

This level of fire resistance must also be applied to the door of the firefighting lobby and the machine room. [14]

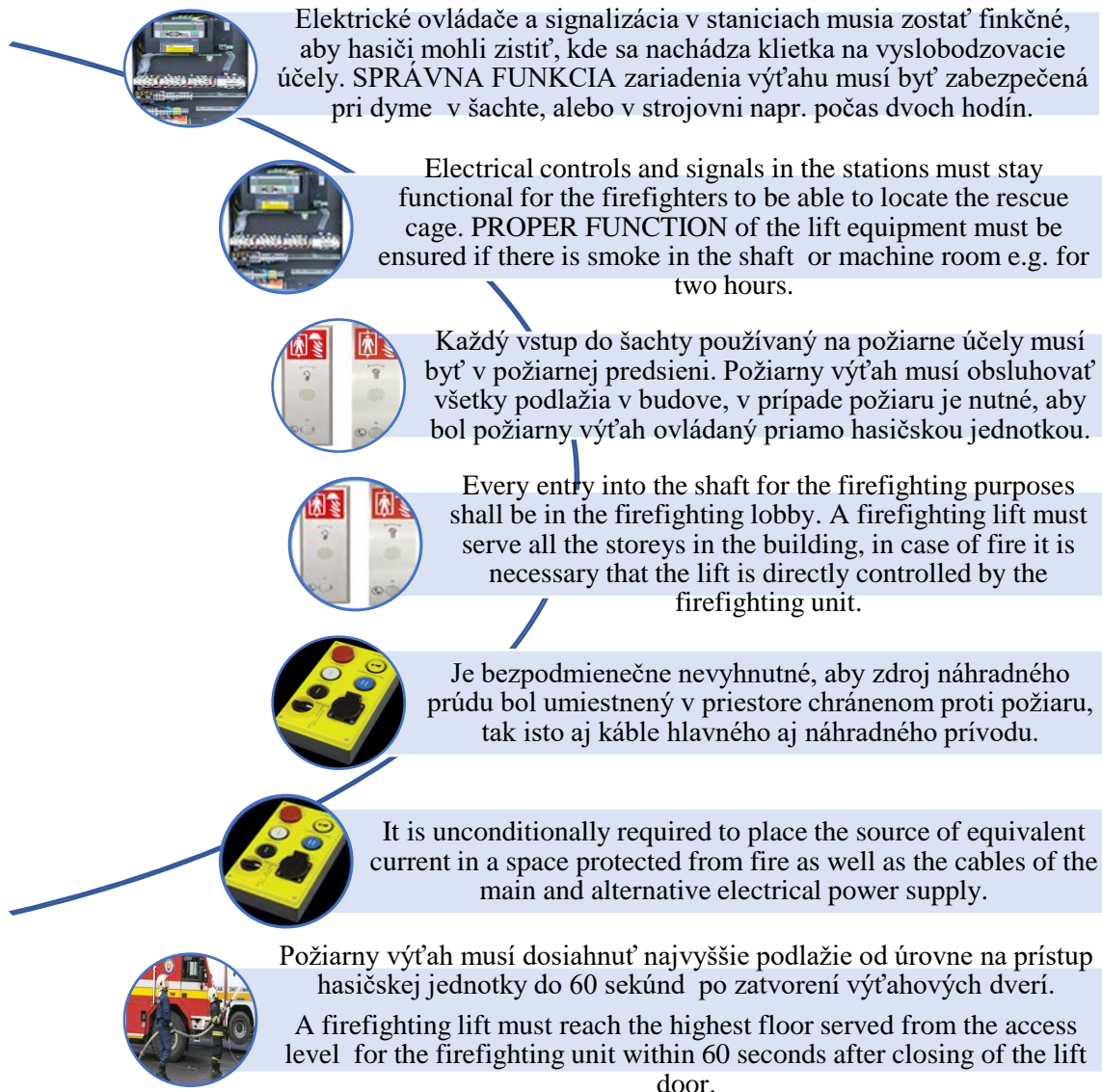
A lift must be designed in such a way as to ensure proper functioning under the following conditions: [14]

Výťah musí byť navrhnutý tak, aby správne fungoval za týchto podmienok: [14]

2 Špecifikácia vybraných bezpečnostných požiadaviek, alebo ochranných opatrení pre požiarny výťah

2.1 Požiadavky na prostredie/budovu

Výťahy sa môžu používať len pre účel a prostredie, pre ktoré boli konštruované a musia byť udržiavané v dobrom prevádzkovom stave. Požiarny výťah sa umiestňuje v šachte s požiarnymi predsienami pred každými šachtovými dverami výťahu. Priestor každej požiarnej predsiene je daný požiadavkami na dopravu nosidiel a umiestnením dverí v každom jednotlivom prípade. Ak je iný výťah v tej istej šachte, potom celá spoločná šachta musí spĺňať požiadavky na požiarnu odolnosť šacht požiarnych výťahov. Tento stupeň požiarnej odolnosti sa musí uplatniť aj na dvere požiarnej predsiene a strojovňu. [14]


Fig. 1 Conditions for the lift operation [14]

Obr. 1 Podmienky fungovania výťahu [14]

2.2 Protection of electrical equipment against water

Electrical equipment in the shaft of firefighting lifts and on the cage installed up to 1 m far from the wall, on which the shaft door is positioned, must be protected against dripping water by covering it in accordance with the applicable standard. Equipment in the machinery area outside the shaft and in the well must be protected against faulty functioning caused by water. [14]

2.2 Ochrana elektrického zariadenia proti vode

Elektrické zariadenia v šachte požiarneho výťahu a na kľetke umiestnené do 1 m od steny, na ktorej sú šachtové dvere, musia byť chránené pred kvapkajúcou vodou, alebo musia byť chránené krytmi skrytím podľa príslušnej normy. Zariadenie v priestore strojového zariadenia mimo šachty a v priehlbni musí byť chránené pred chybnou funkciou spôsobenou vodou. [13]

2.3 Rescue of firefighters

Rescue of firefighters trapped in a lift cage is mentioned in [13].

2.3 Vyslobodzovanie hasičov

Vyslobodzovanie hasičov uväznených v kletke výťahu je uvedené v [13].



V streche kletky musí byť umiestnený núdzový poklop s minimálnymi rozmermi 0,5m x 0,7 m s výnimkou výťahu s nosnosťou 630kg, kde núdzový poklop môže byť minimálne 0,4m x 0,5m.



In the ceiling of the cage there must be an escape hatch of minimum dimensions 0,5m x 0,7 m except a lift with load capacity 630kg, where the escape hatch may be minimum 0,4m x 0,5m.



Pri vyslobodzovaní z priestoru mimo kletky sa môžu použiť tieto prostriedky vyslobodzovania: pevné rebríky, prenosné rebríky, lanové rebríky, systémy bezpečnostného lana.



When rescuing from a space outside the cage the following rescue devices can be used: fixed ladders, portable ladders, rope ladders, rope safety systems.



Pri vyslobodzovaní z vnútra kletky bez cudzej pomoci, ak sa použijú rebríky, musia zodpovedať EN 131 a musia byť umiestnené tak, aby sa mohli bezpečne rozmiestniť. Vzájomná poloha rebríka s veľkosťou a umiestnením poklopu musí umožniť hasičom ich použitie.



When rescuing from the inside of the cage without help from others, the ladders, if used, need to comply with EN 131 and must be located so that they can be safely positioned. The mutual position of the ladder and the size and location of the hatch must enable firefighters to use them.

Fig. 2 Rescue of firefighters from the lift [14]
Obr. 2 Vyslobodzovanie hasičov z výťahu [14]

2.4 Control systems

To ensure there is no significant delay in using the lift by firefighters, it must be equipped with a sound alert which provides a notification signal if the real time of the opened door is longer than 2 minutes. The acoustic signal stops once the door is shut completely. The sound level of the acoustic warning signal is in the range 35 dB (A) - 65dB (A). A firefighting operation has two phases: [14]

2.4 Riadiace systémy

Kvôli zabezpečeniu, že nedôjde k výraznému oneskoreniu v ovládaní výťahu hasičmi, výťah musí byť vybavený akustickým signálom, ktorý signalizuje, ak skutočný čas otvorených dverí je dlhší ako 2 min. Akustický signál prestane znieť, až keď sú dvere úplne zatvorené. Hladina zvuku akustického varovného signálu je v rozsahu 35 dB (A) až 65dB (A). Zásah hasičskej jednotky má dve fázy: [14]

FÁZA 1 Prednosť privolania požiarneho výťahu

PHASE 1 Priority call for a firefighting lift

- Fáza sa začína ručným spôsobom, alebo samočinne.
- The phase begins manually or automatically.
- Ovládač na otváranie dverí a núdzový ovládač ALARM musia zostať funkčné.
- The door opening control button and the emergency control button ALARM must stay functional.
- Reverzačné zariadenie ťažkých a kľetkových dverí pož. výťahu, ktorého funkcia by mohla byť ovplyvnená dymom, alebo teplom, nesmie brániť zatvoreniu dverí.
- The reversal system of the shaft and cage doors of the firefighting lift, whose function could be affected by smoke or heat, must not interfere with the door closing.
- Komunikačný systém pre požiarne zásahy musí zostať funkčný.
- Communication system for the firefighting operation must stay functional.
- Požiarne výťahy idúce smerom od prístupovej úrovne pre hasičskú jednotku, musia vykonať normálne zastavenie v najbližšej možnej stanícii bez otvorenia dverí sa musia vrátiť na prístupovú úroveň pre hasičskú jednotku.

FÁZA 2 Používanie výťahu s ovládaním pre hasičov

PHASE 2 Use of a lift with control by firefighters

Ak požiarne výťah stojí v prístupovej úrovni pre hasičskú jednotku s otvorenými dverami, ovládanie je možné len kľetkovými ovládačmi určenými pre hasičov a musí byť zabezpečené:

- If a firefighting lift is at the access level for the firefighting unit with open doors, it can be operated only by using cage control buttons designated for firefighters and the following must be provided:
- Požiarne výťah nesmie byť v prevádzke, kým nebol zapnutý spínač požiarneho výťahu.
- A firefighting lift must not operate until a fire-service key switch is on.
- Požiadavka na jazdu musí vyvolať jazdu kľetky do požadovaného podlažia a zastaviť na zvolenom podlaží so zatvorenými dverami. reverzačné zariadenie kľetkových dverí musí a ovládač na otváranie dverí musia zostať funkčné.
- By pressing the call button, the lift cage must ride to the required storey and stop at the selected floor with the doors closed. The reversal mechanism of the cage door and the door opening button must stay functional.
- Komunikačný systém na požiarne zásahy musí zostať počas fázy dva funkčný. Ďalšie požiadavky sú uvedené v norme.

Fig. 3 Control systems of the lift [14]

Obr. 3 Riadiace systémy výťahu [14]

2.5 Lift modernisation

Similarly, as it is for cars, lift maintenance and servicing are essential to ensure that they are kept working properly. Even the smallest component part could cause failure of the lift if not replaced in time.

2.5 Modernizácia výťahov

Rovnako, ako napríklad pri automobiloch, aj pri výťahoch je potrebné vymeniť niektoré súčiastky za nové. Aj tá najmenšia súčiastka môže spôsobiť vyradenie zariadenia z prevádzky, ak sa nevymení včas.

Why modernise a lift?

Prečo modernizovať výťah:

Zvýšenie bezpečnosti prevádzky aj údržby výťahu
Improvement of the safety of lift operation and its maintenance
Odstránenie bezpečnostných rizík
Elimination of safety hazards
Zvýšenie spoľahlivosti prevádzky
Improvement of operation reliability
Úspora finančných nákladov na údržbu zariadení
Reduction of maintenance costs
Zníženie energetickej náročnosti.
Lowering energy costs
Minimalizácia poruchovosti.
Keeping breakdowns to a minimum
Zvýšenie pohodlia cestujúcich.
Improvement of passengers' comfort
Zvýšenie estetickéj úrovne zariadení.
Improvement of the esthetical appearance of lifts

Fig. 4 Reasons for lift modernisation [11]

Obr. 4 Dôvody modernizácie výťahu [11]

One of the lift parts that is modernised are steel ropes replaced by polyurethane belts. Flat polyurethane belts have triple durability compared to classical steel ropes and require no lubrication. In the OTIS Company, they use a gearless machine with permanent magnet which is 50 % smaller and up to 75% more economical than classical machines. [11]

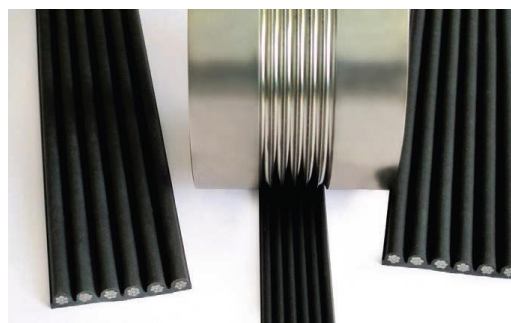
The lift manufacturer MSV Liberec Company relies on composite flat ropes Polyrope of Continental ContiTech. For over 100 years, steel ropes were considered indispensable as suspension means for lifts. [12]

Jednou z častí výťahu, ktorá sa modernizuje je náhrada oceľových lán vo výťahoch polyuretánovými pásmi. Ploché polyuretánové pásy majú trojnásobnú životnosť oproti klasickým oceľovým lanám a nevyžadujú mazanie. Vo firme OTIS je bezprevodový stroj s permanentným magnetom o 50 % menší a až o 75% úspornejší ako klasické stroje. [11]

Výrobca výťahov firma MSV Liberec spolieha na kompozitné ploché pásy Polyrope od firmy Continental ContiTech. Viac než 100 rokov si nebolo možné predstaviť nahradenie oceľových lán ako závesného prostriedku u výťahov. [12]



(a)



(b)

Fig. 5 (a) Flat belts for suspension of the lift cage, (b) Horizontal adjustment of steel ropes which gives them flat shape [12]

Obr. 5 (a) Ploché pásy určené k zaveseniu výtahovej kľetky, (b) Vodorovné usporiadanie oceľových lán dáva remeňom plochý tvar [12]

3 Testing of conveyor belts flammability

Replacement of the classical steel ropes by flat polyurethane belts results in minimizing noise caused by the contact of steel parts. A silent gearless machine placed on rubber dampers along with the suitable design of the lift shaft walls reduces vibrations transmitted to the building as well as the noise level in the adjacent rooms to a minimum. [6].

An example of flammability is the testing of conveyor belts. In the publication, Pulbere presents the results of laboratory tests of the resistance of the conveyor belts to fire, which he carried out in accordance with the fire safety standards used in the world [7].

Rowland reviewed four different types of fire suppression systems, four different types of suppression systems such as water sprayers, sprayed water sprays, and two different dry suppression systems.

Each fire protection system was tested at air speeds of 500-550 feet per minute (fpm) and 1350-1500 fpm. Tests were performed with a fire-resistant conveyor belt. Large-scale testing has shown that air velocity has in fact a significant impact on the detection, activation and suppression of the fire suppression system. The overall design of the fire protection system can affect the performance of each system [1].

3 Testovanie zápalnosti dopravných pásov

Nahradením klasických oceľových lán plochými polyuretánovými pásmi je minimalizovaný hluk spôsobený dotykom kovových častí. Spolu s vhodným prevedením, stien výtahovej šachty obmedzuje tichý bezprevodový stroj vsadený na pryžových tlmivoch vibrácie prenášané do budovy a hladinu hluku v priľahlých miestnostiach na minimum. Výtahová šachta pri požiari funguje ako komín, zároveň môže dôjsť k výpadku elektrického prúdu a môže dôjsť k uväzneniu vo výťahu. [6].

Ako príklad zápalnosti uvádzame testovanie dopravných pásov. Autor Pulbere v publikácii prezentuje výsledky laboratórnych testov odolnosti dopravných pásov proti horeniu, ktoré vykonal v súlade s normami požiarnej bezpečnosti používanými vo svete [7].

Autor Rowland v publikácii hodnotil štyri rôzne typy systémov potlačenia požiaru, štyri rôzne typy potlačacích systémov ako vodné postrekovače, striekané vodné postreky a dva rôzne systémy na potlačenie požiaru.

Každý protipožiarne systém bol testovaný pri rýchlostiach vzduchu 500-550 stôp za minútu (fpm) a 1350-1500 fpm [1]. Testy boli vykonané s dopravným pásom odolným voči požiaru. Vo veľkom meradle testovanie ukázalo, že rýchlosť vzduchu má v skutočnosti významný vplyv na detekciu, aktiváciu a potlačenie schopnosti systému na potlačenie

3.1 WAZAU equipment

The WAZAU flammability measuring device is used to measure and test rubber. It is possible to test rubber-textile, steel-cord belts and lifts belts in this equipment. [9,10]. In Fig. 6, the WAZAU can be seen.

Test Procedure on WAZAU

Step 1 – Verify the air flow rate

Using the TESTO 425 fig. 7, which measures the air flow rate, an average value of 1,2 m / s was measured, which complies with STN EN ISO 13688:2013-11. [15]

požiaru. Celkový dizajn protipožiarneho systému môže mať vplyv na výkon každého systému [1].

3.1 Zariadenie WAZAU

Zariadenie WAZAU na meranie zápalnosti, slúži na meranie a testovanie gummy. V tomto zariadení je možné testovať gumotextilné, oceľovokordové pásy aj pásy pre výťahy. [9,10] Na obrázku č. 6 je možné vidieť zariadenie WAZAU.

Postup skúšky na zariadení WAZAU

Krok 1 – overenie rýchlosti prúdu vzduchu

Pomocou anemometra typu TESTO 425 obr. 7, ktorý slúži na meranie rýchlosti prúdenia vzduchu bola nameraná priemerná hodnota 1,2 m/s, čo vyhovuje norme STN EN ISO 13688:2013-11. [15]



Fig. 6 Device WAZAU [9]
Obr. 6 Zariadenie WAZAU [9]



Fig. 7 Anemometer [9]
Obr. 7 Anemometer [9]

Step 2 – Burner ignition

- opening the gas supply to the propane bomb. According to STN EN ISO 13688:2013-11, the overall level must be between 150 and 180 mm, with an inner jacket length of 50 mm. Therefore, it is necessary to finish with the overall height and length of the interior space 0.

Step 2a – gas detector control

- based on the STANDARD GD-3000 gas detector, a check has been made to ensure that propane leaks from the propane bomb in terms of safety.

Step 2b – Measure the temperature using a digital thermometer

- on the basis of the temperature measuring device, by means of a thermocouple placed in the hottest part of the flame (that is, directly above the inner flame cone, and check that the temperature is $1000\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ [15]. The average measured temperature was $1002\text{ }^{\circ}\text{C}$. Figure 8 shows a thermometer and a gas detector.

Krok 2 – zapálenie horáka

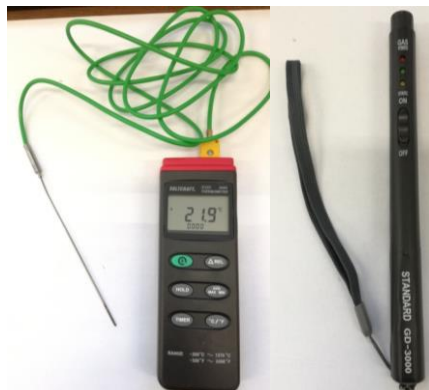
- otvorenie prívodu plynu propánovej bomby. Podľa normy STN EN ISO 13688:2013-11 je potrebné nastaviť prietok plynu tak, aby sa dosiahla celková výška plameňa od 150 do 180 mm, s dĺžkou vnútorného plameňa 50 mm. Preto je potrebné pred skúškou skontrolovať celkovú výšku a dĺžku vnútorného plameňa 0.

Krok 2a – kontrola detektorom plynu

- na základe detektora plynu typu STANDARD GD-3000 bola urobená kontrola, či neuniká propán z propánovej bomby z hľadiska bezpečnosti.

Krok 2b – meranie teploty pomocou digitálneho termometra

- na základe zariadenia na meranie teploty sa pomocou termočlánku, ktorý sa umiestni do najhorúcejšej časti plameňa (to znamená priamo nad vnútorný kužeľ plameňa a skontroluje sa, či je teplota $1000^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ [15]. Priemerná nameraná teplota bola $1002\text{ }^{\circ}\text{C}$. Obr. 8 zobrazuje teplomer a detektor plynu.

**Obr. 8** Termometer a detektor plynu [9]**Fig. 8** Thermometer and gas detector [9]**Step 3 – Clamp the sample into the holder****Krok 3 – upnutie vzorky do držiaka****Obr. 9** Clamped specimen holder [9]**Fig. 9** Upnutie vzorky do držiaka [9]

Step 3a – Clamping the sample into the chamber**Krok 3a – upnutie vzorky do komory****Fig. 10** Clamped specimen in chamber [author]**Obr. 10** Upnutá vzorka do komory [autor]**Step 4 – Tilt the burner to a given test sample****Krok 4 – sklopenie horáka na danú skúšobnú vzorku**

The burner shall be placed at an angle of 45° immediately below the center vertical axis in the median plane of the test specimen Fig.11 with the burner top edge 50 mm below the lower edge of the test specimen [9,15].

Horák sa umiestni pod uhlom 45° bezprostredne pod stredovú vertikálnu os v strednej rovine skúšobného telesa (viď obr.11), s vrchným okrajom horáka 50 mm pod spodným okrajom skúšobného telesa 0.

**Fig. 11** Burner Down [9]**Obr. 11** Sklopenie horáka [9]**Step 5 – Burner removal****Krok 5 – odtiahnutie horáka**

After 45 seconds, the burner is removed from the test apparatus without extinguishing (Figure 12). The burner should be kept protected from the air stream. Any burning of the test specimen and the time of any incineration should be immediately noticed and the additional burning time and additional heater time recorded [15].

Po 45 sekúnd sa bez zhasnutia horák odstráni od skúšobného zariadenia (obr. 12). Horák je potrebné držať chránený pred prúdom vzduchu. Okamžite si treba všimnúť akékoľvek spaľovanie skúšobného telesa a čas akékoľvek spaľovania a zaznamenať čas dodatočného horenia a čas dodatočného žeravenia 0.



Fig. 12 Burner Removal [9]
Obr. 12 Odstránenie horáka [9]

Step 6 – Turn on the airflow device

Within $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$ after burner removal, an air stream (Fig. 14) is applied at right angles to the sample face for 1 min. Any re-occurrence of the test sample fire and its duration should be noted and recorded [15]. Stopwatches are used to measure time throughout the test.

Krok 6 – zapnutie zariadenia na prúdenie vzduchu

V priebehu $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$ po odstránení horáka sa aplikuje prúd vzduchu (obr. 13) v pravom uhle k čelu vzorky počas 1 min. Je potrebné všimnúť si a zaznamenať akékoľvek opätovné objavenie sa horenia skúšobnej vzorky a čas jeho trvania [9]. Na meranie času v priebehu celej skúšky sa používajú stopky.



Obr. 13 Air Flow Device [9,15]
Fig. 13 Zariadenie na prúdenie vzduchu [9,15]

3.1 Evaluation of testing

When assessing the quality based on the test results, two types of conveyor belts were compared (Belt No.1 and Belt No.2) and, in view of their flammability, it was determined which conveyor belt is suitable for operation where there is a risk of fire. In the flammability tests, 3 trials were performed for lane 1 and 3 trials for lane 2. Each sample had dimensions of $300 \times 25\text{ cm}$. In addition, additional heating

3.1 Vyhodnotenie testovania

Pri hodnotení kvality na základe výsledkov skúšky, sa porovnávali 2 typy dopravných pásov (Pás č.1 a Pás č.2) a z hľadiska ich zápalnosti sa určí, ktorý dopravný pás je vhodný do prevádzky, kde hrozí nebezpečenstvo požiaru. Pri skúškach zápalnosti boli vykonané 3 pokusy pre pás č.1 a 3 pokusy pre pás č.2. Každá vzorka mala rozmery $300 \times 25\text{ cm}$. V jednotlivých pokusoch

and additional combustion were monitored in the individual measurement experiments. The sum of the combustion times of each test specimen after burner removal (additional heating) shall be less than 45 seconds and no value greater than 15 seconds. The individual results of the additional heating and the burning process after completion of the test are shown in Tab. 3 and tab. 4. [9]

merania sa sledovalo dodatočné žeravenie a dodatočné horenie. Súčet časov spaľovania každej skúšanej vzorky po odstránení horáka (dodatočné žeravenie) musí byť menšia ako 45 sekúnd a žiadna hodnota nesmie byť vyššia ako 15 sekúnd. Jednotlivé výsledky dodatočného žeravenia a procesu horenia po ukončení skúšky sú zobrazené v tab. 3 a tab. 4. [9]

Tab. 3 Additional heater samples [9]

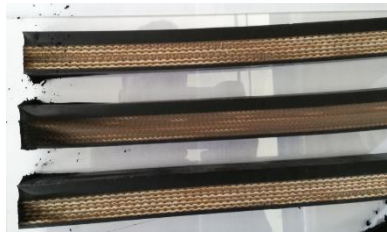
Tab. 3 Dodatočné žeravenie vzoriek [9]

Dopravný pás č.1, Conveyor Belt No.1		
	Dodatočné žeravenie vzoriek, Additional heater samples [s]	Dodatočné horenie Additional burning [s]
Vzorka F1 F1 sample	11.5	0
Vzorka F2 F2 sample	13.88	0
Vzorka F3 F3 sample	14.91	0
Súčet časov Sum of times	40.29	-

Tab. 4 Burning process of samples [9]

Tab. 4 Proces horenia vzoriek [9]

Dopravný pás č.2, Conveyor Belt No.2		
	Dodatočné horenie vzoriek Additional burning of samples [s]	Proces horenia Burning process [s]
Vzorka T1 T1 sample	0	180
Vzorka T2 T2 sample	0	180
Vzorka T3 T3 sample	0	180

**Fig. 14** Pás č.1, Skúšobné vzorky po skúške [9]**Fig. 14** Belt No.1, Test samples after test [9]**Fig. 15** Belt No.2, Test samples after test [9]**Fig. 15** Pás č.2, Skúšobné vzorky po skúške [9]

It should be emphasized that conveyor belts used to drive lifts are derived from conveyor belts known from belt conveyors. Their inner structure is identical with respect to the rubber-textile or rope-belt structure used in both cases of the pulling means.

The author [7] reviewed the flammability characteristics of rubber materials that are common to vehicle tires, conveyor belts and electrical cable insulation.

Standard flammability tests were used to measure the critical ignition flow, critical ignition temperature, and heat release rate that are common to tire materials and conveyor belt covers. Critical ignition flow and vertical flame distribution data for rubber-based electrical insulation were determined using a modified ASTM E-162 radiant panel radiant panel.

The results confirm that the rate of heat release from the rubber materials is directly proportional to the intensity of the exposure flow.

Je potrebné zdôrazniť, že dopravné pásy používané na pohon výtahov sú odvodené od dopravných pásov, známych z pásových dopravníkov.

Ich vnútorná štruktúra je identická vzhľadom na používanú gumo-textilnú, alebo lano-pásovú konštrukciu v oboch prípadoch ťažného prostriedku.

Autor [7] sa v publikácii zaoberal charakteristikami horľavosti gumových materiálov, ktoré sú bežné pre pneumatiky vozidiel, dopravné pásy a izoláciu elektrických káblov.

Štandardné testy horľavosti sa použili na meranie kritického toku vznietenia, kritickej teploty vznietenia a rýchlosti uvoľňovania tepla, ktoré sú spoločné pre materiály pneumatík a kryty dopravných pásov. Údaje o kritickom toku zapalovania a vertikálnom rozložení plameňa pre elektrické izolácie na báze gummy boli stanovené s použitím sálavého panelu z modifikovaného zariadenia ASTM E-162 na šírenie plameňom.

Výsledky potvrdzujú, že rýchlosť uvoľňovania tepla z gumových materiálov je priamo úmerná intenzite toku expozície.

Tab. 5 Summary of the data obtained during ignition tests. The time to ignition and the surface temperature at the time of ignition are shown in order of decreasing radiation intensity for different tests. The time to ignition and the corresponding surface temperature are also included in this table for the 60 kW / m² HRR test. [7]

Tab. 5 Sumarizácia údajov získaných počas testov zapálenia. Čas do zapálenia a teplota povrchu v čase zapálenia sú uvedené v poradí klesajúcej intenzity žiarenia pre rôzne testy. Čas do zapálenia a zodpovedajúca povrchová teplota sú tiež zahrnuté v tejto tabuľke pre skúšku rýchlosti uvoľňovania tepla HRR 60 kW / m². [7]

	Spôsob vznietenia [3] Method of Ignition		
	Expozičný tok Exposure flow (kW/m ²)	Čas do zapálenia Time to light (s)	Teplota zapálenia Ignition temperature (°C)
Vzorka 1 Sample no.1	60	75	670
Vzorka 2 Sample no.2	40	154	600
Vzorka 3 Sample no.3	30	763	611
Vzorka 4 Sample no.4	25	947	643
Vzorka 5 Sample no.5	20	340	407

Standard flammability testing procedures have been used to measure the critical flux for ignition, critical ignition temperature, and heat release rate (HRR) of rubber compounds that are common to conveyor belt materials. Tab. 5, tests were carried out to measure the rate of heat release of the samples. The results confirm that the heat release area of the rubber materials is directly proportional to the intensity of the exposure flow. The critical exposure flow for firing various rubber-based materials is about 20 kW / m² to 30 kW / m² and the critical ignition temperature was independent of the exposure intensity at 400 °C and 600 °C. [7]

4 Conclusion

The first part of the article focuses on specifying the selected safety requirements or protective measures for a fire elevator. Fig. 1 describes the conditions for proper operation of the elevator, as well as a description of the elevator control systems. Currently, there is an effort to focus on the modernization of lifts, as even the smallest component can cause the equipment to be decommissioned if it is not replaced in time. One of the elevator parts that it is being upgraded to replace steel ropes in elevators with polyurethane belts. Flat

Štandardné postupy testovania horľavosti sa použili na meranie kritického toku pre vznietenie, kritickej teploty vznietenia a rýchlosti uvoľňovania tepla (HRR) kaučukových zmesí, ktoré sú spoločné pre materiály dopravníkových pásov. V tab. 5, boli uskutočnené skúšky na meranie rýchlosti uvoľňovania tepla vzoriek. Výsledky potvrdzujú, že oblasť uvoľňovania tepla z gumových materiálov je priamo úmerná intenzite expozičného toku. Kritický expozičný tok pre zapálenie rôznych materiálov na báze kaučuku je približne 20 kW / m² až 30 kW / m² a kritická teplota zapálenia bola nezávislá od intenzity expozície pri 400 °C a 600 °C. [7]

4 Záver

Prvá časť článku je zameraná na špecifikáciu vybraných bezpečnostných požiadaviek, alebo ochranných opatrení pre požiarny výťah. Obr.1 popisuje podmienky správneho fungovania výťahu, ďalej je popis radiacích systémov výťahu. V súčasnosti je snaha zameriavať sa na modernizáciu výťahov, pretože aj tá najmenšia súčiastka môže spôsobiť vyradenie zariadenia z prevádzky, ak sa nevymení včas. Jednou z častí výťahu, ktorá sa modernizuje je náhrada oceľových lán vo výťahoch polyuretánovými pásmi.

polyurethane belts are three times longer than conventional steel ropes and do not require lubrication. At the end of the article, the test of flammability of conveyor belts is tested. It should be emphasized that conveyor belts used to drive lifts are derived from conveyor belts known from belt conveyors. Their inner structure is identical with respect to the rubber-textile or rope-belt structure used in both cases of the pulling means.

Based on a detailed analysis of the conveyor belt phenomena, a mathematical model of the belt was developed [2]. Output data values based on a mathematical model may be useful in analyzing the risks associated with the use of conveyor belts, through the prediction of the main parameters they determine conveyor belt fire dynamics.

By measuring the amount of oxygen consumed in the process of burning the belts in a fire test room, the rate of heat release can be calculated. This parameter can be used to calculate the total heat released during a conveyor belt fire in a fire test facility. The dependence of the amount of heat released during the conveyor belt combustion in the fire test room is defined by [2,3].

In the literature [4], the theoretical basis for calculating the rate of heat release in conveyor belts burning is presented. By way of example, the measurement of oxygen, carbon dioxide and carbon monoxide content in conveyor belts products in their flammability testing, the possibility of using heat release calculations to assess flammability.

According to [5], laboratory fire tests were carried out. In both cases, the basic parameter that can be used to classify flammability and wrapping is the total amount of heat input to the sample rather than the length of burning or delay. The temperature and velocity of the ventilation air were experimentally and theoretically found to be critical factors in the test results.

Conveyor belts are at increased risk because they have the ability to spread fire, on the other hand, lift users, when using flat belts in elevators, have better traction properties, flat belts are lighter, more durable and more flexible than steel ropes, and pulley noise is reduced vibration during lift operation.

Ploché polyuretánové pásy majú trojnásobnú životnosť oproti klasickým oceľovým lanám a nevyžadujú mazanie. V závere článku je testovanie zápalnosti dopravných pásov. Je potrebné zdôrazniť, že dopravné pásy používané na pohon výťahov sú odvodené od dopravných pásov, známych z pásových dopravníkov. Ich vnútorná štruktúra je identická vzhľadom na používanú gumo-textilnú, alebo lano-pásovú konštrukciu v oboch prípadoch ťažného prostriedku.

Na základe podrobnej analýzy javov dopravného pásu, bol vyvinutý matematický model pásu.[2]. Hodnoty výstupných údajov určené na základe matematického modelu, môžu byť užitočné pri analýzach nebezpečenstiev súvisiacich s používaním dopravných pásov, prostredníctvom predpovedania hlavných parametrov, ktoré určujú dynamiku požiaru dopravných pásov.

Na základe merania množstva kyslíka spotrebovaného v procese spaľovania pásov v požiarnej skúšobni je možné vypočítať rýchlosť uvoľňovania tepla. Tento parameter sa môže použiť na výpočet celkového tepla uvoľneného počas požiaru dopravného pásu v požiarnej skúšobni. Závislosť množstva tepla uvoľneného v priebehu spaľovania dopravného pásu v požiarnej skúšobni definuje [2,3].

V literatúre [4] sú prezentované teoretické východiská pre výpočet rýchlosti uvoľňovania tepla pri horení dopravných pásov. Ako príklad je možné uviesť výsledky merania obsahu kyslíka, oxidu uhličitého a oxidu uhoľnatého vo výrobkoch spaľovania dopravných pásov pri skúšaní ich horľavosti, možnosť využitia výpočtov uvoľňovania tepla pri posudzovaní horľavosti.

Podľa [5] sa realizovali laboratórne požiarne testy. V oboch prípadoch je základným parametrom, ktorý sa môže použiť na klasifikáciu horľavosti a opásania, celkové množstvo tepelného príkonu do vzorky, a nie dĺžka horenia alebo oneskorenia. Teplota a rýchlosť vetracieho vzduchu boli experimentálne a teoreticky zistené ako kritické faktory vo výsledkoch skúšok.

Dopravné pásy predstavujú zvýšené riziko, pretože majú schopnosť šíriť oheň, na druhej strane prínosom pre užívateľov výťahov, pri použití plochých pásov vo výťahoch, sú lepšie trakčné vlastnosti, ploché pásy sú ľahšie, odolnejšie a ohybnejšie ako oceľové laná, je

Acknowledgments

VEGA 1/0121/18 Development of Methods of Implementation and Verification of Complex Security Solution in Smart Factory as Part of Industry 4.0

APVV 15-0351 Development of Risk Management Methods under Technology Systems in Accordance with Industry Strategy 4.0

znižená hlučnosť na kladkách a vibrácie pri prevádzke výťahu.

Pod'akovanie

VEGA 1/0121/18 Vývoj metód implementácie a verifikácie komplexného riešenia bezpečnosti v Smart Factory ako súčasť Stratégie Priemysel 4.0

APVV 15-0351 Vývoj metód riadenia rizík v podmienkach technologických systémov v súlade so Stratégiou Priemysel 4.0

References / Literatúra

- [1] Rowland, J. H., Verakis, H. et al.: Effect of Air Velocity On Conveyor Belt Fire Suppression Systems, Mine Safety And Health Administration, 2003.s. 31.
- [2] Wachowicz, J., Janoszek, T: Mathematical Model of Conveyor Belt Fire in Mine Galleries, Archives of Mining Sciences, Vol. 54 (2009), No 3, p. 507–530.
- [3] Lowndes I.S., Silvester S.A., Giddings D., Hassan A., Lester E. : The Computational Modelling of Flame Spread Along a Conveyor Belt. Fire Safety Journal, 42,2007, 51– 67.
- [4] Wachowicz, J.: Heat release rate in evaluation of conveyor belts in full-scale fire tests, Fire And Materials, Vol .21,253–257 (1997).
- [5] Mintz, K.J.: Evaluation of laboratory gallery fire tests of conveyor belting, Fire and Materials banner, ISSN:1099-1018, Volume 19, Issue 1, February 1995.
- [6] Nakagawa, Y, Komai, T., Kohno, M.: Flammability evaluation of clean room polymeric materials for the semiconductor industry.
- [7] Pulbere, A. M.: Laboratory Test Results FireSafety Conveyor Belts. Materiale Plastice, 2017. s. 281-285.
- [8] Alvares, N., Hasegawa, H. , Staggs, K. : Ignition, Heat Release Rate and Suppression of Elastomeric Materials, 2016.s. 1575 – 1593.
- [9] Dzhalovyan, A: Výber vhodného typu dopravných pásov z hľadiska ich zápalnosti, Diplomová práca, FBERG, ULaD, 2018.
- [10] Andrejiová, M., Grinčová, A. Marasová, D.: Failure analysis of the rubber-textile conveyor belts using classification models. In: Engineering Failure Analysis. č. 101 (2019), s. 407-417 – ISSN 1350-6307.
- [11] Výťahy Otis. 2019. (14 June 2019; <https://www.otis.com/sk/sk/>).
- [12] Tyma – řemeny, převody a dopravní pásy. 2019. (14 June 2019; <https://www.tyma.cz/o-firme/aktuality/vytahove-pasy-contitech-polyrope/>).
- [13] STN EN 81-72:2015-10 (27 4003) Safety rules for the construction and installation of lifts. Particular applications for passenger and goods passenger lifts. Part 72: Firefighters lifts.
- [14] STN EN 81-80:2004-06 (27 4003) Safety rules for the construction and installation of lifts. Existing lifts. Part 80: Rules for the improvement of safety of existing passenger and goods passenger lifts.
- [15] STN EN ISO 13688:2013-11. Požiadavky a skúšobná metóda. Requirements and test method.