

Příjemce:
MV-GR HZS ČR -Technický ústav požární ochrany
VŠCHT Praha, Fakulta chemicko-inženýrská
ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Poskytovatel: Česká republika - Ministerstvo vnitra

Projekt s názvem:

Zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče
s identifikačním kódem VI20162020021

Název předkládaného výsledku:

Studium bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče

Typ výsledku dle UV č. 837/2017	Evidenční číslo (příjemce)	Rok vzniku
D	581/21	2017
ISBN-ISSN	Webový odkaz na výsledek	Kde a kdy publikováno
ISSN 1803-1803 ISBN 978-80-7385-188-0	https://www.hzscr.cz/clanek/menu-vyzkum-a-vyvoj-vyzkumne-projekty.aspx	Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s., Ostrava, 2017

Anotace výsledku:

Bezpečnost zásahových žebříků pro hasiče je ověřována tzv. „nedestruktivní zkouškou průhybu“, která je definovaná normou ČSN EN 1147 „Přenosné žebříky pro hasiče“, přílohou A. Ukazuje se, že „uživatelská zkouška“ není z hlediska bezpečnosti zkouškou dostatečně průkaznou. Mezi nedostatky normy patří např. znevýhodnění pevnějších žebříků, zvýhodnění žebříků ze dřeva, či testování žebříků dle normy, které je nedostatečné pro odhalení předchozího tepelného namáhání. Vzhledem k možnému ohrožení zasahujících hasičů a jimi zachraňovaných osob se Technický ústav požární ochrany začal touto problematikou zabývat a od roku 2016 řeší ve spolupráci s ČVUT Praha a VŠCHT Praha projekt č. VI20162020021 „Zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče“. V rámci tohoto příspěvku bude prezentován průzkum bezpečnosti žebříku z pohledu hasičů, rozbor normy a návrh možných úprav normy, analytický rozbor složení žebříků pomocí optické emisní spektroskopie a rentgen fluorescenční spektroskopie a aktuální velkorozměrové zkoušky realizované v Technickém ústavu požární ochrany a cíle, kterých bychom chtěli řešením výzkumného projektu dosáhnout.

Řešitelský tým:

**Ing. Jan Karl, Ing. Václav Vystrčil, Ing. Romana Friedrichová, Ph.D.,
Ing. Ondřej Suchý, Ph.D., Lukáš Kotrc,
prof. Dr. Ing. Dalibor Vojtěch, Ing. Jiří Kubásek, Ph.D.,
Ing. Filip Průša, Ph.D., Ing. Klára Hosová,
Doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc., Ing. Karel Doubrava, Ph.D.**

SBORNÍK
příspěvků z mezinárodní konference
**Požární ochrana
2017**



OSTRAVA!!!

ISBN 978-80-7385-188-0
ISSN 1803-1803
Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.
www.spbi.cz, e-mail: spbi@spbi.cz
6. - 7. září 2017



**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství**

a

Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

ve spolupráci s

Českou asociací hasičských důstojníků, z.s.

a

**Ministerstvem vnitra-generálním ředitelstvím
Hasičského záchranného sboru ČR**

Požární ochrana 2017

Recenzované periodikum

**Sborník přednášek XXVI. ročníku mezinárodní konference
pod záštitou**

primátora města Ostravy

Ing. Tomáše Macury, MBA

a

**děkana Fakulty bezpečnostního inženýrství VŠB - TU Ostrava
prof. Ing. Pavla Poledňáka, PhD.**

a

generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR

genmjr. Ing. Drahozlava Ryby

a

Českého národního výboru CTIF





Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Lumírova 13
700 30 Ostrava-Výškovice
Česká republika
www.fbi.vsb.cz



Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.
17. listopadu 2172/15
708 33 Ostrava - Poruba
Česká republika
www.spbi.cz

Česká asociace hasičských důstojníků, z.s.
Výškovická 2995/40
700 30 Ostrava-Zábřeh
Česká republika
www.cahd.cz

Město Ostrava
Prokešovo náměstí 8
729 30 Ostrava
Česká republika
www.ostrava.cz



MV - Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR
Kloknerova 26
148 01 Praha 414
Česká republika
www.hzscr.cz

Český národní výbor CTIF
Kloknerova 26
148 01 Praha 414
Česká republika
www.hzscr.cz/ctif



© Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.
Nebyla provedena jazyková korektura
Za věcnou správnost jednotlivých příspěvků odpovídají autoři
Editor: doc. Dr. Ing. Michail Šenovský
ISBN 978-80-7385-188-0
ISSN 1803-1803

Obsah

The Analysis of the Threats and Accident Rate in the Selected Fire Servi in Poland

Bajdur M. Wioletta, Fresel Krzysztof, Ščurek Radomír





Nebezpečí výbuchu při dopravě obilných materiálů v potravinářském průmyslu Bilka Dan

Point Smoke Detectors Siting in the Presence of a Ceiling Irregularity in Form of “Honeycomb”

Blagojević Milan, Jevtić Radoje, Ristić Dejan

Chování polymerů při zahřívání za zvýšeného tlaku

Bursíková Petra, Friedrichová Romana

Rizika vzniku a kumulace hořlavých plynů při skládkování odpadů

Cáb Stanislav, Šeděnková Martina

Práškové hašení požárů a jeho současné paradigma: Vysokorychlostní irigátory

Cafourek Svatopluk, Ščerbak Viktor

Základné podmienky a fázy procesu horenia

Coneva Iveta

Ohrožení prvků kritické infrastruktury domino efekty závažných havárií

Čejka Zdeněk, Klaban Vladimír, Šebek Jaroslav

Legislativní východiska pro stanovení ohrožených prvků kritické infrastruktury domino efekty závažných havárií

Čihák Václav, Šebek Jaroslav

Spolupráca čerpadiel pri diaľkovej doprave vody

Dermek Milan, Monoši Mikuláš

Determination of Vulnerability Zones Due to Earthquake-Induced Gas I from Filling Stations

Djordjevic Amelija, Radosavljevic Jasmina, Vukadinovic Ana, Vasovic Dejan

Ternární trojúhelníkové výbuchové diagramy hořlavých látek a jejich praktická využitelnost

Dvořák Otto

Porovnání experimentální výstřikové charakteristiky vodních mlhových a matematického CFD modelu

Eliáš Martin, Pokorný Marek

Analysis of Sprinkling Intensity Distribution Given by the Fire Extinguisher

Gałąj Jerzy, Drzymala Tomasz, Madzio Szymon





Hodnotenie úrovne zabezpečenia ochrany pred požiarmi Trenčianskeho Gašpercová Stanislava, Makovická Osvaldová Linda, Kostelanský Tomáš



Threats to Functioning the Systems of Steering Fire Signaling in Poland by Modern it Technologies - Theoretical Aspect

Grubicka Joanna, Rogowski Krzysztof, Zaorski Maciej

Kampaň varující před „tichým zabijákem“

Hacsiková Vladimíra, Tulach Aleš

Havarijný únik CNG z osobních automobilů - scénáře a rizika

Hasalová Lucie, Jahoda Milan, Vystrčil Václav, Ira Jiří, Karl Jan, Suchý Ond

Aktuální evropské trendy v oblasti požárně bezpečnostních zařízení

Hošek Zdeněk



Bezpečnostní standardy na letních festivalech při ochraně měkkých cílů

Hrinko Martin, Klenová Mária

Funkčné nadstavby, jeden zo spôsobov zvýšenia efektívnosti dostupnej tu pri hasení lesných požiarov

Chromek Ivan, Hnilica Richard, Hnilicová Michaela, Messingrová Valéria

Zkušební metody pro hořlavé prachy

Chudoba Jan, Mokoš Ladislav, Polášková Miroslava

Schopnosti řešiče FDS modelovat hašení vodní mlhou

Jahoda Milan, Čmelíková Tereza



Pyrotechnická iniciace prachovzdušných směsí

Jankůj Vojtěch, Mynarz Miroslav, Lepík Petr

Analýza dynamiky bezpečné jízdy prvovýjezdového vozu k zásahu

Jánošík Ladislav, Jánošíková Ivana, Dvořák Ivo

Ekologická havária na Vodnom diele Liptovská Mara

Kapusniak Jaroslav, Repa Roman

Vývoj právní úpravy oblasti získávání informací pro krizové řízení

Karda Ladislav



Stanovení mezní experimentální bezpečné spáry za neatmosférických po

Karl Jan, Ševčík Libor, Suchý Ondřej



Alternativní postupy zjišťování a hodnocení reakce na oheň pro fasády
Kašová Kateřina, Pokorný Marek

Stanovenie sorpčnej kapacity textilných sorbentov pri odstraňovaní rop
Kobetičová Hana, Balog Karol, Godovčín Peter

Hodnotenie technických prostriedkov použiteľných pri závaloch a zásyp
Konárik Milan, Monoši Mikuláš



Šírenie požiaru rozvodmi núteného vetrania vo viacpodlažnom bytovom s vybranou drevenou rámovou nosnou konštrukciou
Kostelník Radovan, Olbřímek Juraj

Nový pohled na evidenci spotřebované vody u zásahů jednotek požární c v podmínkách České republiky
Kotouč David, Kročová Šárka

Řešení problematiky oprav v prostoru s výskytem výbušných plynů
Kričfaluši Ivan, Kvarčák Miloš

Povodně a jejich souvislost s požárním zabezpečením měst a obcí
Kročová Šárka



Total Solar Irradiance Monitoring in Terms of Protection Against Fires i
Krstić Dejan, Živanović Stanimir, Zigar Darko, Đorđević Vladan

Detail priestupu komínového systému cez horľavú strešnú a stropnú kor
Lacová Zuzana, Olbřímek Juraj

Řízení kontinuity činností
Lazarczyk Leander

Analýza použití kumulativních náloží pro destrukci staticky nestabilních
Lichorobiec Stanislav, Mynarz Miroslav, Lepík Petr



Případová studie lesního požáru v Portugalsku
Malěřová Lenka, Brumar Jakub, da Silva Vicente Romeu

Determination of Brush Fire Cause
Mihajlović R. Emina, Milošević T. Lidija

Ochrana obyvatelstva v zónách havarijního plánování velkých chemický
Mika Otakar Jiří, Šiška Jakub



Evaluation of Thermal Radiation Level during a Fire Caused by Leakag from Tanker Wagon

Mišić Nikola, Zigar Darko, Božilov Aca, Pešić Dušica

Havarijná odozva v areáli Slovnaft, a.s. Vlčie Hrdlo

Mock Peter

Problematika zásahovej činnosti pri dopravných nehodách na železničny

Monoši Mikuláš, Ballay Michal

Zásahová činnosť hasičov pri dopravných nehodách elekromobilov

Monoši Mikuláš, Tánčzos Zoltán, Tánčzos Petr



Fyzikálny výbuch materiálu v lise

Mračková Eva, Lizoň Boris

Public Safety Selected Legal Aspects

Nawrot-Kamińska Aneta, Urbanek Andrzej, Jaremczak Bogusław

Dokumentace zdolávání požárů a její změny v právních předpisech

Nejtek Pavel

Praktické zkušenosti s 3D skenerem na požářišti

Nejtková Miroslava

Psychologická příprava hasičů

Olaru Efim, Smetana Marek

Bazy danych na potrzeby logistyki w zarządzaniu kryzysowym - zastosos'

Olszówka Zbigniew, Diemientiew Grzegorz

Proces určování prvků kritické infrastruktury silniční dopravy

Onderková Vendula, Řehák David

Praktické overenie vybratých lezeckých prostriedkov a ich aplikácia do : praxe

Orinčák Michal, Kamenár Filip

Nové testy dobíjecích bateriových systémů nacházejících se v elektrickýc vozidlech dle revize předpisu EHK OSN č. 100

Papiková Monika, Starzyczny Petr

Charakteristické vazby objektové a plošné evakuace

Pokorný Jiří





Methodology for Assessing the Vulnerability of Populated Areas during
Radosavljevic Jasmina, Djordjevic Amelija, Vukadinovic Ana, Ristic Dejan

Posúdenie vplyvu objemovej hmotnosti na bezplameňové horenie celulózy
Rantuch Peter, Martinka Jozef, Balog Karol, Kobetičová Hana



Fire Detection and Alarm System Reliability Analysis
Ristić Dejan, Blagojević Milan, Radosavljević Jasmina, Stojiljković Evica,
Vukadinović Ana

Inovace ve vzdělávání hasičů k řešení mimořádných událostí
Rogowski Jiří, Geleta Ladislav, Kočí Radovan, Kupka Petr, Kupková Zuzana

**Porovnání účinnosti vybraných typů protiplýnových filtrů používaných
dýchacích cest**
Růžička Milan, Hoffmann Tomáš

Vývoj metodiky pro zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče
Sháněl Vít, Španiel Miroslav, Doubrava Karel, Kuželka Jiří



Diagnostika manažerských kompetencí pro zvládání krizových situací
Schneiderová Martina, Schneider Marek, Kvarčák Miloš, Néték Václav

Vize požární prevence - prevence pro lidi
Skalská Květoslava

Determining the Temperature and Heat Release Rate (HRR) for a Passenger
Szajewska Anna

Identifikace stop šíření požáru na karoseriích dopravních prostředků
Šafránek Ondřej Sanža, Suchý Ondřej



Nový iCone Mini kalorimetr v Technickém ústavu požární ochrany
Ševčík Libor, Vystrčil Václav, Hasalová Lucie, Suchý Ondřej

Mezinárodní spolupráce na úseku zjišťování příčin vzniku požárů
Škoda Jakub, Kopecký Stanislav

Vyhodnocení zkoušení zpětných protiexplozních klapků dle ČSN EN 16412
Štroch David

**Využitie dobrovoľných hasičských zborov mesta Žilina pri riešení mimo
udalostí**
Šullová Monika, Monoši Mikuláš





Tvorba prchavých produktov pri termickej degradácii retardačne uprav jedľového dreva

Veřková Veronika, Kačíková Danica, Kačík František, Bubeníková Tatiana,
Třebulová Katarína

Kazuistika velkých požárů v průmyslových objektech v MSK v letech 20

Vlček Vladimír, Němčík Jiří, Štrelka Miloš

Studium bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče

Vystrčil Václav, Friedrichová Romana, Suchý Ondřej



European Standard EN 60079-10-2:2015 in Explosion Safety

Woliński Marek

Rescue Center for Cultural Heritage - the Development of Modular Stor and Laboratory Units for Salvage, Triage and Rehabilitation of Cultural

Yoshida Maruchi, Voegeli-Pakkala Christine, Marková Iveta

Analysis of Threats in the Masovian Police District in the Years 2016-201

Zbroszczyk Dorota

Minulost, současnost a budoucnost požárních požadavků na ETICS

Zemene Pavel



Nová generace svítidel zvyšuje bezpečnost budov

Tyrpa Miroslav



Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice

+420 597 322 970, www.spbi.cz, spbi@spbi.cz

Studium bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče

Study of Safety of Extension Ladders for Firefighters

Ing. Václav Vystrčil

Ing. Romana Friedrichová, Ph.D.

Ing. Ondřej Suchý, Ph.D.

MV-GR HZS ČR, Technický ústav požární ochrany
Písková 42, 143 01 Praha 4 - Modřany

vaclav.vystrcil@tupo.izscr.cz, romana.friedrichova@tupo.izscr.cz,
ondrej.suchy@tupo.izscr.cz

Abstrakt

Bezpečnost zásahových žebříků pro hasiče je ověřována tzv. „nedestruktivní zkouškou průhybu“, která je definována normou ČSN EN 1147 „Přenosné žebříky pro hasiče“, přílohou A. Ukazuje se, že „uživatelská zkouška“ není z hlediska bezpečnosti zkouškou dostatečně průkaznou. Mezi nedostatky normy patří např. znevýhodnění pevnějších žebříků, zvýhodnění žebříků ze dřeva, či testování žebříků dle normy, které je nedostatečné pro odhalení předchozího tepelného namáhání. Vzhledem k možnému ohrožení zasahujících hasičů a jimi zachraňovaných osob se Technický ústav požární ochrany začal touto problematikou zabývat a od roku 2016 řeší ve spolupráci s ČVUT Praha a VŠCHT Praha projekt č. VI20162020021 „Zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče“.

V rámci tohoto příspěvku bude prezentován průzkum bezpečnosti žebříku z pohledu hasičů, rozbor normy a návržení možných úprav normy, analytický rozbor složení žebříků pomocí optické emisní spektroskopie a rentgen fluorescenční spektroskopie a aktuální velkorozměrové zkoušky realizované v Technickém ústavu požární ochrany a cíle, kterých bychom chtěli řešením výzkumného projektu dosáhnout.

Klíčová slova

Zásahové žebříky pro hasiče, materiálové analýzy hliníkových slitin, optická emisní spektroskopie (OES).

Abstract

The safety of extension ladders for firefighters is verified by the so-called "non-destructive deflection test" as defined by EN 1147 "Portable ladders for fire service use", Annex A. It appears that the "user test" is not conclusive enough in terms of safety. Deficiencies in the standard include, e.g. the disadvantage of stronger ladders, favoring of wood ladders, or ladders testing according to the standard, which is insufficient to detect previous thermal stresses. In view of the possible threat to the incendiary firefighters and their rescued persons, the Technical Institute of Fire Protection started to deal with this issue and since 2016 the Technical Institute of Fire Protection in cooperation with the Czech Technical University in Prague and the University of Chemistry and Technology Prague have been dealing with project No. VI20162020021 "Safety Improvement of extension ladders for firefighters".

This paper will present a survey of the ladder safety from a firefighter point of view, the analysis of the standard and proposing possible modifications of the standard, analytical analysis of ladder composition by optical emission spectroscopy and X-ray fluorescence spectroscopy and current large-dimensional tests carried out in the Technical Institute of Fire Protection and the objectives we would like to achieve in the research project.

Keywords

Extension ladders for firefighters, material analysis of aluminium alloys, optical emission spectroscopy (OES).

Úvod [1]

Zásahové žebříky jsou čteně využívaným technickým prostředkem požární ochrany. Žebříky jsou při zásahu používány jak pro účely zasahujících hasičů, tak i pro účely zachraňovaných osob. Je tedy prvořadým zájmem zajištění bezpečnosti těchto osob. Proto je kvalitou zásahových žebříků prověřována tzv. „uživatelskou zkouškou“ (tj. nedestruktivní zkouškou průhybu definovanou normou ČSN EN 1147 „Přenosné žebříky pro hasiče“, příloha A). Opakovaně se ukazuje, že „uživatelská zkouška“ není z hlediska bezpečnosti zkouškou dostatečně průkaznou. Asi k nejzávažnějšímu případu poškození čtyřdílného zásahového žebříku došlo 13. 6. 2009 při zásahu v Rovensku pod Troskami, kdy došlo k destrukci zásahového žebříku (přestože prošel „uživatelskou zkouškou“) a následnému pádu dvou zasahujících hasičů a zachraňované osoby z výšky 4 metrů na zem s následky ublížení na zdraví.

Rovněž není v současné době definován jednotný postup pro vyřazování použitých zásahových žebříků. Hasičský sbor nepoužívá pouze jednoho dodavatele pro všechny své žebříky z různých důvodů. Navíc se na trhu s žebříky můžou objevit noví dodavatelé, či stávající dodavatelé zaniknout. Proto je potřeba zefektivnit a zpřesnit nástroj pro hodnocení kvality žebříků, kterých se používá ve sboru řádově tisíce kusů, a mít pravidelný přehled o všech žebřících na trhu.

Hlavním cílem projektu je zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků **buď úpravou nedestruktivní zkoušky průhybu** (definovanou normou ČSN EN 1147 „Přenosné žebříky pro hasiče“, přílohou A), **nebo vhodnou náhradou** stávající nedestruktivní zkoušky.

Mezi další (dílčí) cíle projektu patří:

- Stanovit jednotný postup pro vyřazování žebříků - na základě výzkumu může být např. prodloužena doba užívání žebříku, což by přineslo výrazné úspory HZS ČR. V opačném případě (zkrácení doby užívání žebříků) by došlo k výraznému zvýšení bezpečnosti zasahujících hasičů a jimi zachraňovaných osob.
- Posoudit kvalitu žebříků používaných u HZS ČR z hlediska bezpečnosti. V případě srovnatelných bezpečnostních parametrů porovnat žebříky z ekonomického a uživatelského hlediska, což může přinést další úspory HZS ČR. V případě, že některé žebříky budou vykazovat horší bezpečnostní parametry, informovat příslušné jednotky HZS ČR a SDH o této skutečnosti (což by opět vedlo ke zvýšení bezpečnosti).
- Zpracovat návrh/úpravu normy ČSN EN 1147, v kterém/ které by byly odstraněny i další nedostatky normy („materiálová diskriminace“ - pro destruktivní zkoušku je jiná zátěž u dřeva a jiná u hliníku, zkušební norma počítá s žebříky složenými ze tří dílů a ne ze čtyř, atd.).

Vzhledem k tomu, že projekt je realizován ve spolupráci tří výzkumných organizací, je rozdělení jejich činností následující:

- MV-GR HZS ČR, Technický ústav PO zajistí dodání zásahových žebříků, případně jejich částí a dále zpracuje přehled užívání zásahových žebříků u HZS ČR. Z hlediska výzkumu bude **provádět zkoušky s vlastními žebříky** ve zkušební hale TÚPO a **realizovat materiálovou analýzu** (hlavně) **pomocí optického emisního spektrometru**.
- České vysoké učení technické bude realizovat část matematického modelování a ve spolupráci s TÚPO se bude podílet na zkouškách s vlastními žebříky.

c) Vysoká škola chemicko-technologická bude realizovat komplementární materiálový výzkum k analýzám provedeným v TÚPO (např. v oblasti elektronové mikroskopie či metalografie) a bude realizovat tahové zkoušky sloužící mimo jiné jako podklad pro matematické modelování.

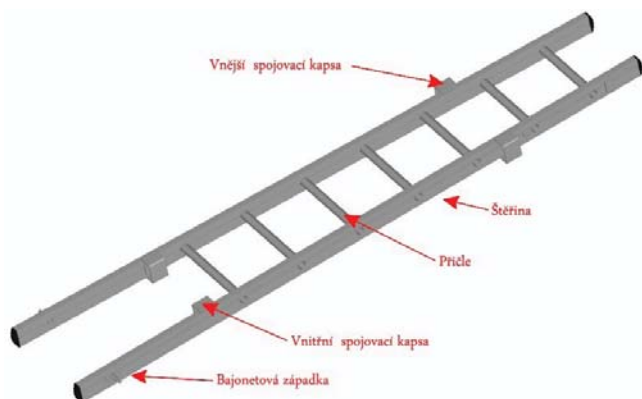
Výzkumný projekt VI20162020021 „Zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče“ je řešen v období od 1. 1. 2016 do 31. 12. 2020.

Přenosné žebříky pro hasiče používané v České republice [1]

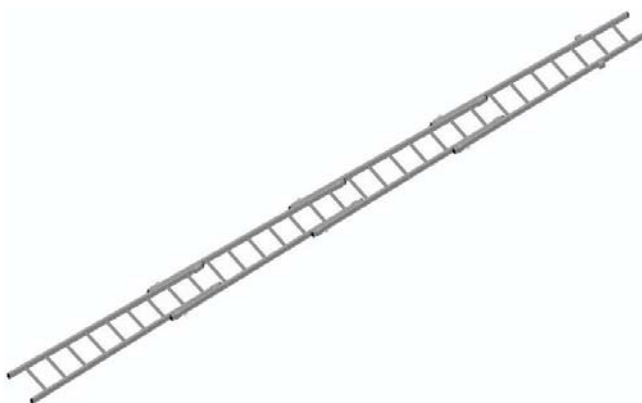
Nastavovací žebříky jsou nejrozšířenějším druhem žebříku používaných při zásazích jednotek PO v podmínkách ČR. V praxi slouží především k výstupu k výše položeným místům, jako například okenní otvory, konstrukce střech atd., případně z hloubek s pevným dnem jako například jámy nebo studny. Vzhledem k pevnostním parametrům záchranných žebříků jsou využívány i k záchraně osob z těchto prostor. Vzhledem k univerzálnosti konstrukce nastavovacího žebříku se však využívají i k nejrůznějším jiným činnostem, jako je například stabilizace vozidel po dopravních nehodách, stavba improvizovaných ohrad pro evakuovaná zvířata, případně jako prostředek pro rozložení váhy při pohybu po chatrných konstrukcích a površích nebo záchraně osob z ledu.

Obecný popis žebříků [1]

Nastavovací žebřík se skládá zpravidla ze 4 dílů délky 2,7 m, které se vzájemně spojují pomocí „kapes“ a čepových západek až do celkové délky přibližně 8,4 m. Každý díl se skládá z podélných částí, tzv. štěrín a příčných částí, sloužících k výstupu, tzv. příčlím, viz obr. 1.



Obr. 1 Díl nastavovacího žebříku SWS Tauchman HN3 (foto: výrobce)



Obr. 2 Nastavovací žebřík SWS Tauchman A1 - HN3 (foto: výrobce)

První díl je odlišný od ostatních a má příčle po celé délce, tak aby byl umožněn nástup ze země. Ostatní 3 díly jsou shodné. Spodní část o délce 800 mm neobsahuje příčle, aby bylo umožněno nastavení těchto dílů na spodní a dále na sebe, zároveň jsou nástavné díly vybaveny bajonetovými západkami, pro zajištění spojených dílů. Žebřík od firmy SWS Tauchman v celé své délce viz obr. 2.

Čeští výrobci žebříků [1]

1) SWS Tauchman

Firma Jindřich Tauchman SWS vznikla v roce 1991 a z počátku začala vyrábět hliníkové žebříky a lešeňové sloupy vlastní konstrukce. V roce 1998 zahájila výrobu čtyřdílných nastavovacích žebříků pro záchranáře. Stala se první českou firmou na trhu, která nabízí tyto žebříky atestované podle nově schvalované evropské normy.

V současnosti je hlavní činností firmy sváření metodou TIG hliníku, nerezů a titanu. Mimo to nabízí práškové navařování, svařování litiny. Výrobní program zahrnuje nejen širokou škálu vlastních výrobků, ale také provádění svařečských prací v kooperaci nebo na zakázku.

Nabízené produkty:

- **Žebřík záchranářský nastavovací HN3:**
 - Výška: 8300 mm;
 - Váha: 45 kg;
 - Další parametry: drážkované, kulaté příčky;
 - Materiál: Hliníková slitina 6063, nerezové nýty a kapsy, svařování metodou TIG, speciální profil HN3.
- **Žebřík záchranářský nastavovací HN3 - L:**
 - Výška: 8300 mm;
 - Váha: 35 kg;
 - Další parametry: drážkované, kulaté příčky;
 - Materiál: Hliníková slitina 6060, nerezové nýty a kapsy, svařování metodou TIG, speciální profil HN3-L.

2) SPS Slatiňany

Těžiskem výroby SPS je finální výroba nástavby pro manipulaci s tekutými látkami a hasící nástavby ukládané na různé druhy podvozků. SPS se specializuje na adresná individuální řešení podle potřeb a přání téměř výhradně tuzemských zákazníků. Roční produkce činí cca 80-90 kusů užitkových nástavby, ke kterým současně zajišťuje opravy, servis a výrobu náhradních dílů.

Nabízené produkty:

- **Žebřík THZ NZ 4/8:**
 - Výška: 8045 mm;
 - Váha: 40,6 kg;
 - Další parametry: hranaté příčky, svařované;
 - Materiál: Hliníková slitina EN AW-6063, pojišťovací mechanismus - pozinkovaná ocel, speciální profil.

Mechanické zkoušky žebříků

Za účelem studia chování žebříku v jeho mezních stavech použitelnosti a za účelem upřesnění uživatelské zkoušky budou fakultou strojní ČVUT připraveny numerické modely chování zásahových žebříků v různých stavech.

Pro provedení nezbytné kalibrace numerických modelů jsou nutná vstupní data z reálných experimentů. Zkoušky jsou prováděny jako společný úkol řešitelského pracoviště TÚPO a ČVUT. Prvotní záměr provést destruktivní zkoušku s využitím stávajícího zkušebního zařízení v souladu s požadavky ČSN EN 1147, se ukázal jako nedostatečný z hlediska získání potřebných vstupních údajů pro následné matematické modelování zátěže žebříku metodou konečných prvků.

Oproti zkušebnímu normovému postupu, byl žebřík zatěžován spojitě pomocí zavěšené vodní nádrže, která byla postupně naplňována vodou, od minimální hodnoty cca 50 kg do maximální hodnoty, kdy došlo k lomu žebříku, tak aby byly eliminovány kmity, které jsou pro získání relevantních dat nežádoucí. Na obr. 3 je znázorněno rozvržení reálného experimentu.



Obr. 3 Rozvržení reálného experimentu;

1. IBC kontejner 600 l, 2. Závěs, 3. 4 ks foliových tenzometrů,
4. Potenciometr pro měření průhybu, 5. Podpora žebříku umožňující pohyb, 6. Pevná podpora žebříku, 7. Siloměr

V průběhu zkoušky bylo měřeno reálné zatížení žebříku pomocí siloměru, byl sledován průhyb žebříku a tenzometricky byly stanovovány ohybové momenty v místech nejvyššího zatížení. Na snímcích níže (obr. 4) je patrný průběh zkoušky.



Obr. 4 Průběh zkoušky po 90 s (vlevo nahoře), 180 s (vpravo nahoře), 287 s (vlevo dole) a 543 s (vpravo dole)

Testovaným žebříkem byl produkt SWS Tauchman HN3, který byl vybrán jako první zástupce vzhledem k jeho největší rozšířenosti ve výbavě jednotek PO. K selhání žebříku došlo ve chvíli, kdy byl zatížen 366 kg. Vzhledem k tomu, že zkouška byla realizována v červnu 2017, bude vyhodnocení ostatních dat, opakovaná měření, stejně jako experimenty s žebříky jiných výrobců provedeny v následujícím období.

Materiálová analýza [1]

Kromě velkorozměrových zkoušek popsaných výše se v rámci řešení projektu také zabýváme materiálovou analýzou hliníkových slitin jak z hlediska jejich chemického složení (metody optické emisní spektrometrie a RTG fluorescenční spektrometrie), tak částečně i z hlediska určení jejich fyzikálních vlastností materiálů při zahřívání (metoda simultánně termické analýzy).

1) Metody na stanovení chemického složení hliníkových slitin

Optická emisní spektrometrie (OES) je analytická metoda založená na vybuzení, detekci a vyhodnocení emisního spektra

vzorku. Celý děj probíhá v ochranném prostředí (nejčastěji v plynném argonu), aby se zabránilo reakcím mezi ionty a složkami atmosféry. Excitace atomů spočívá v energetických přeskočích elektronů v atomových obalech. Přitom se v důsledku zákona zachování energie uvolní energie ve formě fotonu (záření) o určité vlnové délce. Tento jev se nazývá emise a jeho výsledkem je emisní spektrum atomu. Emisní spektrum je pro každý prvek charakteristické. Pro účely řešení tohoto projektu byl zakoupen optický emisní spektrometr Q4 Tasman firmy Bruker Elemental GmbH. Koupě zařízení byla realizována prostřednictvím firmy BAS Rudice, s.r.o. Q4 Tasman, viz obr. 5, je navržen pro měření velkého množství vzorků a lze jej využít pro analýzu prakticky všech kovových materiálů. Pro určování chemického složení slitin pro výrobu přenosných žebříků pro hasiče byla pořízena Al matrice pro stanovení složení hliníku a jeho slitin. Jako doplňková byla pořízena matrice pro stanovení chemického složení slitin železa.



Obr. 5 Jiskrový optický emisní spektrometr Q4 Tasman

Rentgenová fluorescenční spektrometrie je jednou ze základních metod pro určování chemického (prvkového) složení látek. Principem metody je interakce rentgenového záření se zkoumaným vzorkem. Při této interakci dochází k vyrazení elektronu z jedné z vnitřních slupek atomu zkoumané látky. Následně dojde k přesunu elektronu z vyšších energetických hladin a vyzáření sekundárního rentgenového záření, které je charakteristické pro všechny prvky. Toto záření je poté detekováno na detektoru a zároveň je možné určit i množství přítomných prvků. Jedná se tedy o elementární multiprvkovou metodu, v dnešní době již lze pomocí výkonnějších zařízení analyzovat prvky od uhlíku po fermium. TÚPO má k dispozici RTG fluorescenční spektroskop XEPOS firmy SPECTRO, viz obr. 6. Jedná se o přístroj, který umí stanovit prvky od atomového čísla 11 (sodík) až po 92 (uran).

2) Metoda na studium fyzikálních vlastností materiálů při zahřívání

Simultánní termická analýza (STA), používaná pro studium fyzikálních vlastností materiálů při zahřívání, využívá současně dvou metod - TGA a DSC. Při termogravimetrické analýze (TGA) se sledují změny hmotnosti vzorku v závislosti na ohřevu materiálu. Je možno postihnout procesy zahrnující desorpci, absorpci, sublimaci, vypařování, tání, oxidaci, redukci a rozklad, a to v definované atmosféře. Grafickým výstupem TGA analýzy je TGA křivka, tj. závislost změny hmotnosti vyjádřené v procentech na svislých osách na teplotě nebo času na horizontálních osách. Diferenční skenovací kalorimetrie (DSC) je experimentální metoda, pomocí které lze studovat tepelné projevy fyzikálních dějů probíhajících ve vzorku, které mohou být studovány v závislosti na teplotě nebo čase během definovaného teplotního programu. Mnoho fázových změn v materiálech je doprovázeno buď uvolňováním (exotermická reakce) nebo spotřebováváním tepla (endotermická reakce). Tento typ procesu detekujeme jako pík na DSC křivce. Pro naše účely bylo využito zařízení STA i 1500 firmy Instrument Specialists Incorporated - THASS, viz obr. 7.



Obr. 6 RTG spektroskop XEPOS



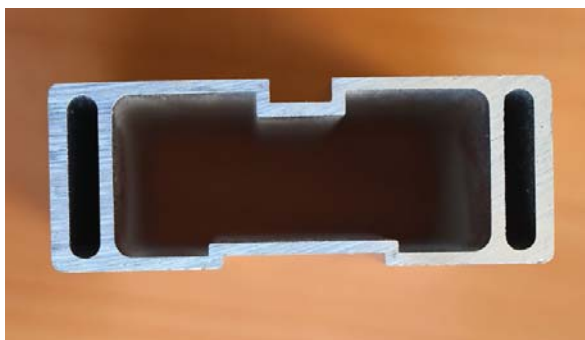
Obr. 7 Analyzátor STA i 1500

Výsledky stanovení chemického složení slitin Al [1]

Pro provedení zkoušek týkajících se stanovení chemického složení a pro sledování chování vzorků hliníkových slitin při zahřívání byly firmou Tauchman poskytnuty dva profily s označením:

- HN3: označení slitiny EN AW-6063, chemický symbol AlMg0,7Si,
- HN3-L: označení slitiny EN AW-6060, chemický symbol AlMgSi.

Profily dodaných vzorků jsou zobrazeny na obr.8 a obr. 9.



Obr. 8 Profil slitiny HN3



Obr. 9 Profil slitiny HN3-L

Pro provedení dalších materiálových zkoušek byl zakoupen kompletní žebřík výrobce SWS Tauchman s označením Profi Al-HN3. Tento vzorek posloužil k provedení materiálových analýz specifických konstrukčních částí žebříku, na kterých pracuje pracoviště spoluešitele na VŠCHT Praha. Materiálové analýzy vzorků odebraných z finálních žebříků umožní v budoucnu porovnat změny a význam finální tepelné úpravy, která je výrobcem prováděna až v poslední fázi s již kompletním žebříkem, tudíž jednotlivé profily poskytnuté výrobcem tuto úpravu nepodstupují.

Chemické složení slitin AlMgSi používaných pro výrobu žebříků, které je uvedené v normě ČSN EN 573-3, uvádí tab. 1.

Tab. 1 Chemické složení slitin AlMgSi dle normy ČSN EN 573-3

EN AW-6060 (EN AW-AlMgSi)											
Prvek	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Ostatní		Al
									jednotlivě	celkem	
min %	0,30	0,10			0,35						
max %	0,60	0,30	0,10	0,10	0,60	0,05	0,15	0,10	0,05	0,15	zbytek

EN AW-6063 (EN AW-AlMg0,7Si)											
Prvek	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Ostatní		Al
									jednotlivě	celkem	
min %	0,20				0,45						
max %	0,60	0,35	0,10	0,10	0,90	0,10	0,10	0,10	0,05	0,15	zbytek

Složení pomocí optické emisní spektrometrie

Pomocí optického emisního spektrometru s jiskrovým buzením Q4 Tasman bylo stanoveno složení obou hliníkových slitin. Výsledné složení je uvedeno v tab. 2. Zároveň je v tabulce i zhodnoceno, zda daný prvek splňuje požadavky na slitiny AlMgSi definované normou ČSN EN 573-3, či nikoliv.

Tab. 2 Chemické složení hliníkových slitin EN AW-6060 a EN AW-6063 dle OES

Slitina EN AW-6060										
Prvek	Al	Si	Mg	Fe	Cu	Cr	Mn	Zn	Ti	
Obsah [hm. %]	98,58	0,561	0,550	0,168	0,0072	0,0029	0,062	0,011	0,030	
Shoda s normou	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Slitina EN AW-6063										
Prvek	Al	Si	Mg	Fe	Cu	Cr	Mn	Zn	Ti	
Obsah	98,82	0,437	0,465	0,182	0,0076	0,0044	0,033	0,0081	0,017	
Shoda s normou	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Složení pomocí RTG fluorescenční spektrometrie

V případě měření pomocí RTG spektroskopu XEPOS se jednalo o orientační měření, protože v současné době je toto zařízení používáno pouze pro kvalitativní stanovení obsahu prvků ve vzorku. Chemické složení hliníkové slitiny EN AW-6063 bylo měřeno jak na kusu vyřiznutého kovu z profilu, tak na pilinách

vzniklých obroušením hrany hliníkového profilu. Výsledky orientačních analýz chemického složení hliníkové slitiny a jejich porovnání se zkušební normou ČSN EN 573-3 je uvedeno v tab. 3.

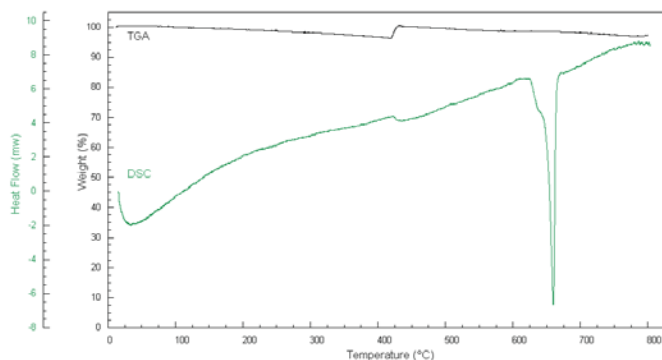
Tab. 3 Chemické složení analyzované hliníkové slitiny EN AW-6063 pomocí RTG

Vzorek - vyříznutý kus z profilu					
Prvek	Al	Si	Mg	Fe	S
Obsah [hm. %]	96,22	1,47	0,29	0,91	< 0,00020
Shoda s normou	✓	✗	✗	✗	✓
Vzorek - piliny z obroušené hrany profilu					
Prvek	Al	Si	Mg	Fe	S
Obsah [hm. %]	96,70	0,75	0,33	0,60	0,42
Shoda s normou	✓	✗	✗	✗	✗

Z porovnání shody výsledků (tab. 3) s normou je také dobře patrné, že stávající metoda RTG fluorescenční spektroskopie je v této podobě nedostačující a pro přesné posouzení složení hliníkových slitin bylo pořízeno optického emisního spektrometru nutností.

Chování hliníkové slitiny za zvýšených teplot pomocí STA [1]

Zkoumaná hliníková slitina EN AW-6063 byla pro ověření teploty tání a pro popsání chování během zahřívání podrobena simultánní termické analýze. Byl zvolen teplotní režim pece v rozmezí teplot od 25 °C do 800 °C s rychlostí ohřevu 5 °C/min. Pro měření byly z hliníkového profilu obroušeny piliny, které byly následně umístěny v keramickém kelímku. Navážka vzorku byla 9,44 mg. Výsledky STA analýzy jsou uvedeny na obr. 10. Na DSC křivce byl detekován jeden velmi výrazný endotermní tepelný děj, který odpovídá průběhu tání slitiny. Tento děj probíhá v rozmezí teplot 621,6 - 667,2 °C s teplotou minima při 656,2 °C.



Obr. 10 Výsledky STA analýzy slitiny EN AW-6063

Závěr

V článku byla popsána mechanická zkouška realizovaná na hale Technického ústavu požární ochrany v červnu 2017. Tato zkouška poslouží jako vstup do softwaru matematického (numerického) modelování, přípravou těchto modelů se zabývá a nadále bude zabývat České vysoké učení technické v Praze.

Dále byly v článku popsány materiálové analýzy zaměřené jak na určení složení, tak i na popis chování hliníkových slitin při zahřívání. Z porovnání metod (OES a RTG) na stanovení chemického složení vyplynulo, že stávající metoda kvalitativní RTG fluorescenční spektroskopie, kterou TÚPO disponuje, je pro účely projektu nedostačující a pro přesné posouzení složení hliníkových slitin bylo pořízeno optického emisního spektrometru nutností.

V dalším období je mimo jiné plánováno studium chování žebříků při jejich expozici vyšším teplotám, aby se simulovaly podmínky požáru a aby se výsledky projektu co nejvíce přiblížily požadavkům z praxe.

Použitá literatura

- [1] SUCHÝ, O. a kol.: *Výzkumná zpráva s výsledky řešení v roce 2016 - Výzkumný projekt č. VI20162020021: Zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků pro*, Praha 2017.

Bibliografie:

D

VYSTRČIL V., FRIEDRICOVÁ R., SUCHÝ O.: ***Studium bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče***, sborník přednášek XXVI. ročníku mezinárodní konference Požární ochrana 2017, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava, 2017, ISBN 978-80-7385-188-0