

Příjemce:
MV-GŘ 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:

Vývoj metodiky pro zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče

Typ výsledku dle UV č. 837/2017	Evidenční číslo (příjemce)	Rok vzniku
D	345439	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:

Žebříky používané při hasičských zásazích jsou komplexně zatěžovány a to jak mechanicky tak i teplotně. Variabilita jejich použití při zásahu je tak vysoká, že není možné říci kolik a jakých zásahů bezpečně vydrží a kdy je nutné je vyměnit, aby nedošlo ke ztrátě jejich funkce během zásahu. V současné době jsou žebříky v provozu mezi zásahy testovány mechanickou zkouškou ohybem (norma ČSN EN 1147), kdy je rozložený žebřík podepřen na krajích a ve svém středu je zatěžován. Následně jsou vyhodnocovány průhyby během zkoušky a zbytkový průhyb - z těchto naměřených údajů se rozhoduje o dalším použití žebříku. Naším cílem je tuto testovací metodiku ověřit a případně upravit, aby v běžných podmínkách bylo možné žebřík otestovat komplexněji a tak minimalizovat možnost jeho selhání při zásahu. Z tohoto důvodu byly vytvořeny numerické modely žebříku, aby bylo možné simulovat celou škálu provozních zatížení. Dále je připraveno několik experimentů pro ověření a naladění výpočtových modelů stejně tak jako přístup k analýze zatížení žebříku během zásahu - abychom byli schopni i ve výpočtech zatížit žebřík tak, jak se tomu děje během zásahu. Pro zachycení změn v mechanických vlastnostech materiálu žebříku během vystavení teplotnímu zatížení je tato práce prováděna v součinnosti s materiálovým výzkumem.

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, Drzymała 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

Veľková Veronika, Kačíková Danica, Kačík František, Bubeníková Tatiana,
Trebulová Katarína

Kazuistika veľkých požárů v průmyslových objektech v MSK v letech 20

Vlček Vladimír, Němčík Jiří, Střelka 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

Vývoj metodiky pro zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků pro hasiče

Development of a Methodology to Increase Safety of Firefighting Ladders

Ing. Vít Šáněl

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.

Ing. Karel Doubrava, Ph.D.

Ing. Jiří Kuželka, Ph.D.

ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Technická 4, 166 07 Praha 6

vit.shanel@fs.cvut.cz, miroslav.spaniel@fs.cvut.cz,

karel.doubrava@fs.cvut.cz, jiri.kuzelka@fs.cvut.cz

Abstrakt

Žebříky používané při hasičských zásazích jsou komplexně zatěžovány a to jak mechanicky tak i teplotně. Variabilita jejich použití při zásahu je tak vysoká, že není možné říci kolik a jakých zásahů bezpečně vydrží a kdy je nutné je vyměnit, aby nedošlo ke ztrátě jejich funkce během zásahu. V současné době jsou žebříky v provozu mezi zásahy testovány mechanickou zkouškou ohybem (norma ČSN EN 1147), kdy je rozložený žebřík podepřen na krajích a ve svém středu je zatěžován. Následně jsou vyhodnocovány průhyby během zkoušky a zbytkový průhyb - z těchto naměřených údajů se rozhoduje o dalším použití žebříku. Naším cílem je tuto testovací metodiku ověřit a případně upravit, aby v běžných podmínkách bylo možné žebřík otestovat komplexněji a tak minimalizovat možnost jeho selhání při zásahu. Z tohoto důvodu byly vytvořeny numerické modely žebříku, aby bylo možné simulovat celou škálu provozních zatížení. Dále je připraveno několik experimentů pro ověření a naladění výpočtových modelů stejně tak jako přístup k analýze zatížení žebříku během zásahu - abychom byli schopni i ve výpočtech zatížit žebřík tak, jak se tomu děje během zásahu. Pro zachycení změn v mechanických vlastnostech materiálu žebříku během vystavení teplotnímu zatížení je tato práce prováděna v součinnosti s materiálovým výzkumem.

Klíčová slova

Zásahové žebříky pro hasiče, numerické simulace, pevnostní výpočty.

Abstract

Ladders used in fire incidents are complexly loaded, both mechanically and thermally. Their variability in such situations is so high that it is not possible to tell how many and what kind of uses they can safely endure and when it is necessary to replace them in order to not lose functionality required for their purpose. At present, between incidents, ladders used in operation are tested by a mechanical bending test (standard EN 1147), supporting the ladder at the edges while loading it in its center. Subsequently, deflections during the test and residual deflection are evaluated. Based on the measured data, it is determined whether or not the ladder can still serve its purpose. Our aim is to verify this test methodology and, if necessary, modify it so that under usual conditions it is possible to test ladders in a more comprehensive way, minimizing the possibility of its failure during fire incidents. For this reason, numerical ladder models have been created to simulate a full range of operating loads. There are also several experiments to verify and fine-tune available computational models as well as a ladder load analysis approach during incidents to simulate the computational load just as it happens during incidents. To capture changes in

the mechanical properties of the ladder material during exposure to thermal load this work is performed together with a material research.

Keywords

Extension ladders for firefighters, numerical simulations, strength prediction.

Úvod

Před tím, než bude možné provést ověření metodiky nebo bude navržena metodika nová, je nutné provést řadu postupných kroků, které zajistí splnění vytyčeného cíle a zaručí jeho vysokou spolehlivost. Základním postupem je vytipování specifických namáhání a to i speciálních - laboratorních - které nejspíše nikdy při provozu nenastanou, ale jsou velmi důležité pro ověření výpočetních metod a materiálových modelů společně s jejich parametry. Po těchto zásadních kombinacích experimentů se simulacemi je možné přejít k výpočtům reálných situací. Nejdříve je nutné sestavení množiny všech možných zatížení žebříku při zásahu a nalezení těch nejvíce nepříznivých. Mimo to budou vybraná zatížení experimentálně otestována, aby se prokázala shoda výpočetního modelu s reálnými situacemi.

MKP model typického žebříku

Jako typický žebřík byl použit žebřík firmy SWS TAUCHMAN, s.r.o., typ PROFI AL/HN₃. Zásahové žebříky zmíněné firmy jsou u hasičského sboru ČR nejčtenější. MKP model byl vytvořen v programu Simulia (dříve Abaqus) od firmy Dassault Systemes.

Popisovaný MKP model je koncipován jako model nejvyšší úrovně - makromodel. Základní jednotkou je stejně jako u skutečného žebříku díl žebříku, tedy dvě štiřiny spojené příčlemi. Tento díl je v modelu chápán jako jedno těleso. Modelovaný žebřík sestává ze 4 dílů dvou typů - na jeden díl „dolního žebříku“ jsou postupně nasazeny tři stejné díly „žebříku horního“.

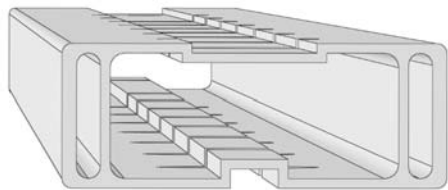


Obr. 1 Model složeného žebříku z jedné spodní části a tří horních částí

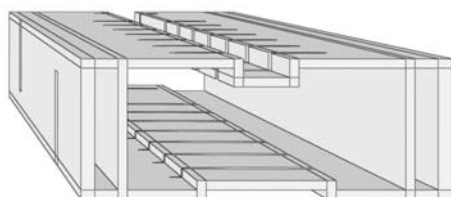
Model horního a spodního žebříku se odlišují především v počtu příčlů, kdy spodní žebřík obsahuje devět příčlů a horní sedm. Dále je rozdíl v počtu kapes, dorazů a v absenci západky, které tvoří systém pro bezpečné napojení dílů. (V MKP modelu jsou aktuálně zahrnuty pouze štiřiny, příčle a kapsy. Dorazy a západky modelu aktuálně neobsahuje, protože štiřiny jsou v kapsách sousedního žebříku uloženy pevně bez možnosti pohybu, což je z makroskopického hlediska přijatelné zjednodušení. Model je ovšem koncipován tak, že je možno v případě potřeby způsob modelování napojení dílů zpřesnit a zmíněné díly do něj přidat anebo dle výsledků experimentů detailněji promodelovat kritické části žebříku.

Při modelování reálných konstrukcí je jedním z nejdůležitějších a nejtěžších procesů proces zanedbávání - resp. nalezení důležitých parametrů a vlastností konstrukce, které musí být zachovány, aby výpočet odpovídal chování reálné věci, a na druhou stranu je taktéž nutné identifikovat vlastnosti konstrukce, jejichž vliv je na chování konstrukce zanedbatelný. Tyto prvky, vlastnosti či parametry svým

zanedbáním umožní provedení výpočtu. Ani s pokročilou výpočetní technikou jakou disponujeme v dnešních dnech, nejsme ani zdaleka schopni simulovat chování přírody na takové úrovni, jako to dokáže ona sama a to navíc v reálném čase. Příklad zjednodušení reálného profilu štěrny na profil výpočetní je znázorněn na obr. 2 a 3.

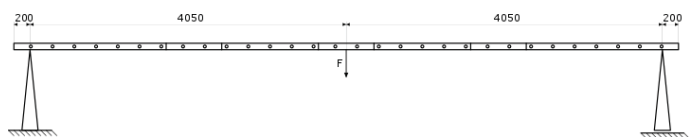


Obr. 2 Původní profil štěrny žebříku



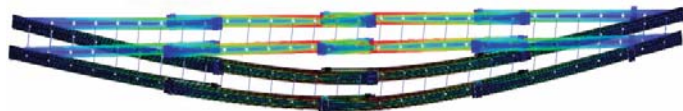
Obr. 3 Modifikovaný profil štěrny žebříku

Dalším příkladem je nahrazení příčlí, které jsou vytvořené z trubky s protiskluzovým profilem trubkou hladkou s odpovídajícími tuhostmi (na obr. 5 - 7 s výsledky zobrazeny schematicky jen jako barevné linky).

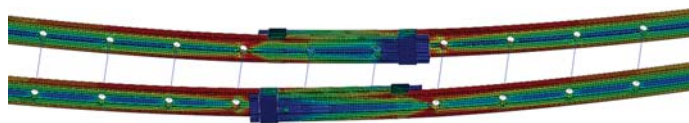


Obr. 4 Schéma zatížení při destrukční zkoušce záchranného žebříku

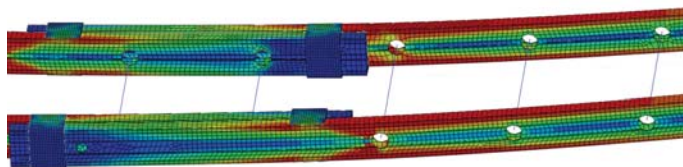
Pokud námi sestavený model žebříku položíme na podpory na jeho koncích a zatížíme ho v jeho středu - obr. 4, jsme schopni získat například výsledky rozložení napětí - namáhání charakterizující zatížení materiálu žebříku v daných místech. Na následujících obrázcích (obr. 5 - 7) je zobrazena deformace žebříku společně s vykreslením hodnot redukovaného napětí HMM (dle von Misesa), kdy červená barva značí nejvíce namáhané místo a modrá barva nejméně.



Obr. 5 Celkový pohled na zdeformovaný žebřík při zatížení 240 kg (zobrazena je původní i deformovaná geometrie)



Obr. 6 Bližší pohled na střední část žebříku kde dochází k největšímu namáhání žebříku



Obr. 7 Detailní pohled na nejvíce namáhanou část žebříku



Obr. 8 Celkový pohled na experiment (nahore). Detail rozlomení štěrny při navrženém experimentu (dole).

V nedávné době proběhlo experimentální otestování žebříku dle schématu na obr. 4 a nyní probíhá jeho vyhodnocování. Na obr. 8 je zobrazeno jednak celkové uspořádání experimentu (nahore) společně s detailem poruchy štěrny (dole).

Návrh experimentálního přípravku pro zkoušky částí zásahového žebříku

Posouzení pevnosti spojů dílů a kalibrace, resp. validace příslušných MKP modelů zásahových žebříků je smyslem navrhovaného experimentu. Experiment bude prováděn na jedné štěrničce, resp. na spoji štěrnic z jedné strany navazujících dílů. Předpokládáme, že zkušební tělesa budou získávána z méně exponovaných krajních dílů žebříků, které prošly zkouškou z předchozí kapitoly. Vzorek bude jedním koncem pevně uložen (vetknut) do upínacího přípravku a na opačném (volném) konci zatěžován hydraulickým válcem (obr. 9).

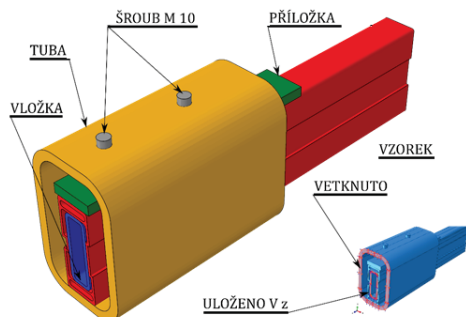
Upínací přípravek je koncepčně navržen tak, aby:

- mohl být aplikován v místě vetknutí a v místě aplikace zatížení prakticky ve stejné podobě,
- mohl být vyroben z běžně dostupných profilů a spojovacího materiálu.

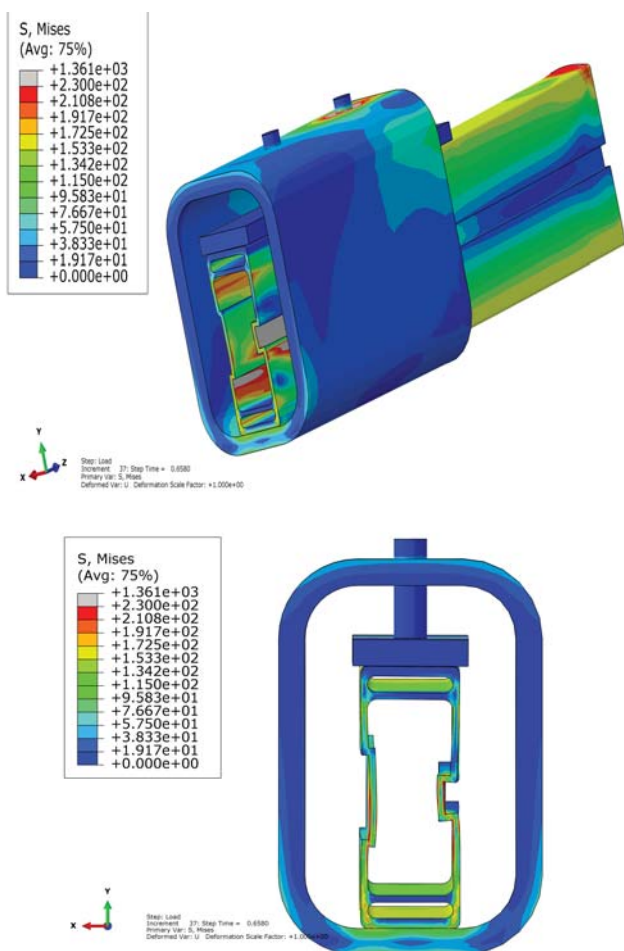
Dle schématu na obr. 9 se upínací přípravek skládá z dílů Tuba (vyrobena z obdélníkové trubky), Příložka (vyrobena z ploché tyče), Vložka (vyrobena z obdélníkové trubky) a Šroub (v návrhu se počítalo se dvěma šrouby M10. Dimenze byly stanoveny na základě

předběžného analytického odhadu s ohledem na rozměry vzorku a na přibližně stanovený mezní momentu plastického hroucení profilu štěriny. Tyto dimenze byly MKP výpočtem kontrolovány, zda uvedený mezní moment upínací přípravek bezpečně přenese.

V první fázi byl analyzován model bez vložky, ale MKP výpočet ukázal, že dojde ke zhroucení nevyztuženého profilu štěriny na úrovni 65 % maximálního zatížení. Proto byla za účelem vyztužení do štěriny vložena ještě obdélníková trubka, při čemž v modelu se počítá s vůlí mezi touto trubkou a vnitřní dutinou štěriny.



Obr. 9 Schéma výpočtového modelu upínacího přípravku



Obr. 10 Výsledky MKP analýzy upínacího přípravku nevyztuženého vložkou

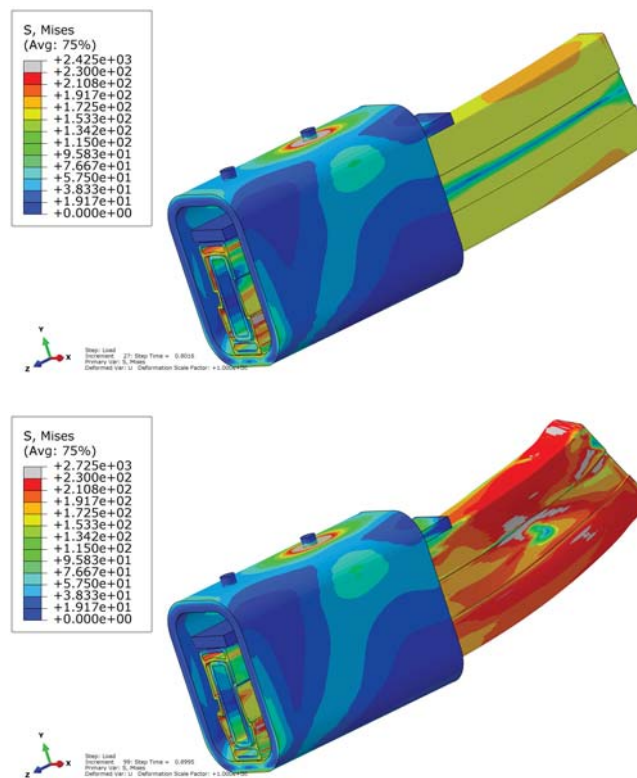
Model je řešen jako statická úloha plně geometricky nelineární s materiálovým modelem elasticko-plastickým pro hliníkovou štěrnu a elastickým pro díly upínacího přípravku. Mechanické vlastnosti hliníku se mohou významně lišit v důsledku tepelně-mechanického zpracování. Proto byly voleny hodnoty

s ohledem na účel výpočtu a dostatečnou bezpečnost výsledků. V případě tohoto výpočtu pevnosti upínacího přípravku je vyšší tuhost štěriny na straně bezpečnosti.

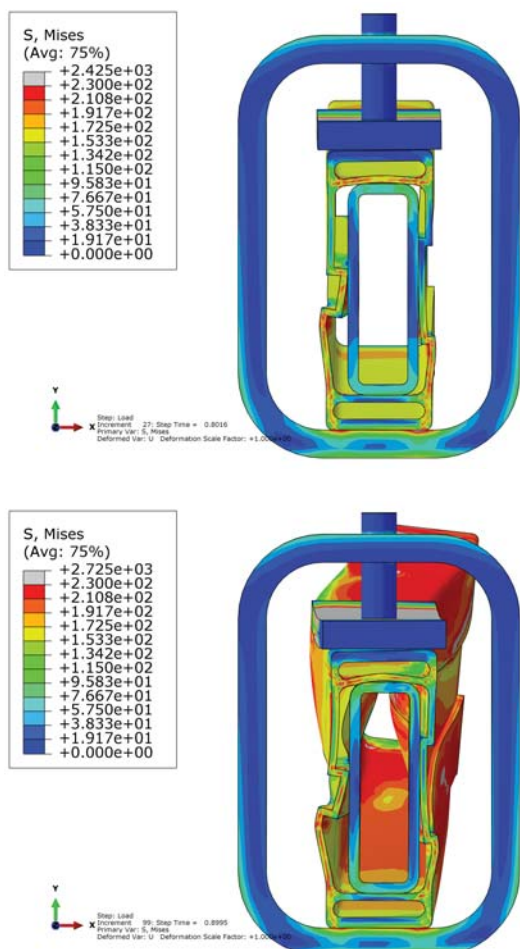
Výsledky ověření pevnosti upínacího přípravku výpočtem MKP

Základní závěry pro konstrukci vyplývající z MKP výpočtu byly formulovány z obr. 11 a 12. Výpočet přestal konvergovat (štěrta se začala nekontrolovatelně bortit) na úrovni 89 % maximálního zatížení. Obr. 11 vpravo dokumentuje, že došlo nejen k výrazné plastizaci průřezu, ale také k jeho geometrickému zhroucení (deformace je vykreslena v měřítku 1:1). Je zjevné, že profil ztrácí únosnost nejvýše při dosažení 90 % maximálního odhadovaného zatížení.

Z obr. 11 vlevo je vidět, že při dosažení 80 % maximálního zatížení, nejsou ještě patrné makroskopické známky hroucení profilu. Obr. 12 vpravo ukazuje, že spolu se zhroucením profilu dojde k vybočení štěriny, což je v souladu s nesymetrií jejího profilu. Tento fakt je zohledněn v návrhu uspořádání experimentálního stanoviště. Na základě podrobné pevnostní kontroly je navržen a doveden do výroby přípravek pro upnutí štěriny jak za účelem vetknutí, tak i za účelem zavedení zatěžovací síly. MKP model štěriny osvětlil detailně chování štěriny při zatížení ohybem a je vhodným podkladem pro tvorbu detailního modelu spoje štěriny.



Obr. 11 Porovnání polí redukovaných napětí HMH (dle Von Misesa) při úrovni zatížení ohybovým momentem odpovídající počátku hroucení profilu štěriny 80 % zatížení (vlevo) a konečné fázi ztráty stability profilu štěriny 90 % mezního zatížení (vpravo), kdy výpočet ztratil konvergenci. Pohled z boku.



Obr. 12 Porovnání polí redukovaných napětí HMH (dle Von Mises) při úrovni zatížení ohybovým momentem odpovídající počátku hroucení profilu štěriny (vlevo) a konečné fázi ztráty stability profilu štěriny (vpravo), kdy výpočet ztratil konvergenci. Pohled zezadu

Závěr

Matematické numerické simulace mohou velmi pomoci při vývoji nových produktů anebo při detailní analýze produktů stávajících, ale ve většině případů je nutné výpočty podpořit experimentálními daty. V uvedeném příspěvku je popsán postup návrhu validačních experimentů a jejich simulací. V případě přípravku pro zkoušení kritických částí žebříků simulace stály za změnou návrhu tohoto přípravku. Dále se součinností s materiálovým výzkumem budeme schopni lépe predikovat případy, kdy může dojít k selhání zásahového žebříku a tak upravit metodiku jejich testování a tím předejít případným úrazům.

Použitá literatura

- [1] ŠPANIEL, M.; DOUBRAVA, K.; KUŽELKA, J.; SHÁNĚL, V.: *Výzkumná zpráva s výsledky řešení v roce 2016 - Výzkumný projekt č. VI20162020021: Zvýšení bezpečnosti zásahových žebříků pro, Praha 2017.*

Bibliografie:

D

SHÁNĚL V., ŠPANIEL M., DOUBRAVA K. KUŽELKA J.: ***Vývoj metodiky pro zvýšení 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