

POŽIARNODELIACE KONŠTRUKCIE A ICH MATERIÁLOVÉ ZLOŽENIE

STANISLAVA GAŠPERCOVÁ¹, LINDA MAKOVICKÁ OSVALDOVÁ², AGNES IRINGOVÁ³

Abstract — *With the growing demands of the construction increases the importance of the individual properties of building materials. The quality of construction as well as its performance capabilities, appearance and longevity is influenced mainly by the quality of materials and methods of their application. Therefore, it is appropriate to know the basic features and application possibilities of the construction materials. In addition to the properties of construction materials are an essential criterion in the selection of building materials and their prices since this largely contributes to the total cost of the building. The paper deals with comparing the effectiveness and prices of various kinds of building materials used for construction požiarodeliace.*

Keywords — *fire barrier, price, building materials, fire resistance, effectiveness of fire partition construction*

Abstrakt — *S narastajúcimi požiadavkami na stavby narastá aj význam jednotlivých vlastností stavebných materiálov. Kvalita stavby ako aj jej úžitkové vlastnosti, vzhľad a životnosť je ovplyvňovaná najmä kvalitou použitých materiálov a spôsobom ich aplikácie. Z toho dôvodu je vhodné poznať základné vlastnosti a aplikačné možnosti jednotlivých stavebných materiálov. Okrem vlastností stavebných materiálov sú základným kritériom pri výbere stavebných materiálov aj ich cena nakoľko táto sa vo veľkej miere podieľa na celkovej cene objektu. Príspevok sa zaoberá porovnaním účinnosti a ceny rôznych druhov stavebných materiálov používaných na požiarodeliace konštrukcie.*

Kľúčové slová — *požiarodeliaca konštrukcia, cena, stavebný materiál, požiarová odolnosť, účinnosť požiarodeliacej konštrukcie*

ÚVOD

Stavebné materiály sú látky s vhodnými fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami používané na stavebné účely. Veľmi široký je nielen sortiment stavebných materiálov ale aj ich materiálové zloženie. Ako príklad

môžeme uviesť materiály na prírodnej báze (drevo, kameň), odpady z priemyselnej výroby (troska, popolček, piliny, atď.). Podstatnú časť stavebných materiálov zaraďujeme medzi priemyselne vyrábané materiály ako napríklad keramika, cement, vápno, sklo, kovy a pod.

V súčasnej stavebnej výrobe sa používa veľmi široká škála výrobkov a materiálov, ktoré veľmi odlišne reagujú na pôsobenie ohňa pri požiari a môžu významnou mierou ovplyvňovať intenzitu požiaru a tým aj protipožiaru bezpečnosť stavieb. Stavebné látky slúžia na budovanie konštrukcií s rôznou funkciou (nosné, nenosné, požiarodeliace a iné), ale aj na ich povrchové úpravy (omietky, obklady, podlahy). Voľba materiálov má významný vplyv na funkciu stavby nielen pri jej užívaní, ale aj v prípade požiaru, a to často protichodný.

Ak konštrukcie obsahujú horľavé látky, vzniknutý požiar sa spravidla rýchlo rozšíri aj na tieto konštrukcie a v dôsledku ich horenia sa zvyšuje množstvo tepla a súčasne nastáva oslabenie až strata funkcie týchto konštrukcií. Na hodnotenie konštrukčných prvkov (častí, dielcov), napr. stien, panelov, dverí, stropov a pod. sa používa triedenie, ktoré zohľadňuje vplyv horľavých látok zakomponovaných v konštrukčných prvkoch na intenzitu požiaru a na stabilitu konštrukcie.

1. POŽIARNA ODOLNOSŤ NOSNÝCH A POŽIARNODELIACICH KONŠTRUKCIÍ

Požiarová odolnosť konštrukcie stavby, požiarneho uzáveru alebo zaveseného podhládu je schopnosť konštrukcie odolávať účinkom požiaru počas určitého času tak, aby nenastalo porušenie jej funkčných vlastností [1].

Nosné a požiarodeliace konštrukcie v stavbe musia mať preukázanú schopnosť odolávať takým teplotám, ktoré sa vyskytujú pri požiaroch.

Požiarová odolnosť konštrukcie sa hodnotí kritériami a časom v minútach. Pre jednotlivé konštrukcie sa stanovuje minimálny požadovaný čas požiarnej odolnosti niektorou z hodnôt tejto stupnice požiarnej

¹ Stanislava Gašpercová, Ing., PhD., ŽU v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, ul. 1. mája 32, 01026 Žilina, stanislava.gaspercova@fbi.uniza.sk, 041/5136796

² Linda Makovická Osvaldová, doc., Bc., Ing., PhD., ŽU v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, ul. 1. mája 32, 01026 Žilina, linda.makovicka@fbi.uniza.sk, 041/5136796

³ Agnes Iringová, doc., Ing., PhD., ŽU v Žiline, Stavebá fakulta, Univerzitná 8215/1, 01026 Žilina, agnes.iringova@fstav.uniza.sk, 041/5135749

odolnosti: (15), (20), 30, (45), 60, 90, 120, 180, (240) a (360) minút.

Hodnoty v zátvorkách vyjadrujú neštandardné hranice hodnôt požiarnej odolnosti konštrukcií na špeciálne použitie.

Skutočná požiarna odolnosť konštrukcií sa stanovuje preukaznou skúškou v skúšobnom zariadení (skúšobnej peci), v ktorom sa dosahuje teplota porovnateľná s teplotou pri skutočných požiaroch.

Na hodnotenie požiarnej odolnosti konštrukcií sa používajú tieto kritériá a symboly [2]:

- R nosnosť a stabilita,
- E celistvosť (čas do vzniku trhlín, otvorov, schopných šíriť požiar),
- I tepelná izolácia (teplota meraná na neohrievanej strane konštrukcie),
- W izolácia riadená radiáciou (hustota tepelného toku na neohrievanej strane),
- M predpokladané zvláštne mechanické vplyvy (mechanický náraz pri požiari),
- C vybavenie uzáverov zariadením na samozatváranie,
- S konštrukcie s osobitným obmedzením preniku dymu (prestup splođín).

V prípade požiarodeliacich konštrukcií musia byť zabezpečené minimálne požiadavky EI(EW) v prípade nenosných konštrukcií a v prípade nosných konštrukcií REI(REW). Kritériá v zátvorkách vyjadrujú nižšie nároky na konštrukcie z hľadiska zabezpečenia tepelnej izolácie a smú sa používať len vo vybraných prípadoch stanovených v právnych predpisoch.

2. MATERIÁLY POUŽÍVANÉ NA POŽIARNODELIACE KONŠTRUKCIE

Požiarodeliace konštrukcie môžeme vyhotoviť z rôznych druhov stavebných materiálov. Najčastejšie používané sú sadrokartón, keramika a oceľobetón. Každý z nich má svoje dobré aj zlé vlastnosti, ktoré sa môžu pri rôznych výrobcach zvyrazňovať alebo naopak potláčať a je len na stavebníkovi aký si z veľkého množstva ponúkaných výrobkov alebo materiálov vyberie a čo je ešte preňho akceptovateľný nedostatok [3].

2.1 Betónové konštrukcie

Betón všeobecne patrí k nehorľavým materiálom a podľa [4] je klasifikovaný do triedy reakcie na oheň A1 pre konštrukcie a A1_{fl} pre podlahy bez potreby skúšania. Vzhľadom na to, že pri požiari vznikajú vysoké teploty tieto môžu značnou mierou ovplyvniť

jeho fyzikálne a mechanické vlastnosti. Návrh betónových konštrukcií na účinky požiaru stanovuje [5], kde v časti 2 sú stanovené návrhové hodnoty tepelných a mechanických vlastností materiálu pri požiari.

Pri nevystuženom betóne je ovplyvnenie fyzikálnych vlastností betónu vzrastom teploty závislé na zmene vlastností použitého spojiva a plniva. Zmena vlastností spojiva najmä pri portlandských cementoch nastáva vplyvom vypudzovania vody čo má za následok zmršťovanie betónu až o 0,5 % jeho objemu, ktoré narastá hlavne pri vyšších teplotách okolo 500 °C, kedy vznikajú už nevratné objemové zmeny. Niektoré druhy plniva sa zvýšenou teplotou vypaľujú (vápence), niektoré pukajú (kremene, kremence), iné sa tavia (trosky). Kombinácia týchto dvoch typov zmien, kde zvyšovaním teploty dochádza k zmenšeniu objemu spojiva a zároveň zväčšovaniu objemu plniva zapríčiňuje vznik miestnych vnútorných napätí na styku spojiva a plniva spôsobí zníženie súdržnosti týchto dvoch zložiek betónu nielen pri tepelnom namáhaní ale aj po jeho vychladnutí [6].

Okrem fyzikálnych vlastností ovplyvňuje zvýšená teplota aj mechanické vlastnosti betónu ako napríklad jeho pevnosť alebo pružnosť. Pri zahriatí betónu na približne 100 °C sa začína odparovať voľná voda a čiastočne aj fyzikálne viazaná voda, čo prispieva k čiastočnému zvýšeniu jeho pevnosti s čím ale súvisí pokles modulu pružnosti. Pri teplotách viac ako 200 °C sa začína prejavovať vplyv zvýšenej teploty nakoľko sa pozvoľna znižuje pevnosť betónu. Pri betónoch s ľahkým kamenivom je teplotná hranica poklesu pevnosti nižšia a priebeh znižovania pevnosti je pozvoľnejší ako pri betónoch s kamenivom s vyššou objemovou hmotnosťou. Pri teplote okolo 400-500 °C dochádza k uvoľňovaniu chemicky viazanej vody a uvoľňovaniu väzieb následkom čoho dochádza k zníženiu pevnosti a modulu pružnosti betónu. Výnimkou sú len žiaruvzdorné betóny pri ktorých sa pevnosť mierne zvyšuje ešte pri 800 - 1 000 °C. Pri teplotách 1 500 – 1 600 °C dochádza k taveniu betónu [7].

Oceľobetón pri zvýšených teplotách je okrem spojiva a kameniva náchylný najmä na vlastnosti oceľovej výstuže. Rôzne druhy ocele reagujú na tepelné účinky odlišne. Vo všeobecnosti sa dá povedať, že ocele opracovávané za tepla sú menej náchylné na teplotné zmeny oproti oceliam opracovávaným za studena. Významný vplyv na vlastnosti oceľobetónu má aj teplotná rozťažnosť, ktorá za bežných teplôt je pre oceľ a betón takmer rovnaká ale so zvyšujúcou sa teplotou nad 100 °C sa teplotná rozťažnosť ocele začína oproti betónu zvyšovať. S tým súvisia vnútorné napätia, ktoré majú za následok pokles vzájomnej súdržnosti a trhliny vo vnútorných štruktúrach betónu. Okrem teplotnej rozťažnosti ocele má významný vplyv na súdržnosť jednotlivých zložiek betónu aj rozťažnosť kameniva použitého ako plnivo.

Na požiaru odolnosť ocelebetónu má najväčší vplyv hlavne hrúbka ochrany ocelevej výstuže tzn. prekrytie ocele vrstvou betónu. Čím hrubšia vrstva betónu chráni oceľ pred vysokými teplotami, tým dlhší čas môže oceľ odolávať prehriatiu až na kritickú teplotu (pri ktorej sa predpokladá porušenie ocelevej výstuže). Kritická teplota nepredpínanej ocelevej výstuže závisí najmä od druhu použitej ocele a pohybuje sa okolo 500 - 540 °C. Napríklad za 50 minút normového požiaru a pri hrúbke krycej vrstvy 10 mm sa oceľ zahreje na 500 °C, pri krycej vrstve 20 mm sa oceľ zahreje na 350 °C a pri prekrytí 50 mm sa oceľ zahreje na 130 °C [7].

Predpätý betón má pri zvyšovaní teploty podobné vlastnosti ako ocelebetón avšak vzhľadom na výstuž, ktorá je predopnutá sa jej kritická teplota znižuje. Pri výstužných prútoch je to okolo 400 °C a pri výstužných drótoch a lanách približne 350 °C.

Nosnú funkciu tiež ohrozuje odprskávanie betónu spôsobené zmenou skupenstva vody z kvapalného na plynné, pozri obr. 1. U dosiek a stien trámov odprskáva betón v plochách od 0,01 m² až do niekoľkých m² až do hĺbky 40 mm. Zmenšenie účinného prierezu pri predpätých konštrukciách môže zväčšiť excentricitu pôsobiaceho predpätia ako aj neúmerne zvýšenie napätia na plochu, ktoré môže spôsobiť deštrukciu prvku ešte skôr ako sa výstuž prehreje na kritickú teplotu. Okrem toho, že odprskávanie betónu spôsobuje zmenšenie účinného prierezu predpätého prvku, zvyšuje sa aj rýchlosť nárastu teploty v mieste výstuže a tým dochádza k zmenšeniu času kedy je prvok schopný odolávať účinkom vysokých teplôt.



Obr. 1.: Obnaženie výstuže stropných panelov a nosníkov po požiari [8]

2.2 Sadrokartónové konštrukcie

Výrobky zo sadry patria podľa [4] do triedy reakcie na oheň A1 pre konštrukcie a A1_{fl} pre podlahy bez potreby skúšania. Požiaru odolnosť sadrokartónových konštrukcií stanovuje [9].

Zo sadrových výrobkov sa na Slovensku najčastejšie využívajú sadrokartónové dosky a omietky s plnivom z expandovaného perlitu. Sadrokartónové dosky sa vyrábajú zo sadrovej kaše naliatej medzi dva pásy kartónového papiera. Pre ich nízku hmotnosť, ľahkú manipuláciu a suchú montáž je možné ich použiť v akejkoľvek stavbe. Protipožiarne sadrokartón sa v súčasnosti používa najmä pri prestavbách a nadstavbách budov, kde zvyšuje protipožiaru odolnosť horľavých konštrukcií a zároveň svojou hmotnosťou príliš nezaťažuje nosné časti budovy. Jeho použitie je hlavne na obklady stien a stropov ako aj podhlády či požiaromodeliace konštrukcie. Príklad ochrany drevených prvkov krovu je na obr. 2. Ako výborný spôsob zvýšenia protipožiarnej odolnosti sa využívajú najmä pri oceľových nosných konštrukciách. Hlavným spôsobom ochrany konštrukcií je okrem oddelenia konštrukcie od pásma horenia aj ochrana konštrukcie vodou parou, ktorá vzniká odparovaním chemicky viazanej vody zo sadry pri teplotách nad 100 °C a tým dochádza k spomaleniu vedenia tepla. Nevýhodou týchto obkladov je zmrašťovanie sadry pri vysokých teplotách. Tieto objemové zmeny spôsobujú vznik trhlín a tým postupné oddeľovanie vrstiev. Tomuto možno zabrániť pridaním minerálnych vlákien do hmoty.



Obr. 2.: Ochrana drevených prvkov krovu sadrokartónovým obkladom [10]

Životnosť doskových obkladov môže byť veľmi dlhá, záleží to však od podmienok v ktorých sa tieto dosky nachádzajú a od ich technického prevedenia. U menej súdržných dosiek môžu vzniknúť problémy v dôsledku kolísania relatívnej vlhkosti vzduchu, čo má za následok stratu pevnosti. V prípade mechanického namáhania dochádza k vnútornému pnutiu a následnému popraskaniu obkladov.

Požiaru odolnosť obkladov rastie s počtom jednotlivých dosiek uložených na sebe, t.j. dve dosky o hrúbke 15 mm sú pri rovnakom požiarom zaťažení funkčne vhodnejšie ako 1 doska o hrúbke 30 mm a to z dôvodu, že sa predlžuje okamih, kedy dôjde k porušeniu na prvej doske.

2.3 Murované konštrukcie

Keramické materiály radíme k nehorľavým materiálom a podľa [4] sú klasifikované do triedy reakcie na oheň A1 pre konštrukcie a A1_{fl} pre podlahy bez potreby skúšania. Návrh murovaných konštrukcií na účinky požiaru stanovuje [11], kde v časti 2 sú stanovené návrhové hodnoty tepelných a mechanických vlastností materiálu pri požiari.

Vzhľadom na to, že keramické materiály už pri svojej výrobe prechádzajú teplotami okolo 1000 °C, je ich schopnosť odolávať týmto teplotám podstatne vyššia ako pozorujeme u iných čisto prírodných materiálov, pozri obr. 3.



Obr. 3.: Murovaná časť konštrukcie po požiari [12]

Vo všeobecnosti sa keramické materiály vyznačujú nízkou tepelnou vodivosťou, čo má za následok v prípade ich vystavenia vysokým teplotám nad 1000 °C len z jednej strany, zvýšené vnútorné pnutie a odlupovanie povrchových vrstiev. Pri teplotách blízkych teplote, pri ktorej boli výrobky vypaľované a pri ich pôsobení z oboch strán konštrukcie je táto konštrukcia pri krátkej expozícii tepelného namáhania dostatočne odolná.

Odlišné vlastnosti oproti vypaľovaným keramickým výrobkom majú nepálené keramické výrobky nakoľko nezískavajú svoje konečné vlastnosti výpalom v peciach. Tuhnutie a tvrdnutie výrobkov prebieha buď za pomoci pridávaných spojív alebo stmelením jednotlivých zložiek základných surovín. K najpoužívanejším nepáleným keramickým výrobkom patria výrobky z piesku a vápna. Ako hlavná výrobná technológia sa uplatňuje formovanie a tlakové lisovanie. Pri lisovaní zároveň prebieha aj proces tuhnutia, pričom sa mení hydraulické vápno na hydrogénkremičitan vápenatý, čím materiál tvrdne. Správanie sa týchto výrobkov v ohni je negatívne ovplyvnené najmä veľkým obsahom kremičitého piesku. Charakteristické skokové narastanie objemu kremeňa hlavne pri teplote 575 °C a potom pri teplote 870 °C sa prejavuje

narušením jednotlivých vrstiev výrobkov. Tvárnice z piesku a vápna vyľahčené otvormi praskajú až do hĺbky 50 mm, preto tieto výrobky nie sú vhodné na použitie v požiarodeliacich konštrukciách. K nepáleným keramickým materiálom radíme aj iné stavivá ako napr. nepálené kremelinové výrobky, ktoré majú oproti inej nepálenej keramike dobrú odolnosť voči tepelnému namáhaniu a odolávajú teplote 800 až 900 °C [6].

3. ÚČINNOSŤ POŽIARNODELIACICH KONŠTRUKCIÍ

Účinnosť požiarodeliacich konštrukcií môžeme vyjadriť ako pravdepodobnosť s akou konštrukcia odolá účinkom požiaru do takej miery, že počas stanovenej doby neprenesie požiar mimo svojho chráneného priestoru. Pravdepodobnosť je možné vyjadriť v percentách kde sa pohybuje v rozpätí 0-100 % alebo číselne a môže nadobúdať hodnotu 0-1. Pravdepodobnosť s hodnotou 0 (0 %) znamená, že daný jav nikdy nenastane (jav nemožný), pri pravdepodobnosti 1 (100 %) naopak môžeme s istotou povedať, že daný jav určite nastane (jav istý).

Z pohľadu materiálového zloženia je podľa rôznych štúdií účinnosť požiarodeliacich konštrukcií vyjadrená v tabuľke 1.

Tab. 1.: Účinnosť požiarodeliacich konštrukcií podľa druhu použitého materiálu [13], [14]

Druh konštrukcie	UK	Australia
Murované	81 % (bez otvorov)	95 % (bez otvorov)
	29 % (s otvormi)	90 % (s otvormi)
Sadrokartónové	69 % (bez otvorov)	95 % (bez otvorov)
	29 % (s otvormi)	90 % (s otvormi)
Oceľobetónové	95 %	N

Legenda k tabuľke: N ... nehodnotený

Ako je uvedené v tabuľke 1 murované a sadrokartónové konštrukcie boli pri jednotlivých štúdiách rozdelené na konštrukcie obsahujúce otvory a neobsahujúce otvory. V prípade murovaných konštrukcií bez otvorov je účinnosť vyjadrená na 81 až 95 % všetkých prípadov požiarov budov. Z hľadiska murovaných konštrukcií, v ktorých sa nachádzajú otvory klesla účinnosť len na hodnotu 29 až 90 %. Pri sadrokartónových konštrukciách boli výsledky takmer identické ako pri murovaných konštrukciách. Veľký rozptyl hodnôt pri konštrukciách s otvormi bol podľa nás spôsobený rôznymi druhmi požiarnych uzáverov, ktorými bol otvor v požiarodeliacej konštrukcii uzatvorený. Železobetónové konštrukcie boli hodnotené

len v prípade Warrington Delphi Study, kde bola účinnosť týchto konštrukcií stanovená na 95 %.

4. CENOVÉ VYJADRENIE MATERIÁLOVÉHO ZLOŽENIA POŽIARNODELIACICH KONŠTRUKCIÍ

Priemerná cena požiarnodeľiacich konštrukcií podľa druhu stavebného materiálu je vyjadrená v tabuľke 2.

Tab. 2.: Porovnanie cien stavebných konštrukcií podľa použitého stavebného materiálu

PO	Sadrokartón [Eur/m ²]	Keramika [Eur/m ²]	Oceľobetón [Eur/m ²]
EI 30	125	N	52
EI 60	163	N	54,5
EI 90	197	42,5	57,5
EI 120	231	44,5	60
EI 180	N	47,5	64,5
EI 240	N	N	67
REI 30	125,4	N	65,5
REI 45	125,4	N	67
REI 90	207,4	57,5	67,5
REI 120	241,4	64	69,5
REI 180	N	70,1	77,5
REI 240	N	N	85,5

Legenda k tabuľke: N ... nehodnotené, PO ... požiarna odolnosť

Na základe tabuľky 2 sme zhodnotili pomer ceny stavebného materiálu a garantovanej požiarnej odolnosti, z ktorého nám vyplynulo nasledovné poradie. Najlacnejším stavebným materiálom pri požiarnej odolnosti do 180 minút je keramický materiál. Na druhom mieste sa nachádza oceľobetón a na treťom mieste je sadrokartón. Pri požiarnej odolnosti nad 180 minút nie je keramický materiál hodnotený tzn. požiarna odolnosť nie je zaručená. Pri sadrokartóne výrobcovia nezaručujú požiarnu odolnosť už pri dobe expozície 180 minút. Oceľobetón má zaručenú požiarnu odolnosť aj pri požiarnej odolnosti 240 minút [15].

ZÁVER

Porovnaním ceny a účinnosti stavebných materiálov používaných na požiarnodeľiace konštrukcie sme

dospeli k názoru, že najvýhodnejšie sú oceľobetónové konštrukcie. To isté platí aj pri porovnaní týchto konštrukcií z pohľadu ceny a ich požiarnej odolnosti. Ako druhý najvýhodnejší materiál sa javia murované konštrukcie. Posledným porovnávaným materiálom je sadrokartón.

Odporúčame pri návrhu konštrukcií do novostavieb použitie oceľobetónových alebo murovaných konštrukcií. Avšak pri rekonštrukciách odporúčame vzhľadom na vysokú objemovú hmotnosť oceľobetónu a keramiky využitie sadrokartónových konštrukcií aby sme nosné časti budov priveľmi nezaťažovali dodatočne navrhnutými konštrukciami.

POĎAKOVANIE

„Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0727-12“.

ZOZNAM LITERATÚRY

- [1] Vyhláška MV SR č. 94/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb v znení neskorších predpisov.
- [2] STN 92 0201-2: 2007: Požiarna bezpečnosť stavieb - časť 2: Stavebné konštrukcie. Bratislava: SÚTN.
- [3] Gašpercová, S., Makovická Osvaldová L. 2015. Odolnosť a účinnosť požiarnodeľiacich konštrukcií. In Advances in fire and safety engineering. Zvolen. 2015. ISBN 978-80-228-2823-9.
- [4] Vyhláška MVRR SR č. 158/2004 Z.z., ktorou sa ustanovujú skupiny stavebných výrobkov s určenými systémami preukazovania zhody a podrobnosti o používaní značiek zhody v znení neskorších predpisov.
- [5] STN EN 1992-1-2: 2007: Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-2: Všeobecné pravidlá. Navrhovanie konštrukcií na účinky požiaru.
- [6] Kačíková, D. a kol. 2011. Materiály v protipožiarnej ochrane. TU vo Zvolene. 2011. ISBN 978-80-228-2317-3.
- [7] Netopilová, M. 2004. Stavební materiály. VŠB – TU, Ostrava. 2004. ISBN 80-86634-27-2.
- [8] Obnaženie výstuže stropných panelov a nosníkov po požiari. [on-line]. [cit. 2016-10-10]. Dostupné na: http://www.promat.sk/news/a_14.htm.
- [9] STN EN 1991-1-2: 2007: Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-2: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia konštrukcií namáhaných požiarom.

- [10] Ochrana drevených prvkov krovu sadrokartónovým obkladom. [on-line]. [cit. 2016-10-10]. Dostupné na: <http://www.asb.sk/stavebnictvo/konstrukcie-a-prvky?page=13>.
- [11] STN EN 1996-1-2: 2007: Eurokód 6. Navrhovanie murovaných konštrukcií. Časť 1-2: Všeobecné pravidlá. Navrhovanie konštrukcií na účinky požiaru.
- [12] Murovaná časť konštrukcie po požiaru. [on-line]. [cit.2016-10-10]. Dostupné na: <http://www.mivn.sk/?tlacove-spravy3&sprava=poziar-romskych-chatrci-v-obci-huncovce>.
- [13] Bukowski, R.W., Budnick, E.K., Schemel C.F.: Estimates of the operational reliability of fire protection systems, In *International conference on fire research and engineering*, Society of fire protection engineers, Boston, MA, 1999.
- [14] New Zealand fire service commision: *Fire system effectiveness in major buildings*, ISBN 978-1-877539-71-8.
- [15] Gašpercová, S., Makovická Osvaldová L. 2016. Požiarnodeliace konštrukcie z pohľadu ekonomickej náročnosti. In *Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí*. Žilina. 2016. ISBN 978-80-554-1213-9.