



Urška Blumauer^{a*}, Matija Uršič^a, Nataša Knez^a, Laetitia Marrot^a

Raziskovalna dejavnost Požarnega laboratorija ZAG

^a ZAG

Ključne besede:

požarni laboratorij
raziskovalni projekti
kompozitni leseni nosilci
tirna greda
alkalne baterije
biopremazi

Povzetek

Požarni laboratorij ZAG se ukvarja tako z raziskavami za industrijo, kot z raziskavami v sklopu različnih raziskovalnih projektov v sodelovanju z drugimi raziskovalnimi inštituti ali drugimi oddelki ZAG. Predmet raziskav so med drugim razvoj različnih materialov, razvoj preizkuševalne opreme in eksperimentalno preizkušanje prototipnih proizvodov. Na nivoju materialov se izvajajo raziskave različnih požarnih karakteristik in odziva na ogenj. Pri raziskavah, opravljenih na konstrukcijskih elementih, pa se določa požarna odpornost elementa, čas izgube integritete in čas izgube izolativnosti. Za namene raziskovanja temperaturo in pomike pogosto merimo na več točkah, kot je minimalno določeno pri standardnih preskusih.

Keywords:

fire laboratory
research projects
composite timber girders
ballast track
alkaline batteries
bio coatings

Abstract

ZAG's Fire laboratory is engaged in research for industry, with national and international research institutions, and in cooperation with researchers from other departments at ZAG. The subjects of research are, among others, the development of various materials, the development of testing equipment and the experimental testing of prototype products. On the material level, various fire characteristics and reaction to fire are analysed. In research conducted on structural elements, fire resistance, the time of loss of integrity and the time of loss of insulation are determined. For research purposes, temperature and displacements are often measured in more points than the minimum specified in standard tests.

Strokovni članek

1 Uvod

V Požarnem laboratoriju ZAG med drugim poteka tudi raziskovalna dejavnost s področja požara, usmerjena v razvoj materialov in preizkuševalne opreme ter eksperimentalno preizkušanje prototipnih proizvodov.

Najožje raziskovalno ekipo sestavljajo raziskovalci z izobrazbo s področja fizike, kemije, računalništva in informatike ter gradbeništva. Ta znanja se dopolnjujejo s sodelovanjem z raziskovalci, vključenimi v projekt FRISBE (Fire-safe sustainable built environment), raziskovalci drugih oddelkov ZAG in različnimi zunanjimi partnerji, kot sta na primer Fakulteta za gradbeništvo in Geodezijo (UL FGG) in Jelovica hiše d.o.o.

V zadnjih nekaj letih se po svetu aktivno izvajajo raziskave na področju obnašanja lesa v požaru, obnašanja baterij pri povišanih temperaturah in vpliva fotovoltaičnih panelov na požarno varnost objektov. Aktualni raziskovalni projekti Požarnega laboratorija ZAG se na različne načine dotikajo prav vsake izmed navedenih tem. V nadaljevanju predstavljamo

nekaj sedanjih in nekaj novih raziskovalnih projektov, ki se odvijajo v sklopu različnih notranjih in zunanjih sodelovanj.

2 Požarna odpornost kompozitnih lesenih nosilcev iz cementno-ivernih plošč

V sodelovanju med Jelovica hiše d.o.o. in Odsekom za lesene konstrukcije ZAG so bili v preteklih letih za izboljšanje trajnosti lesenih montažnih objektov zasnovani škatlasti kompozitni leseni nosilci, sestavljeni iz masivnega lesenega okvirja in stojin iz odpadnih lesnih plošč, nastalih pri proizvodnji lesenih montažnih objektov. Posebnost nosilcev je v uporabi cementno-ivernih plošč v konstrukcijske namene, ki jih v literaturi razen za stenske panele [1] ni najti. Šest metrov dolgi kompozitni nosilci so bili predhodno preizkušani pri sobni temperaturi [2], s čimer so bile določene njihove mehanske lastnosti. V Požarnem laboratoriju je bila nato v sodelovanju z Oddelkom za raziskave požarno varnega in trajnostno grajenega okolja ZAG (FRISBE) in Odsekom za

* Korespondenčni avtor ✉ urska.blumauer@zag.si

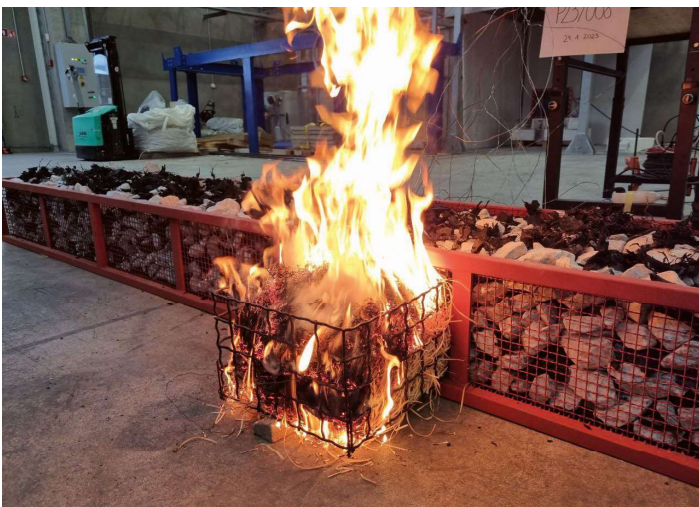
lesene konstrukcije ZAG zasnovana shema preiskav pod vodstvom dr. Mete Kržan, univ. dipl. inž. grad. S preiskavami je bila določena požarna odpornost 4 m in 6 m dolgih kompozitnih nosilcev, različne sestave. Sistematično je bil analiziran vpliv izbranih parametrov zasnove na požarno odpornost. Pri 4 m dolgih nosilcih so bili obravnavani trije različni primeri zasnove kompozitnega lesenega nosilca, in sicer: (i) nosilca s stojinami iz cementno-ivernih plošč, (ii) nosilca s stojinami iz cementno-ivernih plošč, dodatno obloženega z mavčno kartonskimi ploščami in (iii) nosilca s stojinami iz OSB-plošč, dodatno obloženega z mavčno kartonskimi ploščami. Pri 6 m dolgih nosilcih je bil obravnavan primer (ii). Pri eksperimentalnih raziskavah se je poleg določitve požarne odpornosti nosilca merila temperatura znotraj lesenega dela nosilca in na stikih med različnimi materiali z namenom, da bi podatke uporabili pri kasnejšem numeričnem modeliranju obnašanja nosilca med izpostavljenostjo povišanim temperaturam. Na sredini vsakega nosilca se je med testom meril pomik.



Slika 1: Kompozitni leseni nosilci pred oblaganjem z mavčno kartonskimi ploščami, osebni arhiv U. Blumauer.

3 Požarna odpornost kamenega agregata tirne grede z dodatkom reciklirane gume

Naslednji raziskovalni projekt se navezuje na reševanje pomanjkanja dovolj kakovostnega kamenega materiala za vgradnjo v tirne grede v Sloveniji in z morebitnim izboljšanjem vibracijskih lastnosti tirnih gred z uporabo ustreznega elastičnega materiala. Vedno pomembnejše postaja tudi varčevanje s kakovostnimi surovinami in iskanje nadomestnih sekundarnih ali odpadnih materialov. Zaradi teh izzivov se je na Odseku za geotehniko ZAG predlagalo dodajanje manjšega deleža reciklirane odpadne gume, pridobljene iz pnevmatik, v tirno gredo. Takšna mešanica predstavlja dodaten potencial dušenja vibracij, ki jih povzročata železniški promet. Po drugi strani se je pojavilo vprašanje izpiranja delcev gume v okolje in morebiten vpliv gume v tirni gredi na povzročitev in širjenje požara pri zaviranju vlaka, pri katerem lahko izletavajo žareče iskre in odpadajo žareči deli zavor. V Požarnem laboratoriju ZAG je bil nato v sodelovanju z Oddelkom za raziskave požarno varnega in trajnostno grajenega okolja ZAG (FRISSBE) in Odsekom za geotehniko ZAG raziskovan odziv na ogenj take tirne grede pod vodstvom dr. Stanislava Lenarta, univ. dipl. inž. grad. Preliminarni rezultati kažejo, da je širjenje požara zelo omejeno in ne predstavlja grožnje, vendar so za doseg končnih rezultatov potrebna nadaljnja testiranja.



Slika 2: Tirna greda z dodatkom reciklirane gume (zgoraj) in odziv na ogenj (spodaj), osebni arhiv U. Blumauer.

4 Polnilne alkalne baterije

Z razvojem in porastom uporabe obnovljivih virov energije se je povečalo zanimanje za uporabo baterij. Z uvajanjem zakonodaje, ki poleg sončnih celic zahteva tudi akumulatorske kapacitete za hranjenje presežka te energije, je požarna varnost baterij vedno pomembnejša, saj tako v poslovno kot domače okolje uvaja akumulatorje visokih kapacitet brez pravih izkušenj, ki so potrebne tako za njihovo namestitev kot za uporabo. Najpogostejše različice litijevih baterij, kot so Li-ionske in LiPo, se ob preboju posamezne celice ali razpadu separatorja v celici (kar se zgodi pri temperaturi okoli 150 °C) lahko vžgejo. Zaradi nenehnega dotoka energije in kisika je treba baterije po vžigu potopiti v vodo, da jih lahko pogasimo. Če to ni mogoče, je treba vse preostale baterije hladiti, da ne pride do njihovega vžiga. V sodelovanju med Politehnično Univerzo v Milanu (prof. Benedetto Bozzini), Centrom za raziskave sončne energije in vodika iz Ulma (dr. Emanuele Marini), Laboratorijem za kamen, agregat in reciklirane materiale ZAG in Oddelkom za raziskave požarno varnega in trajnostno grajenega okolja ZAG (FRISSBE) je bilo raziskovano požarno obnašanje polnilnih alkalnih baterij na osnovi cinka in manganovega oksida pod vodstvom dr. Ulises Rojas-Alva. Polnilne alkalne baterije na osnovi cinka in manganovega oksida so sorodnice klasičnih AA/AAA baterij. Rezultati raziskav kažejo, da so polnilne alkalne baterije varne, saj ne kažejo na pojav toplotnega pobega, ki se zgodi v Li-ionskih baterijah. Pokazalo se je, da celice polnilnih alkalnih baterij eksplodirajo pri temperaturi okoli 300 °C, kar je

Iz požarnega laboratorija

pri okoli 150 °C višji temperaturi kot pri Li-ionskih baterijah. Po eksploziji so bile baterije analizirane z rentgensko tomografijo (izvaja dr. Lucia Mancini, Oddelek za materiale ZAG) in s klasično kemijsko analizo z namenom, da bi kvalitetno opredelili razgradnjo polnilnih alkalnih baterij po izpostavljenosti povišanim temperaturam.



Slika 3: Polnilne alkalne baterije v generičnih ohišjih, osebni arhiv U. Blumauer.

5 Odziv smrekovega lesa, premazanega z oljnim premazom in dodatkom biooglenega prahu, na ogenj

Vedno večje stremenje k uporabi lesa v gradbene namene in skrb za kvalitetno bivalno okolje spodbujata razvoj novih premazov za les, temelječih na naravnih materialih. V sodelovanju z Oddekom za raziskave požarno varnega in trajnostno grajenega okolja ZAG (FRISSBE), je bil preizkušan smrekov les, premazan z oljnim premazom: (i) brez dodatkov, (ii) z dodatkom 10 % biooglenega prahu in (iii) z dodatkom 20 % biooglenega prahu, pod vodstvom dr. Laetitia Marrot. Pri tem se je raziskoval vpliv premazov na požarne lastnosti smrekovega lesa. Vzorci so bili preizkušani s konusnim kalorimetrom pri različnih obremenitvah s toplotnim tokom, pri čemer so se primerjali čas vžiga, sproščena toplota in dim. Ugotovljeno je bilo, da se pri merjenih toplotnih obremenitvah čas vžiga smrekovega lesa podaljša, če je premazan z oljnim premazom, in skrajša, če je temu premazu dodan bioogleni prah. Ta ugotovitev je vodila do naslednjega koraka, kjer so bili obstoječemu premazu z dodatkom biooglja dodane biomakromolekule fosforja, ki predstavlja zaviralca gorenja, da bi določili sinergijske vplive na požarne lastnosti smrekovega lesa.



Slika 4: Smrekov les z nanosom oljnega premaza (levo), z dodatkom 10 % biooglenega prahu (sredina) in z dodatkom 20 % biooglenega prahu (desno), osebni arhiv U. Blumauer.

6 Novi raziskovalni projekti

V začetku leta 2023 je bil pripravljen načrt raziskovalnih projektov, ki se bodo odvijali v tekočem letu v sodelovanju z domačimi in tujimi raziskovalnimi organizacijami in z drugimi oddelki ZAG. Med drugim bo potekala eksperimentalna kampanja dinamike požara v požarnem sektorju, obdanim z lesom, (pod vodstvom dr. Andrea Lucherini), nadaljevalo se bo raziskovanje polnilnih alkalnih baterij s poudarkom na načrtovanju njihove sestave z namenom izboljšanja požarne varnosti (pod vodstvom dr. Ulises Rojas-Alva) ter sproščanje kronično strupenih plinov v slabo prezračevanem okolju (pod vodstvom dr. Matije Uršiča, mag. kem.). V sklopu doktorske disertacije pa bo raziskovana dinamika požarov na sistemih fotovoltaičnih panelov (pod vodstvom Nika Rusa, mag. inž. teh. var.).

7 Zaključek

Raziskovalna dejavnost Požarnega laboratorija ZAG poteka pretežno na področju obnovljivih virov energije. Vključuje se v različne faze razvoja produkta, od razvoja novih materialov do njihovega prototipnega testiranja. Najaktualnejše raziskave so bile opravljene na kompozitnih lesenih nosilcih, tirni gredi, polnilnih alkalnih baterijah in premazih na osnovi olj. Z razvojem lastne raziskovalne opreme se bo nabor možnih testiranj v prihodnosti še povečal, predvidoma se bo razširil tudi nabor testiranj materialov oziroma konstrukcijskih elementov.

Literatura

- [1] Kržan, M., Pazlar, T., Ber, B. Improved seismic response of light-frame-timber panels with cement-particle-board sheathing of various thicknesses and different configurations of fasteners. *Engineering structures*, Feb. 2022, vol. 253, doi: 10.1016/j.engstruct.2021.113757.
- [2] Kržan, M., Pazlar, T., Grašič, I., Ber, B. Kompozitni nosilci iz odpadnih lesnih plošč, pritrjenih na masivni leseni okvir z mehanskimi veznimi sredstvi. Zbornik: 42. Zborovanje gradbenih konstrukterjev Slovenije: Rogaška Slatina, 7.-8. 10. 2021. Ljubljana: Slovensko društvo gradbenih konstrukterjev. Cop. 2021, str. 133-142.