



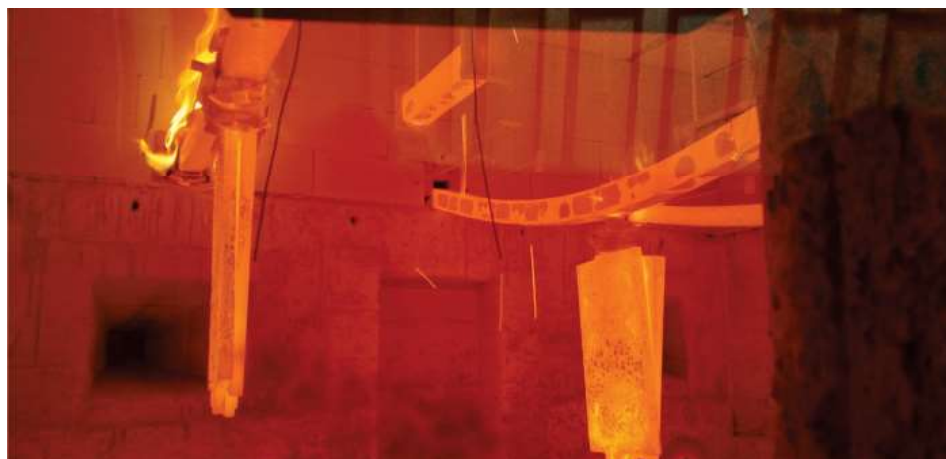
Delo požarnega raziskovalca na fakulteti

Z Jakubom Šejno sem se pogovarjala Anita Ogrin, spremno besedilo je pripravil Tomaž Hozjan

V okviru raziskovalnega projekta *Stohastični model oglenjenja lesa v pogojih naravnega požara*, ki ga izvajamo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FG) skupaj s Fakulteto za gradbeništvo Tehniške univerze v Pragi, (CVUT Praga), je v Ljubljani od avgusta do decembra 2022 gostoval češki požarni raziskovalec, Jakub Šejna. V okviru tega projekta je tako v decembru 2022 sodeloval pri eksperimentalnih raziskavah v požarnem laboratoriju ZAG v Logatcu. Opravljena je bila prva serija testov oglenjenja masivnega in lepljenega lesa na horizontalni peči, kjer so bili leseni elementi izpostavljeni izbrani požarni krivulji. Druga serija eksperimentalnih preiskav je predvidena spomladi 2023, prav tako v požarnem laboratoriju ZAG v Logatcu. V pogovoru Jakub Šejna, ki je že zaposlen na CVUT v Pragi obenem pa je tudi doktorski študent, predstavi delo požarnega raziskovalca na fakulteti na začetku karijerne poti.



Slika 1: Jakub Šejna in njegova žena, prav tako požarna raziskovalka, Daniela Šejnová Pitelková na Veliki planini. (Foto: Jakub Šejna, osebni arhiv)



Slika 2: En izmed požarnih preskusov v češkem požarnem laboratoriju Pavius v okviru raziskovalnega dela Jakuba Šejne.

▀ Zakaj bi se nekdo odločil postati požarni raziskovalec?

Na kratko lahko motivacijo v splošnem povzamemo nekako tako: požarni raziskovalec bo nekdo, ki v tem uživa in ga to zanima. Če naj povem še, zakaj sem jaz postal požarni raziskovalec, pa je to že malo daljši in podrobnejši odgovor.

Ves moj študij od srednje šole dalje se je vrtel okoli požarne varnosti. Že v srednji šoli sem se izobraževal za poklicnega gasilca. Tam sem se naučil ne le osnov standardov požarne varnosti v stavbah, ampak tudi naloge gasilca, kako pogasiti požar. Zatem sem študiral na Fakulteti za gradbeništvo na Češki tehnični univerzi v Pragi (CVUT), kjer sem užival v učenju naprednejših pristopov k projektiranju požarne odpornosti stavb, še posebej v modeliranju prenosa toplote po lesenih in jeklenih nosilnih elementih. Na to so močno vplivali moji učitelji, še posebej Kamila Cábová, Lukáš Blesák in profesor František Wald, ki so si pogosto vzeli čas in mi pokazali bolj zapletene pristope k modeliranju prenosa toplote po konstrukciji ali možnosti modeliranja požarov na podlagi raziskovalnih rezultatov. Skratka, med študijem na univerzi sem se ukvarjal tudi z načrtovanjem požarne varnosti v stavbah in opazil sem lahko, da so v standardih določene varnostne rezerve. Tako sem postopoma odkrival, kdaj je primerno pri projektiranju uporabiti naprednejše metode. Prof. Wald me je tekom mojega magistrskega študija povabil k sodelovanju pri raziskavah modeliranja gorenja lesa, kar je prav tema, ki me je najbolj zanimala.

Ko mi je nato prof. Wald ponudil še možnost sodelovanja pri nadaljnjih raziskavah na področju pasivne požarne zaščite jeklenih elementov, obenem pa je bila to tudi tema moje magistrske naloge, sem vedel, da je kariera raziskovalca prava zame.

► Katere kompetence mora po vašem mnenju imeti raziskovalec ali raziskovalna ekipa na področju požara in požarne varnosti?

Ta odgovor je odvisen od tega, ali gre za bolj teoretične raziskave z namenom odkrivanja novih računskih metod in postopkov modeliranja ali gre za bolj praktične raziskave, ki se ukvarjajo s funkcionalnostjo neke točno določene rešitve oziroma produkta in kjer se lahko rezultati eksperimenta neposredno uporabijo pri njegovem razvoju. Sam sem bolj teoretični raziskovalec, ki se trudi vzpostaviti primerno naprednejšo metodologijo projektiranja varnih konstrukcij za inženirje v praksi. Tako je, na primer, moja naloga dokazati, ali lahko gorljiva zaščitna obloga izboljša požarno odpornost negorljivega nosilca ali ne. Moje ugotovitve se nato lahko uporabijo pri novih izdajah standardov ali v knjigi, na primer v priročniku za inženirje v praksi.

Zato se mi zdi pomembno, da požarni raziskovalec postopoma pridobiva znanje, ne le iz standardov, ampak predvsem iz požarnih eksperimentov in naprednejšega modeliranja. Standardi določajo varno in preprosto projektiranje, vendar so z uporabo standardov nosilni elementi bolj masivni, kot bi lahko bili pri uporabi postopkov požarnega inženirstva. Velikokrat lahko že samo uporaba najnovejših ugotovitev iz znanstvenih člankov in knjig pripomore k bolj poglobljenemu razumevanju razlik med projektiranjem po poenostavljenih metodah v standardih in med projektiranjem po naprednejših metodah.

Največja prednost našega oddelka za jeklene in lesene konstrukcije na CVUT je, da ga ne sestavljajo samo strokovnjaki enega področja (ne samo strokovnjaki za projektiranje pri normalnih temperaturah, ne samo strokovnjaki za požar, ne samo strokovnjaki za mostove...). Nasprotno. Naši strokovnjaki sodelujejo v mednarodnih ekipah pri evropskih projektih, v različnih komitejih za projektiranje pri normalnih temperaturah in za požarno varno projektiranje, za določanje obtežb in za analizo gradbenih materialov (jekla, sovprežnih konstrukcij iz jekla in betona, lesa, stekla). Ponudimo lahko strokovno svetovanje, podkrepjeno z eksperimenti, preskuse materialov pri normalnih temperaturah in v pogojih požara, simuliramo lahko poškodbe konstrukcij in tudi obremenilne preskuse mostov v pogojih požara. Ocenimo lahko nosilnost konstrukcije po požaru in predlagamo ukrepe za sanacijo.

► Katere so prednosti in slabosti dela na fakulteti (za požarnega raziskovalca)?

Najhujša stvar za mladega raziskovalca je prvi neuspeh, trenutek, ko preskus ne gre povsem po načrtih in mu na primer ne uspe potrditi rešitve, ki se je na prvi pogled zdela odlična za požarno zaščito. Čeprav so na primer delni preskusi pokazali odlične toplotnoizolacijske lastnosti nekega materiala in njegovo celovitost (da ne razpoka), se lahko izkaže, da se tega zaščitnega materiala ne bo dalo nanesti s predvidenim postopkom. V tem trenutku je razočaranje veliko, ker smo preskušali odličen material, a ga ni mogoče enostavno uporabiti, zato so potrebne nadaljnje raziskave in preskusi. Obenem pa raziskovalec pridobi veliko izkušenj in začne razmišljati drugače.

Lahko pa se izkaže ravno obratno, pozitivno, ko pri raziskavah potrdimo neko rešitev ali se neka ideja izkaže povsem nad pričakovanji. Še sploh v primerjavi z uveljavljenimi praksami, kjer ti vsi govorijo, da

neke nove, nevsakdanje ideje nima smisla preskušati. Kot primer lahko tu navedem leseno protipožarno oblogo za jeklene nosilne elemente.

► Kako poteka financiranje raziskav?

Teoretične raziskave potekajo v skladu z odobrenim proračunom. Jasno je, koliko je zagotovljenih sredstev za raziskovalce in materiale, znano je predvideno število eksperimentov. Problem lahko nastane, če kakšen eksperiment ne gre po načrtih ali če se ugotovi, da bi bili dodatni eksperimenti koristni. Po drugi strani lahko pri naših raziskavah obnašanje eksperimenta do določene mere predvidimo z numeričnimi modeli pred izvedbo preskusa in se tako pripravimo na mnogo težav, ki bi sicer lahko pokvarile preskus. Seveda so pri tem pomembne izkušnje in kilometrini, zato je posebno na začetku pomembno sodelovanje s profesorji in celotno ekipo.

"Najhujša stvar za mladega raziskovalca je prvi neuspeh, ko preskus ne gre povsem po načrtih... Obenem pa raziskovalec pridobi veliko izkušenj in začne razmišljati drugače."

Ko si na začetku, je težko dobiti sredstva za financiranje raziskave. Lahko bi se reklo, da je ta izziv del poklica. Zelo natančno je treba pripraviti vlogo, določiti cilje, ki jih želiš z ekipo z raziskavo doseči, in cilje, ki bi lahko bili doseženi z obsežnejšim financiranjem. V vlogi moraš upoštevati, da ni nujno, da bodo zagotovljena celotna želena sredstva. Pripraviti je potrebno plan B, ki še vedno sledi ciljem raziskave, vendar ima namesto nekaterih eksperimentov več numeričnega modeliranja ali uporabe verjetnostnih metod. Zame osebno je mogoče najtežji problem to, da je delo vedno vezano na projekt, sredstva so na primer zagotovljena za 5 let. Med projektom

je treba torej razmišljati vnaprej in pripravljati vloge za prihodnje projekte in dolgotrajnejša sodelovanja. Po drugi strani pa je nadaljnje sodelovanje lažje, če si mladi raziskovalec pridobi zaupanje svojih profesorjev, saj ga bodo želeli v raziskovalni ekipi. Mladi raziskovalec je na začetku odličen delavec, ki samo pripravlja podatke in modele, o katerih nato drugi razpravljajo, ob tem pridobiva izkušnje in znanje, tudi za pisanje zaključnih poročil projektov in za pripravo vlog za nove projekte. Sčasoma mu je zaupana vedno večja odgovornost in višji položaj. Pridobivanje lastnih projektov je potem ob pomoči ekipe profesorjev lažje.

▶ Lahko primerjate vaše običajno raziskovalno delo na Češkem z izkušnjo, ki ste jo imeli med trimesečnim raziskovalnim gostovanjem v Sloveniji?

Odlično je bilo delati s sodelavci, ki imajo drugačen pogled na modeliranje in drugačne izkušnje, kot jih imam sam, če pogledamo na primer samo na področje uporabe računalniških programov. Predvsem mi je bilo všeč, ker sem se lahko z njimi pogovarjal o predlaganih rešitvah za načrtovani eksperiment. V drugih stvareh se delo zame ni veliko razlikovalo od običajnega, še posebej, ker sem odkril, da imamo Čehi in Slovenci podobne značajne lastnosti in se v smislu sodelovanja zame ni praktično nič spremenilo. Morda smo se v Sloveniji malo pogosteje šalili, ampak to predvsem na račun tega, da smo več časa v laboratoriju pripravljali vzorce za eksperiment.

▶ Na katerih raziskovalnih področjih delujete zdaj?

Zdaj delam na dveh glavnih temah. Na področju požarne odpornosti lesenih konstrukcij s svojo ekipo raziskujem primere naravnih požarov, upoštevamo torej fazo ohlajanja in možnost morebitnega



Slika 3: Spenjanje zaščitne lesene OSB-obloge okoli jeklenega nosilca pred požarnim preskusom v češkem požarnem laboratoriju Pavirus. (Foto: CVUT)

ponovnega vžiga. S tem bi bilo mogoče bolje opisati obnašanje lesene konstrukcije v požaru, ki še ni zajel celega požarnega sektorja, ampak se počasi širi. To znanje bi lahko uporabili pri naprednem modeliranju. Moja doktorska disertacija, ki jo pripravljam pod mentorstvom prof. Walda, pa obravnava zaščito jeklene nosilne konstrukcije pred požarom z lesenimi oblogami ali materialom na osnovi lesa. Pri tej raziskavi se srečujemo z omejitvami v čeških standardih. Zaščita jeklene konstrukcije z lesom povzroči časovni zamik pri segrevanju jekla in s tem podaljša požarno odpornost jeklenega elementa. Češki standardi se lahko razlagajo tudi tako, da s to rešitvijo povečamo gorljivost nosilne konstrukcije in s tem povzročimo, da je celotna stavba manj požarno varna. Sodeč po rezultatih eksperimentov in validiranih numeričnih modelov pa se je ta zaščita izkazala za zelo uporabno.



Raziskovalni projekt Stohastični model oglenjenja lesa v pogojih naravnega požara

Pri vsakodnevnih inženirskih problemih je naključnost parametrov prisotna skorajda vsepovsod. To pomeni, da dejanska vrednost posameznega parametra ni vnaprej določena, ampak je precej naključna in se običajno naključno spreminja glede na območje problema. Modeliranje oglenjenja lesa ni nobena izjema, saj so pri tem problemu prisotni številni naključno porazdeljeni parametri.

Pri določanju hitrosti oglenjenja lesa z naprednimi numeričnimi modeli sta možna dva pristopa: determinističen in stohastičen. Danes se večinoma uporablja enostavnejši deterministični pristop, pri katerem ima vsak vhodni parameter točno določene (deterministične) vrednosti. Vsi možni scenariji so zaradi stohastične narave parametrov do neke mere upoštevani s karakterističnimi ali srednjimi vrednostmi stohastičnega parametra. Drugi, bolj zapleten, stohastični pristop upošteva, da je vrednost stohastičnega parametra naključna in se naključno spreminja glede na domeno problema. Upoštevanje stohastične narave problema običajno znatno poveča numerično kompleksnost. Zato ni naključje, da se ta pristop v praksi zelo redko uporablja, še posebej pri oglenjenju lesa, kjer so ključni parametri modela poleg tega zelo občutljivi. V projektu je raziskovana naključna narava teh parametrov. Vsak naključni parameter bodisi izvira iz testov bodisi iz obstoječe literature. S statistično obdelavo vsakemu parametru dodelimo verjetnostno porazdelitveno funkcijo, kar nato predstavlja osnovo za razvoj stohastičnega modela oglenjenja lesa v pogojih naravnega požara. S tako razvitim stohastičnim modelom oglenjenja lesa bo možno kritično oceniti deterministične stopnje oglenjenja, kar do sedaj ni bilo možno.

Najlepše se zahvaljujemo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, ki je finančno podprla delo s sklepom št. N2-0183 in preko temeljnega raziskovalnega projekta (programa Mehanika konstrukcij) št. P2-0260. Projekt sofinancira tudi češka raziskovalna agencija GAČR.



Slika 3: Robert Pečenko (UL FGG) in Jakub Šejna (CVUT) med pripravami na preskus v Požarnem laboratoriju ZAG. (Foto: Jakub Šejna, osebni arhiv)

► **Napisali ste tudi knjigo z naslovom Požární odolnost dřevěných konstrukcí (Požarna odpornost lesenih konstrukcij). Kaj vas je motiviralo za pisanje?**

Moje mnenje je, da je treba informacije predati naprej. Ko sem začel podrobno študirati lesene konstrukcije v požaru, sem bral veliko tuje literature. Moj cilj je bil torej zbrati vse informacije iz primerno izbranih virov za češke požarne strokovnjake in projektante na enem mestu. Znanje, ki sem ga zbral, sem skupaj s sodelavcem Lukašem Blesákom združil v knjigo, ki sledi projektiranju lesenih konstrukcij v požaru po Evrokodih. V knjigi sva poudarila razlago postopkov s primeri iz raziskav in naprednega modeliranja. Izdala sva jo v češčini, da bo uporabna za češke projektante. V tuji literaturi in praksi se napredni pristop pogosto uporablja za projektiranje požarno odpornih konstrukcij, ne samo za jeklo, sovprežne konstrukcije iz jekla in betona ali za armiranobetonske konstrukcije, ampak vedno bolj tudi za lesene konstrukcije. Te so za projektiranje po poenostavljenih metodah najpreprostejše, za projektiranje po naprednih metodah pa najbolj zapletene. V šestih mesecih po izidu sva že prejela odziv projektantov, da jim je knjiga pomagala in da zdaj večkrat projektirajo lesene konstrukcije tudi z uporabo bolj podrobnih računskih postopkov in ne le z uporabo preglednic.

Ko sva se s soavtorjem dogovorila, da napiševa knjigo, sva opravila tudi raziskavo trga, da bi ugotovila, kdaj je bilo nazadnje izdano kaj na temo požarne odpornosti lesenih konstrukcij. Ugotovila sva, da že zelo dolgo ni bilo nič. Znanje o lesenih konstrukcijah se hitro razvija in znanje, zbrano v klasičnem učbeniku, ki ga je prof. Wald je izdal ob vpeljevanju Evrokodov leta 2005, je bilo treba razširiti – ne le za študente. Tudi v tujini izhajajo nove izdaje knjig o lesenih konstrukcijah v požaru, dopolnjene z najnovjšimi spoznanji (na primer Buchanov priročnik Structural Design for Fire Safety).

► **Kakšna je po vašem mnenju prihodnost lesenih stavb na Češkem?**

Če gledamo samo primarne vire energije se zdi les v primerjavi z jeklom v smislu trajnostne gradnje dobra izbira. Na Češkem lahko opazimo postopno povečevanje števila lesenih stavb. S stališča čeških standardov imajo lesene stavbe precej več omejitev kot na primer v Skandinaviji. Strinjam se z omejitvami, ampak obenem se mi zdi pomembno jasno povedati, da bi po mojem mnenju lahko te omejitve počasi zmanjševali. Tako bi lahko počasi povečali dovoljeno višino lesenih stavb. Lesene stavbe so v smislu požarne varnosti zelo občutljiva tema. Na Češkem danes verjetno ni mogoče zgraditi večnadstropne lesene stavbe. S stališča požarne varnosti so kritični detaili in zaradi slabih detailov je lahko odziv celotne stavbe v požaru zelo slab. Lahko bi začeli razpravljati o tem, da bi dovolili gradnjo lesenih stavb z enim nadstropjem več ob upoštevanju najnovjših znanstvenih dognanj, ampak tega ne moremo vezati na zahtevo po uporabi naprednih metod. Pomembno je nadaljevati ozaveščanje strokovne javnosti o razvoju in novih znanjih.

► **Katera država se vam zdi najbolj zanimiva za požarnega raziskovalca?**

Nemogoče se je odločiti za eno državo; vključene so in vedno bodo vključene številne države. Pogosto so najpomembnejše ali najbolj revolucionarne raziskave plod dela mednarodnih ekip. Sam sem na začetku sicer iskal navdih pri skandinavskih državah in Veliki Britaniji, zdaj pa na področju požarnih raziskav tesno sodelujemo s sodelavci iz Slovenije, Francije in Finske.