



Sabina Huč<sup>1,2</sup>



Anita Ogrin<sup>1</sup>



Tomaž Hozjan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani

<sup>2</sup>Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani

# Požarno varno projektiranje in metode požarnega inženirstva

## Povzetek

V prispevku so na kratko podani rezultati in ugotovitve razvojnoraziskovalne naloge z naslovom Požarno varno projektiranje in metode požarnega inženirstva, ki jo je naročil URSZR in je potekala v obdobju od junija 2021 do junija 2022. Izdelava naloge je bila v celoti financirana iz sredstev Požarnega sklada. Naloga je bila razdeljena v pet faz. Prve tri faze so bile namenjene vsebinskemu delu razvojnoraziskovalne naloge in so na kratko povzete tudi v tem prispevku. Četrta in peta faza sta bili namenjeni diseminaciji (to je razširjanju informacij o sami nalogi in

njenih rezultatih, objavam na spletu in v tiskani obliki), predstavitvi rezultatov in oddaji končnega poročila. Pri razvojnoraziskovalni nalogi so sodelovali: Tomaž Hozjan (UL FGG), Andrej Fojkar (FojkarFire), Aleš Jug (GZS), Aleš Drnovšek (Ekosystem), Simon Schnabl (UL FKKT) in Sabina Huč (UL FKKT).

**Ključne besede:** požarna varnost, fakultete, študijski programi, inženirske metode, protipožarni ukrepi, evakuacijski ukrepi,

## Uvod

Za kakovosten nivo požarne varnosti je treba poleg aktualnega in rednega izobraževanja inženirjev požarne varnosti zagotoviti aktualen in kakovosten študij tega področja študentom, da bodo na teh temeljih postali odgovorni in kompetentni inženirji požarne varnosti. Danes v Sloveniji ni specialističnega študija požarne varnosti, namesto tega so vsebine požarne varnosti na tehničnih fakultetah večinoma vključene v obliki posameznih predmetov na 1. stopnji (dodiplomski program) ali na 2. stopnji (magistrski program) študijskega programa. Podobna zgodba je tudi v tujini in opažamo, da so vsebine požarne varnosti večinoma primarno vključene v študij gradbeništva. Tudi pri nas se nekaj vsebin s področja požarne varnosti predava na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG). Precej vsebin s področja požarne varnosti je v Sloveniji v študijskem programu Tehniška varnost, ki ga izvaja Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo (UL FKKT). Nekaj osnov oziroma krajših vsebin najdemo pri posameznih predmetih na Fakulteti za arhitekturo (UL FA), vsebine, specifične za ladijske požare, pa na Fakulteti za promet in pomorstvo (UL FPP).

V okviru razvojnoraziskovalne naloge smo poleg predmetnikov omenjenih fakultet Univerze v Ljubljani pregledali pred-

metnike na Univerzi na Primorskem, Univerzi v Novi Gorici in Univerzi v Novem mestu. Na teh univerzah obsežnejših vsebin v smislu samostojnega predmeta s področja požarne varnosti nismo zasledili. Pregledali smo tudi predmetnike na nekaterih tujih fakultetah, za katere smo imeli informacije, da zajemajo vsebine požarne varnosti. Te fakultete so:

- Fakulteta za gradbeništvo, Tehniška univerza v Pragi (Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, CVUT), Češka,
- Fakulteta za gradbeništvo, arhitekturo in informacijsko tehnologijo, Univerza v Queenslandu (Faculty of Engineering, Architecture and Information Technology, University of Queensland), Avstralija,
- Univerza v Edinburgu (University of Edinburgh), Velika Britanija,
- Univerza v Lundu (Lund University), Švedska,
- Magistrski študijski program Požarna varnost, Danska tehniška univerza, (Technical university of Denmark, DTU), Danska,
- Univerza v Leedsu (University of Leeds), Velika Britanija,
- Univerza za uporabne znanosti Zahodna Norveška, (Western Norway University of Applied Sciences, HVL), Norveška,

- Norveška univerza za znanost in tehnologijo (Norwegian University of Science and Technology, NTNU), Norveška,
- Univerza v Worcesteru (Worcester Polytechnic Institute), ZDA in
- Univerza v Marylandu (University of Maryland), ZDA.

Dodatno smo analizirali specialistični magistrski program s področja požarne varnosti z naslovom International Master of Science in Fire Safety Engineering (IMFSE), ki ga skupaj izvaja več evropskih fakultet.

V nadaljevanju prispevka najprej predstavimo požarne vsebine na fakultetah v Sloveniji. Nato na osnovi analiz tujih študijskih programov predstavimo 10 različnih vsebinskih sklopov s področja požarne varnosti in požarnega inženirstva. Ti vsebinski sklopi predstavljajo širše področje požarne varnosti, ki naj bi ga študenti med študijem tudi spoznali. Na koncu v primerjalni preglednici podamo pokritost posameznih področij na obravnavanih slovenskih in tujih študijskih programih. Poleg analiz študijskih programov so bila v okviru razvojno-raziskovalne naloge analizirana tudi strokovna izobraževanja, ki pa jih v tem prispevku ne predstavljamo.

## Požarne vsebine na fakultetah v Sloveniji

V tem poglavju predstavljamo pregled vsebin s področja požarno varnega projektiranja in metod požarnega inženirstva (v nadaljevanju požarne vsebine). Predmetov, ki niso neposredno povezani s požarnimi vsebinami ne podajamo oziroma ne opisujemo njihove vsebine. Vsebina posameznega predmeta je povzeta po učnem načrtu. Kjer je mogoče, pri predmetih navajamo tudi t.i. kreditne točke (KT), ki odražajo obseg posameznega predmeta glede na celoten študijski program. V Evropski Uniji (EU) imenujemo KT tudi ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System), pri čemer je 60 ECTS ekvivalentno enoletnemu študiju. Dodiplomski programi se običajno izvajajo v obsegu 180 ECTS (oz. 3 leta), magistrski pa v obsegu 120 ECTS (oz. 2 leti). Študijski programi v EU vsebujejo obvezne in izbirne predmete, kar je tudi navedeno pri posameznem predmetu. Za iskanje dodatnih informacij so navedene spletne povezave do obravnavanih študijskih programov.

## Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani

Na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani vsebujejo požarne vsebine posamezni predmeti v okviru dodiplomskega in podiplomskega študija, in sicer na 1. stopnji

študija Operativno gradbeništvo, 2. stopnji študija Gradbeništvo in 2. stopnji študijske smeri Stavbarstvo. V spodnji tabeli podajamo kratek povzetek učnih vsebin.

Preglednica 1: Požarne vsebine na UL FGG.

Predmet	Študijski program	KT (ECTS)	Povzetek
Požarna odpornost konstrukcij	Operativno gradbeništvo 1. stopnja	5 izbirni	Splošno o požarnem inženirstvu. Pregled osnovnih pojmov. Osnove razvoja požara. Evropski gradbeni standardi in predpisi. Poenostavljeni modeli požarov. Račun požarne odpornosti gradbenih elementov skladno s standardi Evrokod.
Požarna varnost	Gradbeništvo 2. stopnja	6 izbirni	Splošno o požarnem inženirstvu. Razvoj in dinamika požara. Evropski standardi in predpisi. Požarna obtežba. Modeli standardnih in naravnih požarov. Predstavitev ciljnega načina projektiranja požarne varnosti. Računsko ugotavljanje požarne odpornosti nosilnih konstrukcij skladno s standardi Evrokod in naprednimi računskimi metodami.
Požar	Stavbarstvo 2. stopnja	6 Obvezni	Osnove razvoja požara. Predpisi in tehnične smernice s področja požarne varnosti. Načrtovanje požarne varnosti objektov skladno s TSG. Modeli standardnih in realnih požarov. Ukrepi aktivne požarne zaščite. Evakuacijske poti, sistemi AJP. Ukrepi pasivne požarne zaščite. Vpliv visokih temperatur na lastnosti materialov. Osnove uporabe naprednih metod požarnega inženirstva pri načrtovanju požarne varnosti stavb.

Povezava do študijskega programa Operativno gradbeništvo, 1. stopnja:

[https://www.fgg.uni-lj.si/wp-content/uploads/2021/02/1000345\\_Operativno-gradbenistvo\\_BA\\_ucni-nacrti\\_2021-2022.pdf](https://www.fgg.uni-lj.si/wp-content/uploads/2021/02/1000345_Operativno-gradbenistvo_BA_ucni-nacrti_2021-2022.pdf)

Povezava do študijskega programa Gradbeništvo, 2. stopnja:

[https://www.fgg.uni-lj.si/wp-content/uploads/2021/02/1000348\\_Gradbenistvo\\_MA\\_ucni-nacrti\\_2021-2022.pdf](https://www.fgg.uni-lj.si/wp-content/uploads/2021/02/1000348_Gradbenistvo_MA_ucni-nacrti_2021-2022.pdf)

Povezava do študijskega programa Stavbarstvo, 2. stopnja:

[https://www.fgg.uni-lj.si/wp-content/uploads/2021/02/1000350\\_Stavbarstvo\\_MA\\_ucni-nacrti\\_2021-2022.pdf](https://www.fgg.uni-lj.si/wp-content/uploads/2021/02/1000350_Stavbarstvo_MA_ucni-nacrti_2021-2022.pdf)

**Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo – smer Tehniška varnost, Univerza v Ljubljani**

Na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani so požarne vsebine del univerzitetnega (1. stopnja) in magistrskega (2. stopnja) študijskega programa Tehniška varnost. Univerzitetni študijski program se izvaja 3 leta v ob-

segu 180 ECTS, magistrski študijski program Tehniška varnost pa 2 leti v obsegu 120 ECTS. Požarne vsebine so del obveznih in izbirnih učnih vsebin. V spodnji preglednici je podan povzetek požarnih vsebin.

Preglednica 2: Požarne vsebine na UL FKKT.

Predmet	Študijski program	KT (ECTS)	Povzetek
Osnove tehniške in požarne varnosti	Tehniška varnost 1. stopnja	10 obvezni	Požarne vsebine v pribl. 1/3 do 1/2 predmeta. Nezgode in požari: potek nezgode ali požara, analiza, preprečevanje, preventiva. Analiza varnosti in požarne varnosti: načini in orodja za analizo, metode. Zakonodaja: veljavni domači predpisi na področju varnosti, ustrezni evropski in drugi tuji predpisi. Statistični pregled: vzroki za nastanek nezgode ali požara (čas, stanje obratovanja itd.), požari na industrijskih objektih, požari na objektih, kjer se zbira večje število ljudi, požari na stanovanjskih hišah, požari na prometnih sredstvih, požari v naravi. Študija požarne varnosti: pregled glavnih točk, vloga študije pri zagotavljanju požarne varnosti.
Gorenje in dinamika požara	Tehniška varnost 1. stopnja	5 obvezni	Gorenje: definicija gorenja in trikotnik gorenja, mehanizem gorenja plinov, mehanizem gorenja tekočin, mehanizem gorenja trdnih snovi, tlenje in žarenje, samodejni razkroj, samovžig trdnih in tekočih snovi, produkti gorenja. Gorenje s plamenom. Potek požara po objektih: razvoj požara, značilne krivulje poteka požara. Eksplozivno gorenje: vrste eksplozij, vzroki za eksplozije in mehanizmi, izračun tlaka. Požari v posebnih okoljih. Klasifikacija požarov.
Odkrivanje in gašenje požarov	Tehniška varnost 1. stopnja	5 obvezni	Sistemi in naprave za odkrivanje in javljanje požara. Sistemi in naprave za prenos signala in alarmiranje. Sistemi in naprave za kontrolo dima pri požaru. Gašenje. Gozdni požari. Prenosne naprave in oprema za gašenje. Notranja in zunanja hidrantna mreža in oskrba z vodo. Sprinklerski sistemi. Drugi vgrajeni sistemi za gašenje z vodo. Vgrajeni sistemi za gašenje s peno. Vgrajeni sistemi za gašenje s plini.
Požarna varnost v objektih	Tehniška varnost 1. stopnja	5 izbirni	Koncept požarne zaščite v objektih. Ukrepi za preprečevanje širjenja požara z objekta na objekt. Ukrepi za preprečevanje širjenja požara po objektu. Požarni sektorji in požarno nevarnejši prostori. Preventivni in zaščitni ukrepi zaradi nevarnosti eksplozivnega gorenja. Evakuacijske poti in izvedba. Vzroki večjih nezgod v proizvodnji s primeri.
Požarna varnost	Tehniška varnost 2. stopnja	5 obvezni	Aktivna in pasivna požarna zaščita. Ukrepi za preprečevanje širjenja požara po objektu. Obnašanje materialov in konstrukcij ob požaru. Izbor požarnih scenarijev. Napoved razvoja požara po fazah. Izbor in izračun projektne požarne varnosti. Ocena požarne nevarnosti. Izdelava koncepta požarne varnosti. Način projektiranja požarne varnosti s klasičnimi in alternativnimi predpisi. Postopek projektiranja požarne varnosti s požarnovarnostnim inženirstvom. Analiza rezultatov izračunov projektne požarne varnosti. Metode požarnovarnostnega inženirstva. Uporaba računalniških programov v požarnem projektiranju.
Požarni praktikum	Tehniška varnost 2. stopnja	5 izbirni	Varnost v požarnem laboratoriju. Vrste požarnih preskusov. Preskusi v majhnem merilu. Čas, potreben za vžig materiala ob pilotnem plamenu ali iskri. Analiziranje toplotnega toka. Princip porabe kisika. Izvajanje meritev ob vertikalnem vzorcu. Obdelava podatkov. Statistično vrednotenje podatkov. Zanesljivost meritev. Preskusi v naravnem merilu. Preučevanje obnašanja materialov pri požaru z metodami termične analize.

Požarnovarnostna analiza objektov	Tehniška varnost 2. stopnja	5 izbirni	Splošno o požarnem inženirstvu. Pregled osnovnih pojmov. Evropski standardi in predpisi. Ukrepi aktivne in pasivne požarne zaščite za preprečevanje širjenja požara po objektu glede na namembnost objekta. Požarna obtežba. Modeli standardnih in realnih požarov. Evakuacijske poti, sistemi za javljanje in gašenje. Vpliv visoke temperature na lastnosti materialov. Temperaturno polje konstrukcije. Računsko ugotavljanje požarne odpornosti lesenih, armiranobetonskih in jeklenih nosilnih konstrukcij po poenostavljenih postopkih skladno z Evrokodi. Analiza konstrukcije po požaru, ocena poškodovanosti objekta.
-----------------------------------	--------------------------------	--------------	--

Študijska programa Tehniške varnosti poleg požarnih vsebin, navedenih v zgornji preglednici, vsebujeta tudi druge strokovne predmete, ki jih lahko vsebinsko povežemo s požarnimi vsebinami kot npr. Osnove materialov, Analize tveganja, Var-

nost v strojništvu, Nevarne snovi, Numerična in računalniška orodja v varnosti, Strojni in gradbeni elementi, Elektrotehnika in varnost, Ranljivost sistemov, Intervencije in reševanje, Človeški in organizacijski faktorji.

Povezava do univerzitetnega študijskega programa Tehniška varnost (1. stopnja):

<https://www.fkkt.uni-lj.si/sl/studij/bolonjski-studijski-programi-1-stopnje/univerzitetni-studijski-program-tehniska-varnost-20212022/#c1451>

Povezava do magistrskega študijskega programa Tehniška varnost (2. stopnja):

<https://www.fkkt.uni-lj.si/sl/studij/bolonjski-studijski-programi-2-stopnje/magistrski-studijski-program-tehniska-varnost-20212022/#c1461>

## Fakulteta za arhitekturo, Univerza v Ljubljani

Na Fakulteti za arhitekturo Univerze v Ljubljani so požarne vsebine vključene v posamezne predmete v okviru dodiplomskega in podiplomskega študija, in sicer pri predmetu Splošna varnost, ki se izvaja na enovitem magistrskem študiju

arhitekture in na 1. stopnji študijskega programa Urbanizem. Predmet Požarna varnost grajenega okolja je del doktorskega študijskega programa Arhitektura. V spodnji tabeli podajamo kratek povzetek obeh predmetov.

Preglednica 3: Požarne vsebine na UL FGG.

Predmet	Študijski program	KT (ECTS)	Povzetek
Splošna varnost	Enovit magistrski študij arhitekture in 1. stopnja univerzitetni študijski program Urbanizem	3 Obvezni / izbirni	Sistematično preučevanje nevarnosti v grajenem prostoru in mogoči urbanistični, arhitekturni in tehnični ukrepi zaščite pred temi nevarnostmi; varnost pred požari: določitev potrebnih odmikov med stavbami, preprečevanje širjenja požara po stavbi, odvod dima in toplote, pogoji za varno evakuacijo in intervencijo; varnost pri delu; varnost pred onesnaženjem.
Požarna varnost grajenega okolja	Doktorski študijski program Arhitektura	5 Izbirni	Pri predavanjih so podrobneje obdelani trije sklopi varnostnih problemov: varnost pred požari – vzroki požarov in eksplozij, sistem varnostnih ukrepov za preprečitev požarov, za omejitev širjenja požarov, za evakuacijo in reševanje ljudi in dobrin ter za intervencijo gasilcev, protipožarne naprave, itd.; varnost pri delu – vzroki nevarnosti, ki izhajajo iz dela oziroma tehnologije in iz same zgradbe, ukrepi za odpravo in zmanjšanje nevarnosti: fizikalnih (padci, eksplozije, udari, vibracije, hrup, toplotni udar, svetlobni udar, električni udar, itd), kemičnih (dim, strupene in jedke snovi, itd.) bioloških in drugih; varnost pred onesnaženjem – vzroki onesnaženja zraka, vode in zemlje, ukrepi za odpravo nevarnosti onesnaženja okolja, čistilne naprave.

Povezava do študijskega programa Urbanizem:

<https://www.fa.uni-lj.si/wp-content/uploads/22-23-USU-SLO-brosura.pdf>

Povezava do doktorskega študijskega programa Arhitektura:

<https://www.fa.uni-lj.si/wp-content/uploads/22-23-DRSA-SLO-brosura.pdf>

## Fakulteta za pomorstvo in promet, Univerza v Ljubljani

Na Fakulteti za pomorstvo in promet Univerze v Ljubljani (UL FPP) so požarne vsebine del strokovnega (1. stopnja) študij-

skega programa Pomorsko strojništvo. V spodnji preglednici je podan povzetek požarnih vsebin.

Preglednica 4: Požarne vsebine na UL FPP.

Predmet	Študijski program	KT (ECTS)	Povzetek
Varnost na ladji	Pomorsko strojništvo 1. stopnja	5 obvezni	Teorija gorenja, viri vžiga, gorljiva snov. Nevarnosti požara in širitev požara. Protipožarne straže. Postopki na ladji v primeru požara. Sistemi za odkrivanje požara na ladjah. Sredstva za gašenje različnih tipov požarov z vajami. Vrste in namestitve protipožarne opreme na ladjah in varni izhodi. Preprečevanje, nadzor in gašenje požara na ladji;

Povezava do magistrskega študijskega programa Pomorsko strojništvo (1. stopnja):

[https://www.fpp.uni-lj.si/studij/1-stopnja/pomorsko-strojnistvo-\(vss\)--ladijsko-strojnistvo-\(vss\)/](https://www.fpp.uni-lj.si/studij/1-stopnja/pomorsko-strojnistvo-(vss)--ladijsko-strojnistvo-(vss)/)

### Analiza učnih vsebin požarne varnosti in požarnega inženirstva na slovenskih in tujih univerzah

Namen te analize je bil ugotoviti zastopanost ključnih vsebin oziroma vsebinskih sklopov s področja požarnega inženirstva in požarno varnega projektiranja v analiziranih učnih vsebinah na slovenskih in izbranih tujih univerzah. Rezultati analize so podani v obliki primerjalne preglednice, ki omogoča preglednejšo in lažjo primerjavo učnih vsebin in programov med seboj. Omogoča tudi neposreden pregled nad tem, katera so najpogosteje zastopana področja požarne varnosti, vključno z metodami požarnega inženirstva, in katera področja morda potrebujejo več pozornosti oziroma razvoja pri nas in v tujini.

Z analizo učnih vsebin in programov požarne varnosti in požarnega inženirstva na slovenskih in tujih univerzah smo ugotovili, katera so ključna področja oz. vsebinski sklopi s področja požarne varnosti. V nadaljevanju podajamo seznam ključnih vsebin skupaj s kratkimi opisi, ki smo jih povzeli iz analize študijskih programov doma in v tujini. Ključna področja smo razdelili na 10 vsebinskih sklopov, in sicer:

#### 1. Dinamika požara

- Dinamika požara zajema interakcijo kemije, požarne znanosti, znanosti o materialih, mehanike tekočin in prenosa toplote in vsebine, ki opisujejo različne vplive na razvoj požara: enačbe ohranjanja energije in mase, kemijo zgorevanja, toplotno degradacijo materiala, pojave rasti požara (vžig, širjenje plamena, dinamika gorenja, kalorimetrija), požare v prostorih in gašenje požara ipd.

#### 2. Požarni praktikum oz. požarni laboratorij:

- Običajno vključuje vsebine, povezane s preiskavami v požarnem laboratoriju, z namenom razumevanja razvoja požara in gorenja in pridobivanja in analize podatkov, potrebnih za izračun požarne varnosti. Teme so: varnost v požarnem laboratoriju, vrste požarnih preskusov, preskusi v majhnem merilu, čas, potreben za vžig materiala ob pilotnem plamenu ali iskri, analiziranje toplotnega toka ipd. Poleg eksperimentalnega dela je običajno zajeta tudi obdelava

podatkov, statistično vrednotenje podatkov, zanesljivost meritev in preučevanje obnašanja materialov pri požaru z metodami termične analize.

#### 3. Požarna odpornost konstrukcij:

- Splošno o požarnem inženirstvu in osnove razvoja požara. Poenostavljeni modeli požarov, požarne krivulje. Vpliv povišanih temperatur na obnašanje gradbenih materialov. Koncepti računa požarne odpornosti gradbenih elementov konstrukcij z Evrokodi ali drugimi mednarodnimi gradbenimi predpisi.

#### 4. Performančno (ciljno) projektiranje konstrukcij (osnove požarnega inženirstva):

- Definiranje performančnega oz. 'odzivnega' pristopa k projektiranju požarno varnih konstrukcij. Metode požarnega inženirstva skupaj z naprednimi računskimi orodji za račun razvoja požara, kot so conski ali napredni modeli CFD, in napredni računski modeli za račun mehanskega odziva gradbenih konstrukcij v požaru, ki omogočajo vpogled v obnašanje konstrukcij med požarom. Obnašanje gradbenih materialov pri povišanih temperaturah.

#### 5. Požarna varnost stavb, pasivna in aktivna zaščita:

- Izobraževanje na področju načrtovanja stavb skladno s predpisnim načinom, z uporabo pravilnikov in tehničnih smernic. Osnovna načela požarnega inženirstva. Zajeti so različni vidiki načrtovanja požarno varnih stavb: odkrivanje požara in preprečevanje širjenja požara po stavbi, vpliv požara na okolico, zaznavanje požarov preko alarma, nadzor dima, gašenje požara in intervencije, definiranje požarne odpornosti, evakuacija itd.

#### 6. Ocena požarnega tveganja:

- Uvod v analizo požarnega tveganja in obvladovanje tveganj. Zajeti so: koncept tveganja, metodologija analize tveganja na področju požarne varnosti, analiza negotovosti, ukrepi tveganja in ocena tveganja, zaznavanje tveganja in odločanje o tveganjih. Analize HAZID, HAZOP, LOPA.

#### 7. Napredno modeliranje (npr. CFD, modeli evakuacije):

- Definiranje požarnega inženirstva in računskih metod za napredno modeliranje v požarnem varstvu, ki vključuje modele razvoja požara (conski modeli, modeli CFD), modele CFD za razvoj in širjenja dima, modeliranje evakuacije, napredna računska orodja za račun odziva konstrukcij v požaru.
8. Gašenje požarov (tehnike, strategije, gasilna sredstva):
- Taktika, organizacija in zakonodaja. Fizikalni in kemijski pojavi, ki so osnova za odkrivanje požarov. Ročni sistemi za gašenje (požarna odeja, prenosni gasilni aparati), vgrajeni sistemi (hidranti, sprinklerski sistemi itd.), gasilske službe. Avtomatski sistemi za gašenje: sistemi na vodni osnovi, sistemi z inertnim plinom, kemični sistemi. Vozila in črpalke, cevi.
9. Požarna varnost v industrijskih objektih:
- Natančnejše načrtovanje industrijskih objektov z identificiranjem tveganj v primeru požara. Analiza nevarnih snovi v industrijskih objektih. Osnove eksplozije: detonacije, deflagracije. Procesna požarna varnost. Kontrola vžiga. Vzroki požarov in eksplozije, njihov vpliv na ljudi in materiale. Požar razlite tekočine (pool-fire). Požar curka (jet fire). Analiza preteklih nezgod. Nacionalni standardi.
10. Obnašanje ljudi:
- Človeško vedenje v požaru. Računalniško modeliranje požarov in evakuacije. DO TU

Poleg opisanih vsebin smo v primerjalno preglednico dodali tudi temeljne predmete, ki so za razumevanje področja požarne varnosti ključni, in sicer: matematiko, fiziko, kemijo in znanje s področja materialov. Omenimo še, da tudi CFPA Europe ravno sedaj na področju izobraževanja specialistov oz. strokovnjakov s področja požarnega inženirstva pripravlja novo smernico z naslovom: »Procedure to Certify CFPA-E Fire Safety Specialists in Building Design«. Eden izmed ciljev smernice je podati vsebine, ki naj bi jih strokovnjak s področja požarnega inženirstva spoznal med izobraževanjem in jih na koncu tudi obvladal. Ta smernica deli vsebine na temeljne in dodatne, aplikativne vsebine. Pri pregledu smo ugotovili, da tudi smernica med temeljnimi vsebinami navaja podobne vsebine, kot smo jih kot ključne opredelili v predstavljeni razvojnoraziskovalni nalogi (opisane zgoraj pod točkami od 1 do 6). Ostale vsebine (točke od 7 do 10) so pri CFPA Europe opredeljene kot aplikativne. Med slednje CFPA Europe uvršča tudi nekaj drugih področij, ki jih v tem poročilu nismo posebej poudarili. Dodajmo še, da se ta smernica pripravlja že dlje časa, na voljo so samo njene delovne verzije, predvideni datum izdaje pa še ni znan. To je razumljivo, saj tudi na podlagi predstavljene naloge hitro razberemo, da je področje požarne varnosti zelo široko in interdisciplinarno in ni tako preprosto določiti ključnih vsebin, saj vsako področje vpliva na požarno varnost kot celoto ne glede na to, ali analiziramo oziroma načrtujemo požarno varnost stavb, industrijskih objektov, drugih požarno zahtevnejših objektov ali analiziramo požare v naravi. Obenem

je potrebno osnovno razumevanje dinamike gorenja in obnašanja materialov v požaru.

V nadaljevanju podajamo primerjalno preglednico (preglednica 5), ki poleg temeljnih predmetov (točka 0) zajema 10 opisanih področij. Pokritost posameznih področij smo prikazali za posamezne slovenske in tuje univerze in fakultete. Podajamo še legendo oznak, ki smo jih uporabili v preglednici:

- ✓✓ oznaka pomeni, da je predmet na posameznem študijskem programu v celoti posvečen vsebinam posameznega področja,
- ✓ oznaka pomeni, da je na študijskem programu nekaj govora o določenem področju,
- ✗ oznaka pomeni, da študijski program ne zajema vsebin posameznega področja oz. je teh zelo malo.

Iz analize, podane v primerjalni preglednici, ugotovimo, da so požarne vsebine najširše vključene v mednarodnem magistrskem študijskem programu IMFSE, ki se izvaja kombinirano na naslednjih evropskih univerzah: Univerza v Ghentu, Univerza v Lundu, Univerza v Edinburgu. Poleg kombiniranega programa IMFSE imajo v tujini dokaj dobro zajet spekter različnih vsebin s področja požarne varnosti naslednje univerze: Univerza v Queenslandu, Univerza v Edinburgu in Univerza v Marylandu. V primerjavi s programom IMFSE v programe teh univerz praviloma ni vključena požarna varnost v industrijskih objektih, razlika je tudi v tem, da so nekatere vsebine zajete manj podrobno. Vidimo, da sta najmanj obsežno zastopani vsebini, ki bi se izključno posvečali obnašanju ljudi in gašenju požarov, vendar ju praviloma vsaj v osnovnem obsegu vključujejo programi vseh domačih in tujih fakultet, ki so obravnavane v preglednici. Tudi vsebina požarnega laboratorija je manj zastopano področje tako na domačih kot tujih fakultetah, kar je verjetno povezano z možnostjo (predvsem finančno) postavitve modernega požarnega laboratorija za učne namene. Zato je povezovanje med fakultetami oz. požarnimi laboratoriji še toliko bolj smiselno.

Iz primerjalne preglednice vidimo, da so v Sloveniji aktualne požarne vsebine relativno dobro zajete na dveh fakultetah Univerze v Ljubljani, in sicer UL FKKT in UL FGG. Izjema so vsebine s področja požarne varnosti v industrijskih objektih, požarnega tveganja in obnašanja ljudi, ki so vključene v manjšem obsegu v okviru ostalih vsebin. Vsekakor ugotavljamo, da imajo študenti v Sloveniji možnost priti do dobrega in širokega znanja s področja požarne varnosti. To znanje je povsem primerljivo s tistim, ki ga pridobijo študentje na nekaterih tujih fakultetah.

## Zaključek

Predstavljeni razvojnoraziskovalna naloga je omogočila podrobnejši in natančnejši pregled vsebin požarne varnosti na slovenskih in tudi tujih fakultetah. Iz opravljenih analiz lahko povzamemo ugotovitve, navedene v nadaljevanju. Pri tem omenimo, da med njimi podajamo tudi ugotovitve iz analiz strokovnih izobraževanj, ki jih v okviru tega prispevka

Preglednica 5: Primerjalna preglednica požarnih vsebin na slovenskih in tujih univerzah.

Področje	Univerza	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
		Temeljni predmeti - Matematika, Fizika, Kemija, Materiali	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Dinamika požara (Fire Dynamics)	✓✓	✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Požarni praktikum (Fire Laboratory)	✓✓	×	×	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Požarna odpornost konstrukcij	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Performančno projektiranje konstrukcij (napredne metode)	×	✓✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Požarna varnost stavb Pasivna in aktivna zaščita (ODT, odkrivanje požara in alarmiranje)	✓✓	✓✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Ocena (požarnega tveganja)	✓	×	×	✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Napredno modeliranje (npr. CFD, modeli evakuacije)	✓	✓	✓	✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Gašenje požarov (tehnike, strategije, gasilna sredstva)	✓	×	×	✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Požarna varnost v industrijskih objektih	×	×	×	×	×	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
		Obnašanje ljudi	×	✓	×	✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓

nismo posebej predstavljali in jih za-interesirani bralec lahko prebere v zaključnem poročilu naloge na spletnih straneh URSZR. Glavne ugotovitve so:

- Večina vsebin s področja požar-no varnega projektiranja in metod požarnega inženirstva na obravnavanih tujih univerzah je zajeta v okviru posameznih predmetov na študiju gradbeništva.
- V Sloveniji se poleg Fakultete za gradbeništvo in geodezijo (UL FGG) vsebine s področja požarne varnosti predavajo še na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo (UL FKKT) na smeri Tehniška varnost. V manjši meri so vključene tudi na Fakulteti za arhitekturo in Fakulteti za pomorstvo in promet, ki sta obe članici UL.
- V tujini obstaja nekaj samostojnih dodiplomskih in podiplomskih študijskih programov, ki ponujajo izobrazbo s področja požarne varnosti. Ti programi se izvajajo na Univerzi v Lundu (triletni dodiplomski program), na danski tehniški univerzi DTU (enoletni magistrski program), na Univerzi v Edinburgu (enoletni magistrski program) in na Univerzi v Marylandu (enoletni magistrski program).
- Za strokovna izobraževanja s področja požarne varnosti v Sloveniji skrbita IZS in SZPV, pri čemer jih slednje organizira več.
- Strokovna izobraževanja s področja metod požarnega inženirstva se v Sloveniji zelo redko izvajajo. V preteklosti jih je nekaj organizirala IZS. Večinoma se nanašajo na uporabo pravilnikov s področja požarne varnosti in so namenjena pooblaščenim osebam za požarno varnost v podjetjih. Izvajajo jih tudi manjša podjetja, kot so npr. CIVIS, IVD, ZVD in Agencija Poti.
- Najobsežneje so vsebine s področij požarno varnega projektiranja in požarnega inženirstva na mednarodnem magistrskem študijskem programu IMFSE, ki se izvaja kombinirano na treh evropskih univerzah, saj je področje požarne varnosti zelo široko in interdi-

sciplinarno in zato je skoraj nemogoče na eni fakulteti obravnavati vse vsebine.

- Ugotovimo, da so v Sloveniji aktualne požarne vsebine relativno dobro zastopane na dveh fakultetah Univerze v Ljubljani, in sicer na UL FKKT in UL FGG. Z združitvijo teh programov na obeh fakultetah (UL FGG in UL FKKT) in seveda z dopolnitvijo nekaterih vsebin požarne varnosti bi lahko dosegli zelo visok nivo izobraževanja s področja požarne varnosti, ki bi bil povsem konkurenčen združenim evropskim programom.
- Vsekakor ugotavljamo, da je študentom v Sloveniji ponujeno dobro in široko znanje s področja požarne varnosti. To znanje je povsem primerljivo s tistim, ki ga pridobijo študentje na nekaterih tujih fakultetah.
- V prihodnje je treba pri strokovnem izobraževanju posvetiti nekaj pozornosti tudi vsebinam s področja požar-

nega inženirstva, ki so že v dobri meri vključene v študij na slovenskih fakultetah.

Na tem mestu bi se še enkrat zahvalili URSZR in Odboru za razpolaganje s sredstvi požarnega sklada za financiranje prikazane razvojnoraziskovalne naloge, ki je omogočila boljši vpogled v vsebine požarne varnosti na slovenskih fakultetah, hkrati pa predstavila temelje oziroma osnutke za razvoj še boljših študijskih programov, na katerih bo še več vsebin s področja požarne varnosti. Tako bodo študenti imeli možnost, da že med študijem pridobijo široko in aktualno znanje s področja požarne varnosti. To znanje je, kot lahko vidimo, zelo interdisciplinarno, vsekakor zanimivo in ponuja študentom veliko možnosti za zaposlitev in poklicno kariero.

## Povabilo strokovnim delavcem za sodelovanje pri diplomskih delih študentov

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo



Na področju zagotavljanja varnega in zdravega delovnega okolja in požarne varnosti že več let zaznavam primanjkljaj kadrov, zato na vas, strokovne delavce na področju varnosti in zdravja pri delu ter požarne varnosti, naslavljam pobudo o sodelovanju pri pripravi diplomskih del študentov univerzitetnega študijskega programa Tehniška varnost na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

V študijskem letu 2022/2023 je v 3. letnik vpisanih 17 študentov, ki morajo v skladu s predmetnikom (<https://www.fkkt.uni-lj.si/sl/studij/bolonjski-studijski-programi-1-stopnje/univerzitetnistudijski-program-tehniska-varnost-20222023/>) opraviti diplomsko delo. Postopek izdelave diplomskega dela se prične z določitvijo mentorja in teme diplomskega dela, ki se mora končati novembra tekočega leta. Mentor diplomskega dela je oseba, ki ima na Univerzi v Ljubljani veljavno habilitacijo visokošolskega učitelja, najmanj z nazivom docent.

V zadnjih nekaj letih ugotavljam, da študenti, ki diplomsko delo opravijo na temo konkretnega problema, to opravijo hitreje, bolj motivirano in uspešneje. Zato vabim vse strokovne delavce na področju varnosti in zdravja ter požarnega varstva, da mi sporočite, če vas takšno sodelovanje zanima. Sodelovanje pri pripravi diplomskega dela koristi študentu, ki se seznanja z realnimi izzivi delovnega okolja in poveže teoretična spoznanja s praktičnimi primeri. Na drugi strani podjetja, ki se odločijo za sodelovanje, pridobijo možnost vpogleda v najnovejšo znanstveno literaturo, in spoznajo študenta kot potencialnega sodelavca; v okviru diplomskega dela se lahko opravijo zahtevane meritve. Seveda pridobimo tudi mentorji, ki se tako seznanimo s konkretnimi izzivi delovnega okolja in skupaj oblikujemo možne rešitve.

Podjetje običajno imenuje kontaktno osebo, ki sodeluje s študentom in mentorjem pri pripravi ciljev diplomskega dela. Praviloma naziva podjetje v diplomskem delu ne zapišemo, navede se glavna dejavnost podjetja. Lahko pa se sklene tudi tripartitna pogodba (fakulteta-študent-podjetje). Za diplomsko delo so primere konkretne teme z vseh področij tehniške varnosti (procesne, poklicne, požarne in okoljske varnosti), ki jih študent lahko opravi v nekaj mesecih letnega semestra. Študenti končajo študij z zagovorom diplomskega

dela, ki je v večini primerov avgusta ali septembra tekočega študijskega leta.

Druga možnost za sodelovanje je razpis štipendij, ki bi jih ponudili študentom 1. ali 2. letnika univerzitetnega študijskega programa Tehniška varnost. Takšno sodelovanje je priložnost, da študenta čim prej vključite v delo. Tako ima študent boljšo predstavbo o delu in nalogah strokovnega delavca na področju varnosti in zdravja pri delu ter požarnega varstva in lažje spremlja predavanja in druge oblike pedagoškega dela.

Tretja možnost sodelovanja je, da predstavite dejavnost vašega podjetja ali vaše izkušnje kot strokovnjak iz prakse. Študenti lahko v času študija izberejo predmet Praktično usposabljanje, ki poteka v podjetju. Če poznajo kakšno podjetje, je njihova odločitev oz. izbira lažja.

Z navedenim še nismo izčrpali vseh možnosti za sodelovanje, ki se lahko nadaljuje tudi na magistrskem študijskem programu, kjer je možnosti sodelovanja več in v daljšem časovnem obdobju.

Vsa vprašanja mi lahko pošljete na e-naslov [barbara.novosel@fkkt.uni-lj.si](mailto:barbara.novosel@fkkt.uni-lj.si). Lahko se pogovorimo na daljavo ali pa se kar oglasite na Večni poti 113 v Ljubljani.

Srečno, varno in zdravo delo vam želim in se veselim vaših odzivov!

S spoštovanjem,  
doc. dr. Barbara Novosel