

R. Janda, M. Dvorski, K. Vitale*

SIGURNOST STUDENATA U SVEUČILIŠNIM LABORATORIJIMA

UDK 378.147.88:331.45
PRIMLJENO: 4.7.2022.
PRIHVAĆENO: 16.1.2023.

Ovo djelo je dano na korištenje pod Creative Commons Attribution 4.0 International License



SAŽETAK: Sveučilišni laboratoriji percipirani su kao mjesta niskog rizika. Međutim, stopa vjerojatnosti nesreća u sveučilišnim laboratorijima, posebice onim koji koriste opasne kemikalije, je veća nego u industrijskim laboratorijima i postrojenjima zbog ležernijeg pristupa i neiskustva studenata. Cilj ovog rada je temeljem sustavnog pregleda literature odrediti najčešće probleme povezane sa sigurnošću studenata u sveučilišnim laboratorijima kao i načine njihova rješavanja/prevenције te donijeti preporuke koje bi se mogle primijeniti uniformno na svim sveučilištima u Republici Hrvatskoj. Sustavna pretraga elektroničkih baza podataka WoSCC, MEDLINE i Scopus provedena je u razdoblju od 1. siječnja 2017. do 7. lipnja 2022. godine. Razmatrani su samo recenzirani radovi na engleskom jeziku koji su istraživali sigurnost studenata u laboratorijima diljem svijeta. Najveći broj istraživanja odnosi se na laboratorije u kojima se koriste opasne kemikalije. Istraživanja ukazuju da studenti imaju problema s prepoznavanjem i razumijevanjem piktograma, ne poznaju svojstva osnovnih kemikalija te ne odlažu otpad u pravilne spremnike. Također, istraživanja su pokazala da na sigurnost studenata utječe i psihofizičko stanje, odnosno strah i zabrinutost zbog mogućih ozljeda te socioekonomski status, točnije neadekvatna zaštitna oprema. Studente treba educirati o propisima i praksama sigurnog rada u laboratoriju i GHS piktogramima već od srednje škole. Također, treba izraditi pravilnike o zaštiti studenata ili zaštitu studenata implementirati u postojeći zakonski okvir. Osim toga, trebalo bi izraditi i javno dostupan registar ozljeda prilikom laboratorijskih vježbi.

Ključne riječi: sveučilišni studenti, sigurnost u laboratoriju, procjena rizika, preporuke

UVOD

Sveučilišno laboratorijsko obrazovno okruženje smatra se okruženjem niskog stupnja rizika u usporedbi s industrijskim laboratorijima i postrojenjima (Marin i sur., 2019.). Međutim, i sveučilišni laboratoriji uključuju razne profesionalne opasnosti tijekom istraživačkih i nastavnih aktivnosti, koje mogu utjecati na zdravlje i sigurnost studenata i istraživača, a čine ih kemijski, fi-

zikalni, električni, mehanički, kao i ergonomske i psihosocijalni čimbenici rizika (Ozdemir i sur., 2017.). Štoviše, istraživanja pokazuju da je stopa vjerojatnosti nesreća u sveučilišnim laboratorijima 10 do 50 puta veća nego u industrijskim laboratorijima, upravo zbog činjenice da je pristup u sveučilišnim laboratorijima ležerniji (Meyer, 2012., Mugivhisa i sur., 2021.), te nije uspostavljena kultura sigurnog ponašanja, kao u profesionalnom okruženju (Schröder i sur., 2016.). Znanje i stav o sigurnosti te idealizam značajni su prediktori sigurnosne prakse pri čemu je idealizam najjači prediktor (Ren i sur., 2020.), a znanje o sigurnosti i sigurnosna motivacija izravno utječu na sigurnosno ponašanje studenata u laboratoriju. Zanimljiv je i nalaz da anksioznost studenata

*Rea Janda, mag. appl. chem., (rea.janda@snz.hr), Matija Dvorski, mag. educ. biol. et chem., (matija.dvorski@snz.hr), autor za korespondenciju, prof. dr. sc. Ksenija Vitale, (ksenija.vitale@snz.hr), Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Škola narodnog zdravlja „Andrija Štampar“, Katedra za zdravstvenu ekologiju i medicinu rada i sporta, Rockefellerova 4, 10000 Zagreb, Hrvatska.

pri radu u laboratoriju također utječe na sigurnost (*Abdullah i Aziz, 2020.*). Odbor za istraživanje kemijske sigurnosti i opasnosti (eng. *US Chemical Safety and Hazard Investigation Board, CSB*) je u razdoblju od deset godina (2008. – 2018.) pratio i zabilježio značajne ozljede i smrti u sveučilišnim laboratorijima te se stoga smatra da sveučilišni laboratoriji u konačnici mogu biti opasniji od industrijskih, promatra li se težina ozljeda (*Ménard i Trant, 2020., Mugivhisa i sur., 2021.*). Najčešće evidentirane ozljede uključuju opekline izazvane kiselinama, respiratorne probleme, iritacije kože i oka te porezotine (*Mugivhisa i sur., 2021.*). Ipak nije poznato koliki se broj nesreća dogodio u sveučilišnim laboratorijima jer metode istraživanja i analize nisu konsolidirane, a naučene lekcije iz tih nesreća ne razmjenjuju se među sveučilištima. Upravo se zbog toga nesreće istog uzroka iznova ponavljaju i ne dolazi do promjene sigurnosne paradigme, tj. većih promjena u pogledu sigurnosti u laboratorijima (*Ménard i Trant, 2020.*). Prema Abu-Siniyehu i Al-Shehriu (*2021.*), nesreće se u laboratorijima događaju zbog manjkavih propisa, loše implementacije ili nesavjesnog provođenja sigurnosnih mjera, ali i neadekvatnog ponašanja studenata uslijed nedostatnog znanja o laboratorijskoj sigurnosti. Uspostava učinkovitih sigurnosnih propisa i navika na radnom mjestu ključna je za povećanje sigurnosti studenata (*Abu-Siniyeh i Al-Shehri, 2021.*).

Dok je laboratorijska sigurnost najveći prioritet u razvijenim zemljama, ista se često zanemaruje u zemljama u razvoju koje nemaju zakonski okvir za laboratorijsku sigurnost ili ga ne provode učinkovito (*NRC, 2010.*). Neke zemlje koriste načela opisana u lokalnim *Zakonima o sigurnosti i zdravlju na radu* (eng. *Occupational Safety and Health Act, OSHA*) za zaposlenike i poslodavce kako bi se barem djelomice osiguralo sigurno i zdravo radno okruženje. Međutim, jedino australaska sveučilišta na odjelima za kemiju primjenjuju spomenuti zakon i na studente (*Mugivhisa i sur., 2021.*).

U Hrvatskoj je nejasna situacija povezana sa zakonskim okvirom koji bi bio primjenjiv za studentski rad u laboratorijima. Osim *Zakona o zaštiti na radu* i *Pravilnika o uporabi osobne zaštitne opreme*, u radu laboratorija koriste se i razni normativni dokumenti (najčešće ISO norme), koji

se samo djelomice odnose na područje sigurnosti, uglavnom kroz rizike, dok se neki dokumenti uopće ne osvrću na sigurnost djelatnika. Normirani dokumenti isključivo se odnose na djelatnike i uglavnom su nedostupni studentima (*osobna komunikacija*). Na sigurnost studenata utječe i uporaba osobne zaštitne opreme koja je upitne kvalitete. Prema *Pravilniku o uporabi osobne zaštitne opreme*, to je sva oprema koju radnik nosi, drži ili na bilo koji drugi način koristi u radu pri obavljanju poslova, tako da ga štiti od jednog ili više izvora opasnosti odnosno štetnosti koji bi mogli uzrokovati njegovu sigurnost i zdravlje.

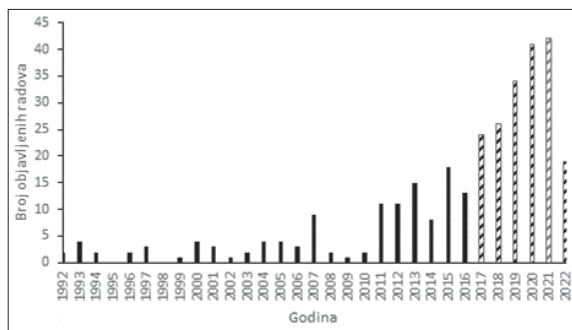
Sigurnost mora biti od najveće važnosti u nastavnim i istraživačkim laboratorijima te sastavni dio laboratorijskog obrazovanja. U laboratorijskoj nastavi, edukacija o sigurnosti je imperativ i trebala bi biti sastavni dio temeljnog obrazovnog programa stjecanja laboratorijskih vještina (*Wu i sur., 2021.*). Cilj ovog rada je temeljem sustavnog pregleda literature odrediti najčešće probleme povezane sa sigurnošću studenata u sveučilišnim laboratorijima kao i načine njihova rješavanja/prevencije te donijeti preporuke koje bi se mogle uniformno primijeniti na svim sveučilištima u Republici Hrvatskoj.

MATERIJALI I METODE

Pretraga elektroničkih baza podataka Web of Science Core Collection (WoSCC), MEDLINE (pretraga izvršena putem WoS-a) i Scopus provedena je 7. lipnja 2022. i definirana tako da se ključne riječi "STUDENT*", "SAFETY*", "LABORATORY*" nužno pojavljuju unutar sažetka članka, a ključna riječ "UNIVERSITY*" unutar bilo koje kategorije (naslov, sažetak, ključne riječi). Razmatrani su samo recenzirani članci (*Journal Article*) na engleskom jeziku u razdoblju od 1. siječnja 2017. do 7. lipnja 2022. godine. Kao što je vidljivo na slici 1., 2017. godine broj objavljenih radova značajno se povećao i od te godine kontinuirano raste. To se može objasniti činjenicom da je 2017. izašlo novo izdanje norme EN ISO/IEC 17025 koja među ostalim uključuje i procjenu rizika u svakodnevnom radu u laboratoriju. Stoga je 2017. godina izabrana kao početna godina za ovaj rad. Budući da je u prvih 6 mjeseci 2022. godine objavljen veći broj radova nego u cijeloj 2017. godini, u pretragu je

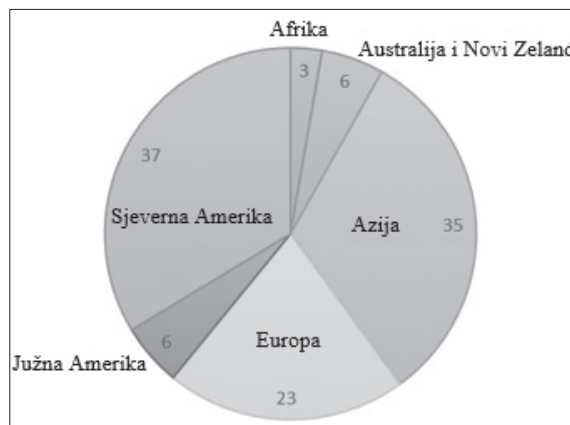
uključena i 2022. godina. Također, može se vidjeti da najveći broj radova objavljuju autori iz Sjeverne Amerike i Azije (slika 2). Na temelju sažetka rada zadržani su samo radovi u kojima je iz sažetka vidljivo da je provedeno istraživanje koje se bavi sigurnošću studenata u laboratoriju, a na temelju cjelovitog čitanja rada, izuzeti su svi oni radovi koji nisu sadržavali sljedeća četiri kriterija:

1) definiran je istraživački problem povezan sa sigurnošću studenata u laboratoriju, 2) navedeni su rizici s kojima se studenti mogu susresti zbog nepoštivanja sigurnosnih propisa, 3) navedeni su čimbenici koji utječu na sigurnosno ponašanje studenata u laboratoriju, 4) navedeni su prijedlozi kako poboljšati sigurnost studenata u laboratoriju. PRISMA dijagram toka prikazan je na slici 3.

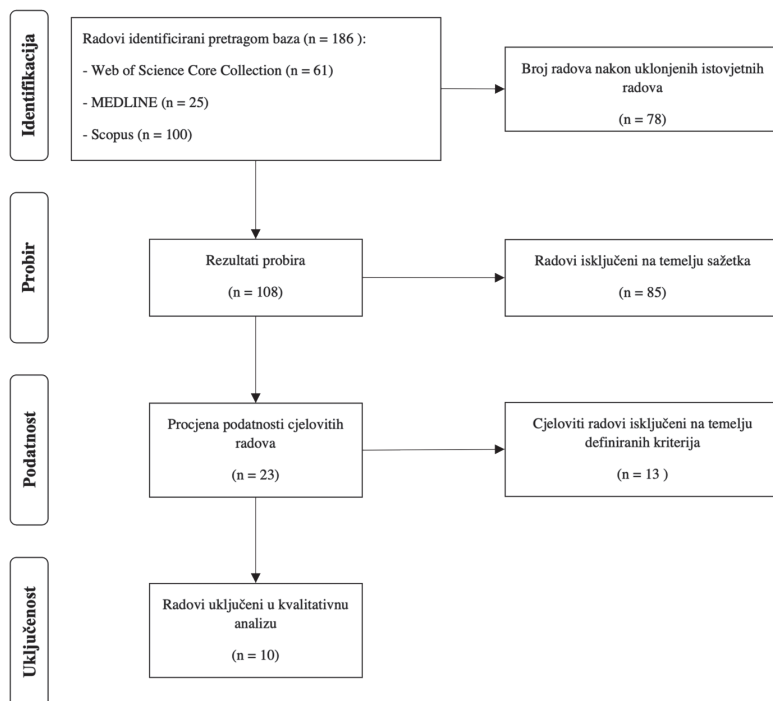


Slika 1. Broj objavljenih radova identificiranih pretragom baza WoSCC, Scopus i MEDLINE od 1992. do 2022. godine

Figure 1. The number of published articles identified by search parameters in the databases WoSCC, Scopus, and MEDLINE from 1992 to 2022



Slika 2. Broj objavljenih radova prema kontinentima
Figure 2. Number of published articles by continent



Slika 3. PRISMA dijagram toka sustavnog pregleda literature o sigurnosti studenata u sveučilišnim laboratorijima
Figure 3. PRISMA flow diagram of systematic literature review on student safety in university laboratories

REZULTATI I DISKUSIJA

Razmatrana literatura uglavnom se bavi vrstama ozljeda u laboratorijima kao i sigurnosnim ponašanjem studenata. U radovima navedenim u tablici 1. najviše je pozornosti usmjereno na sigurnost studenata u laboratorijima koji koriste kemikalije koje mogu biti eksplozivne, nadražujuće, zapaljive ili opasne za zdravlje te dovesti do onečišćenja okoliša (*Mugivhisa i sur., 2021.*).

Prilikom rada s kemikalijama studenti moraju biti upoznati s njihovim kemijskim svojstvima te potencijalnim opasnostima. Stoga je važno da studenti dobro poznaju GHS (eng. *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*) piktograme (znakove opasnosti) kako ne bi zanemarili uobičajene signale upozorenja (*Wu et al., 2021.*). Istraživanja (*Wu et al., 2021., Walters et al., 2017., Mugivhisa et al., 2021.*) ukazuju da studenti imaju problem s prepoznavanjem i razumijevanjem piktograma. Razlozi za to su teško razumljivi i pamtljivi simboli ili neprovođenje edukacije o piktogramima, kao i nepridavanje pozornosti oznakama na kemikalijama (*Walters et al., 2017.*). Ako studenti ne prepoznaju i ne razumiju opasnosti od kemikalija, neće moći adekvatno i pravovremeno procijeniti rizike i minimizirati ih odgovarajućom pripremom, što može dovesti od manjih nesreća do ozbiljnijih ozljeda, uključujući gubitak života. Zbog toga studenti moraju znati i razumjeti tipična svojstva uobičajenih opasnih kemikalija, poput kiselina, baza i soli, s kojima se mogu susresti u svojim laboratorijima (*Wu et al., 2021.*). Pokazalo se da je najproblematičniji piktogram za oksidirajuću tvar, koji ne prepoznaje 29,3 % (*Wu et al., 2021.*), odnosno 8,9 % (*Walters et al., 2017.*) ispitanih studenata. Istovremeno, 69,0 % studenata piktogram za oksidirajuću tvar zamjenjuje s piktogramom za zapaljivu tvar (*Wu et al., 2021.*). Istraživanje *Waltersa et al. (2017.)* također je identificiralo slabo prepoznavanje piktograma za kancerogenu (48,2 %) i nadražujuću tvar (23,6 %). U istraživanju koje su proveli *Mugivhisa et al. (2021.)*, samo 34 % studenata prepoznalo je sve znakove upozorenja koji su povezani s opasnim kemikalijama. Nadalje, samo 54 % studenata pregledava znakove upozorenja na posudama kemikalija prije uporabe. *Wu et al. (2021.)* provjeravali su i poznavanje svojstava jedanaest uobičajenih

kemikalija. Istraživanje je ukazalo da čak 43,5 % studenata smatra da vodikov peroksid nije toksičan, odnosno 32,8 % studenata smatra da octena kiselina nije toksična. U tom istom istraživanju, provjeravalo se i poznavanje sigurnosne prakse. Zabrinjava što čak 41,5 % studenata smatra da se u slučaju polijevanja kiseline po tijelu, koža mora neutralizirati s natrijevim hidrogenkarbonatom. Također, treba napomenuti da samo 10 % studenata koristi ispravne spremnike za odlaganje laboratorijskog otpada (*Mugivhisa i sur., 2021.*).

Istraživanja koja su provedena u laboratorijima za anatomiju istražuju problematiku formaldehida koji se koristi za konzerviranje leševa (*Ufelle et al., 2022., Foytl et al., 2020.*). *Ufelle et al. (2022.)* utvrdili su da postoji značajna povezanost između postojećih respiratornih tegoba studenata i spremnosti nošenja osobne zaštitne opreme.

Osim formaldehida u laboratoriju za anatomiju koriste se i oštri predmeti. Prilikom disekcije studenti uče rukovati instrumentima za seciranje te stječu osnovne kirurške vještine. Potencijalni rizici disekcije su ozljede ostrim predmetima i prskanje formaldehida. Ohrabrujuće je da se učestalost ozljeda među studentima viših godina studija smanjuje (*Foytl et al., 2020.*).

Većina istraživanja usmjerena je na ispitivanje kemijske sigurnosti zbog upotrebe opasnih kemikalija. Međutim, *Ponferrada i sur. (2017.)* ukazali su na potrebu educiranja studenata o sigurnosti u laboratoriju za fiziku. Njihovo je istraživanje pokazalo da dvije trećine ispitanih studenata, neovisno o godini studija ne nosi zaštitnu opremu za zaštitu sluha. Vezano uz korištenje osobne zaštitne opreme, istraživanje je pokazalo da se među studentima viših godina studija povećava i razina svijesti o važnosti uporabe iste.

U posljednje vrijeme, razvijaju se mnoge moderne tehnologije interaktivnog učenja kojima je cilj zaštita zdravlja studenata. Studenti pomoću virtualne stvarnosti i simulacija provode eksperimente u skladu sa sigurnom laboratorijskom praksom (*Li et al., 2020., Pullen et al., 2018., Dholaqiya et al., 2018., Ameri et al., 2019.*). Međutim, te bi metode bilo dobro implementirati u pripremu za laboratorijske vježbe, ali ne ih koristiti kao zamjenu za praktičan rad uživo.

U Republici Hrvatskoj nisu provedena znanstveno-stručna istraživanja povezana sa sigurnim radom studenata u sveučilišnim laboratorijima. Međutim, postoje interne skripte (*Povjerenstvo za radni okoliš i održivo upravljanje otpadom, 2021., Dabić, 2010.*) i udžbenik *Praktikum iz opće kemije (Sikirica i Korpar-Čolig, 2005.)* koje studenti koriste na laboratorijskim vježbama. Dio literature koji se koristi za laboratorijske vježbe je u zatvorenom pristupu, tj. uvid u literaturu moguć je jedino studentima, stoga prilikom izrade ovog rada takvu literaturu nije bilo moguće analizirati.

Dostupna literatura osvrće se na mjere sigurnosti, ali i na mjere pružanja prve pomoći. Međutim, utvrđeno je da se među fakultetima neke smjernice poprilično razlikuju, a neke su i zastarjele. Na primjer, u udžbeniku *Praktikumu iz opće kemije (Sikirica i Korpar-Čolig, 2005.)* te u prezentaciji Malenica Staver (2019.) i skripti Jurjević (2011.) dana je uputa da se u slučaju polijevanja kiselina po tijelu koža ispire mlazom hladne vode i potom neutralizira zasićenom otopinom natrijeva hidrogenkarbonata, što je pristup koji se više ne koristi zbog korozivnog svojstva same kemikalije. Čak štoviše, najnovija literatura savjetuje samo ispiranje hladnom vodom (*Wu et al., 2021.*). Također, u uputama za vježbe navodi se da se prije pristupanja vježbi potrebno za istu pripremiti, a na nekim kolegijima se polažu kolokviji prije svake vježbe.

S obzirom na sve navedeno, laboratorijsku literaturu trebalo bi revidirati i uniformirati na razini svih sveučilišta u zemlji, radi sigurnosti te praćenja broja i vrsta nesreća i ozljeda.

U Republici Hrvatskoj postoji registar ozljeda na radu i javno je dostupan na stranicama Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (*HZJZ, 2022.*). U 2021. godini prijavljeno je 15 589 ozljeda na radu, od kojih 13 122 na radnom mjestu. Kemijske, eksplozivne, radioaktivne i biološke tvari uzrokovale su 45 ozljeda povezanih sa specifičnim aktivnostima, 212 s poremećajem u radu, a 248 s načinom ozljeđivanja. Ove ozljede nisu

nastale samo u laboratorijima, budući da laboratoriji nisu eksplicitno kategorizirani te se evidentiraju samo za osobe u radnom odnosu. Nadalje, nije nađen javno dostupan registar ozljeda koje su studenti zadobili u laboratoriju prilikom studija. Jedan od razloga može biti nepostojanje kulture sigurnog ponašanja, kao i činjenica da za većinu lakših ozljeda nije potrebna intervencija liječnika pa se ozljeda ili sam događaj nigdje službeno ne evidentira.

Budući da studenti samostalno kupuju osobnu zaštitnu opremu, ona često nije u skladu sa sigurnosnim mjerama. Točnije, kod studenata slabijeg imovinskog statusa može se dogoditi da oprema bude izrađena od neadekvatnog materijala sa smanjenom razinom zaštite. Također, na većini se fakulteta kao zaštitna oprema koriste samo laboratorijske kute i zaštitne naočale, dok zaštitna nogu i stopala nije obvezna ili se o njoj uopće ne razmišlja. Točnije, u neke laboratorije nije dopušteno ući u kratkim hlačama, haljinama i otvorenoj obući dok se u nekima to tolerira (*osobna komunikacija i osobno iskustvo*).

Dodatni problem u Republici Hrvatskoj je zastarjelost zgrada u kojima je često zahtjevno laboratorije prilagoditi modernim metodama rada i zaštite. Osim toga, neki laboratoriji nalaze se u zgradama -spomenicima kulture u kojima je za bilo kakve preinake potrebno tražiti dopuštenje nadležnog ministarstva, a sigurnosne preinake je često nemoguće provesti zbog starosti zgrade. U nekim laboratorijima je nedovoljan broj digestora te nije moguće osigurati da svaki student svoje vježbe provodi u vlastitom digestoru u svrhu zaštite vlastitog zdravlja, ali i zdravlja cijele grupe. Digestori su prva linija sigurnosnih mjera koje čine bitan dio svakog laboratorija, u kojem se provode nastava i istraživanja, jer sprječavaju izlaganje štetnim plinovima te umanjuju opasnost od požara. Važno je napomenuti da problem s digestorima nije prisutan samo u Hrvatskoj, već su i istraživanja u svijetu pokazala da mali broj studenata koristi digestore, tek 25 % (*Mugivhisa i sur., 2021.*).

Tablica 1. Rezultati sustavnog pregleda literature o sigurnosti studenata u sveučilišnim laboratorijima**Table 1. Results of a systematic review of the literature on student safety in university laboratories**

Autori, godina	Istraživački problem	Rizici	Čimbenici koji utječu na sigurnosno ponašanje studenata u laboratoriju	Preporuke za poboljšanje sigurnosti u laboratoriju
Ufelle et al., 2022.	Ispitati učinak formaldehida na zdravlje te čimbenike koji utječu na izloženost studenata formaldehidu u laboratorijima za disekciju leševa.	<ul style="list-style-type: none"> izloženost formaldehidu 	<ul style="list-style-type: none"> svijest o štetnosti formaldehida na zdravlje 	<ul style="list-style-type: none"> informirati studente o štetnim zdravstvenim učincima izloženosti formaldehidu u laboratoriju inzistirati na korištenju zaštitne opreme
Abu-Siniyeh i Al-Shehri, 2021.	Ispitati percepciju i praksu sigurnog ponašanja u medicinskim laboratorijima.	<ul style="list-style-type: none"> nesreće uzrokovane lošom percepcijom i provedbom sigurnog ponašanja 	<ul style="list-style-type: none"> iskustvo (godina studija) spol 	<ul style="list-style-type: none"> uspostava učinkovitih propisa i navika prema sigurnosti na radnom mjestu povećati svijesti o laboratorijskoj sigurnosti provedbom strogih sigurnosnih propisa, politika i upravljanja rizikom u akademskim institucijama podučavanje o sigurnom ponašanju i praksi treba biti sastavni dio akademskih nastavnih planova i programa promicanje sigurnosne kulture i etike kroz istraživanja, radionice, poduku i obvezne online tečajeve uključivanje studenata u sigurnosne prakse kroz realnu ili simuliranu demonstraciju <i>online</i> ili uživo
Wu et al, 2021.	Utvrđiti poznavanje i razumijevanja znanja studenata o sigurnom radu u laboratoriju.	<ul style="list-style-type: none"> ozljede uzrokovane opasnim kemikalijama i laboratorijskim priborom 	<ul style="list-style-type: none"> nedovoljno poznavanje i razumijevanje značenja piktograma nerazumijevanje osnovnih svojstava kemikalija nepoznavanje postupaka u hitnim slučajevima 	<ul style="list-style-type: none"> edukacija o sigurnom ponašanju u laboratoriju treba biti uključena u nastavu
Mugivhisa et al., 2021.	Ispitati znanje studenata o sigurnom radu u laboratoriju, zaštitnim mjerama i rizicima povezanim s otrovnim kemikalijama.	<ul style="list-style-type: none"> nesreće i potencijalne štetne posljedice 	<ul style="list-style-type: none"> nedostatak znanja o sigurnom ponašanju u laboratoriju, skladištenju kemikalija i ponašanju u hitnim slučajevima nepridavanje pozornosti znakovima upozorenja 	<ul style="list-style-type: none"> opsežnija poduka o sigurnoj laboratorijskoj praksi postaviti grafičke podsjetnike o sigurnoj laboratorijskoj praksi u prostorije laboratorija

Shater i Mohammedsaleh, 2020.	Procijeniti razinu svijesti o univerzalnim mjerama opreza kod studenata medicinsko-laboratorijske tehnologije.	<ul style="list-style-type: none"> • opasnost od zaraze zbog izloženosti biološkim uzorcima (krv, urin, feces, sputum, tkivo) bolesnih pacijenata • posjekotine oštrim predmetima • izloženost štetnim kemikalijama 	<ul style="list-style-type: none"> • nedostatak informacija i nedovoljna educiranost o sigurnom ponašanju u laboratoriju 	<ul style="list-style-type: none"> • demonstracija dosljednih sigurnih praksi • cijepljenje protiv zaraznih bolesti
Foytl, 2020.	Identificirati čimbenike koji mogu utjecati na sigurnost u laboratorijima za anatomiju.	<ul style="list-style-type: none"> • ozlijede prilikom rukovanja oštrim predmetima (skalpel, igla) • prskanje formalina tijekom disekcije 	<ul style="list-style-type: none"> • iskustvo (godina studija) • nedostatak poduke o rukovanju s oštrim predmetima 	<ul style="list-style-type: none"> • standardizirana poduka o sigurnom ponašanju • smanjiti broj studenata koji istovremeno provode disekciju leša • koristiti jednokratne ili višekratne skalpele • koristiti zaštitnu opremu (odjeća, naočale)
Álvarez-Chávez i sur., 2019.	Procijeniti percepciju rizika od opasnosti u kemijskim laboratorijima.	<ul style="list-style-type: none"> • prskanja kemikalija i inhalacija kemijskih tvari tijekom laboratorijskog rada 	<ul style="list-style-type: none"> • osjećaj straha i ranjivosti • zabrinutost za ozbiljnost posljedica ozljede 	<ul style="list-style-type: none"> • uvažavanje studentske percepcije rizika
Marin i sur., 2019.	Percepcija studenata o sigurnosti u kemijskom laboratoriju.	<ul style="list-style-type: none"> • izloženost kemijskim opasnostima 	<ul style="list-style-type: none"> • strah od izražavanja vlastitog mišljenja glede sigurnosti u laboratoriju • nepropisno ponašanje nastavnog osoblja 	<ul style="list-style-type: none"> • pažljivija analiza percepcije sigurnosti svih dionika laboratorija • poboljšanje ponašanja nastavnog osoblja u skladu sa sigurnosnim propisima
Ponferrada i sur., 2017.	Ispitati svijest o laboratorijskoj sigurnosti u laboratoriju za fiziku.	<ul style="list-style-type: none"> • izloženost fizikalnim opasnostima 	<ul style="list-style-type: none"> • razina svijesti o sigurnosti • status rizika s kojima se studenti susreću u laboratoriju za fiziku • status preventivnih mjera koje učenici poduzimaju kako bi izbjegli rizik • spol • vrsta fakulteta koji studenti pohađaju 	<ul style="list-style-type: none"> • potreba za boljom edukacijom o mjerama sigurnosti u laboratoriju iz fizike
Walters i sur., 2017.	Ispitati svijest o sigurnosti u kemijskom laboratoriju, kao i stavove te sigurnosne prakse studenata.	<ul style="list-style-type: none"> • neadekvatno odlaganje otpada → učinak na okoliš i zdravlje 	<ul style="list-style-type: none"> • nedostatak znanja u područjima identifikacije opasnosti i hitnog odgovora • razina svijesti o važnosti sigurnog ponašanja 	<ul style="list-style-type: none"> • provedba edukacije o kemijskoj sigurnosti u laboratoriju • razviti svijest o sigurnosti u kemijskom laboratoriju

ZAKLJUČAK

Analizirajući probleme povezane sa sigurnošću studenata u sveučilišnim laboratorijima u svijetu i načinima rješavanja istih, te razmatrajući situaciju u Hrvatskoj smatramo da bi studenti trebali početi stjecati znanja i vještine sigurnog rada u laboratoriju već od srednje škole. Posebnu pažnju trebalo bi posvetiti laboratorijskim propisima, primjerima dobre laboratorijske prakse i značenju GHS piktograma.

Budući da se pravilnici referiraju na zaštitu djelatnika, trebalo bi izraditi pravilnike o zaštiti studenata ili zaštitu studenata implementirati u postojeći zakonski okvir. Predlagatelj izmjena propisa trebala bi biti sveučilišta kako bi se u svim sastavnicama sveučilišta primjenjivali isti standardizirani postupci. Osobna zaštitna oprema također mora biti unificirana i u skladu sa svjetskim standardima zaštite na radu u laboratorijima, a tržište nikako ne bi smjelo diktirati trendove u tom području. Ova problematika mogla bi se riješiti kroz nabavne službe fakulteta ili objedinjenom nabavom za sve fakultete na nacionalnoj razini.

Uvođenje kulture sigurnog ponašanja svakako nije lagan posao, pogotovo u zemlji u kojoj visokoškolska edukacija izlazi iz okvira državnog upravljanja i postaje tržišna kategorija. Tehnički preduvjeti za održavanje nastave moraju uključivati najviše standarde zaštite na radu u sveučilišnim laboratorijima, kao i kontinuirano praćenje indikatora kontrole kvalitete. Kao što je u znanstvenim i industrijskim laboratorijima broj i tip ozljeda indikator kontrole kvalitete zaštite na radu, tako bi i u sveučilišnim laboratorijima trebalo sustavno pratiti pojavnost tipa ozljede kao i učestalost i ozbiljnost ozljeda. Upravljačke strukture vrlo često takav tip praćenja doživljavaju kao izvor problema, mogućnost tužbe ili penalizacije, a ne kao prostor za poboljšanje. Uvođenjem kontrolnih lista, registra ozljeda i sličnih pokazatelja stvorila bi se idealna podloga za razvoj preventivnih smjernica i razvijanja sigurnog ponašanja studenata. Iako je broj studija uključenih u ovo istraživanje limitiran, istraživanja pokazuju da nerazumijevanje sigurnosnih mjera u laboratoriju može dovesti do ozbiljnih posljedica, čak i smrti, što ukazuje na potrebu ozbiljnog pristupa ovom problemu.

LITERATURA

Abdullah, K. H., Aziz, F. S.: Safety Behavior in the Laboratory among University Students, *Behav Sci*, 15, 2020., 3, 51-65.

Abu-Siniyeh, A., Al-Shehri, S. S.: Safety in Medical Laboratories: Perception and Practice of University Students and Laboratory Workers, *Appl Biosaf*, 26, 2021., (Suppl 1), 34-42.

Álvarez-Chávez, C. R., Marín, L. S., Perez-Gomez, K., Portell, M., Velazquez, L., Munoz-Osuna, F.: Assessing College Students' Risk Perceptions of Hazards in Chemistry Laboratories, *J Chem Educ*, 96, 2019., 10, 2120-31.

Ameri, A., Khajouei, R., Ameri, A., Jahani, Y.: LabSafety, the Pharmaceutical Laboratory Android Application, for Improving the Knowledge of Pharmacy Students, *Biochem Mol Biol Educ*, 48, 2019., 1, 44-53.

Dabić, P.: *Sigurnost pri radu – laboratorijske vježbe (interna skripta)*, Sveučilište u Splitu, Kemijsko - tehnološki fakultet, Split, 2010.

Dholakiya, N. D., Ferjencik, M., Schofield, D., Kubík, J.: Virtual learning for safety, why not a smartphone?, *Process Saf Prog*, 38, 2019., 2.

Foytl, J., Chisholm, F., Varsou, O.: Sharps Injuries during Dissection: A Five-Year Retrospective Study in the Context of Safety, *Anat Sci Educ*, 13, 2020., 2, 158-167.

Hrvatski zavod za javno zdravstvo: *Ozljeda na radu u Republici Hrvatskoj*, dostupno na: <http://www.hzzzsr.hr/index.php/porefesionalne-bolesti-i-ozljede-na-radu/ozljede-na-radu/ozljede-na-radu-u-hrvatskoj/>, pristupljeno 14. 10. 2022.

Jurjević, D.: *Sigurnost na radu za studente*, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2011.

Li, Z. J., Zhao, S. Q., Su, L., Liao, C. J.: Study on the operators' attention of different areas in university laboratories based on eye movement tracking technology, *IEEE ACCESS*, 8, 2020., 8262-8267.

Malenica Staver, M.: *Pravila i mjere sigurnosti za rad u kemijskom laboratoriju*, Sveučilište u Rijeci, BIOTECH, Rijeka, 2019.

Marin, L., Muñoz, F., Arvayo-Mata, K., Alvarez-Chavez, C. R.: Chemistry laboratory safety climate survey (CLASS): A tool for measuring students' perceptions of safety, *J Chem Health Safety*, 26, 2019., 6, 3-11.

Ménard, A. D., Trant, J. F.: A Review and Critique of Academic Lab Safety Research, *Nat Chem*, 12, 2020., 1, 17-25.

Meyer, T.: How about safety and risk management in research and education?, *Procedia Engineering*, 42, 2012., 854-864.

Mugivhisa, L. L., Baloyi, K., Olowoyo, J. O.: Adherence to safety practices and risks associated with toxic chemicals in the research and postgraduate laboratories at Sefako Makgatho Health Sciences University, Pretoria, South Africa, *African J Sci Technol Innov Dev*, 13, 2021., 6, 747-756.

National Research Council of the National Academies (NRC): Promoting chemical laboratory safety and security in developing countries, 2010.

Ozdemir, Y., Gul, M., Celik, E.: Assessment of occupational hazards and associated risks in fuzzy environment: A case study of a university chemical laboratory, *Hum Ecol Risk Assess*, 23, 2017., 4, 895-924.

Ponferrada, C. O., Daque, J.G., Buadlart, D. C. L., Cabigon, E. J. L., Galarpe, V. R. K. R.: Laboratory Safety Awareness Among General Physics Undergraduate Students, *Eng Technol Appl Sci Res*, 7, 2017., 6, 2324-2327.

Povjerenstvo za radni okoliš i održivo upravljanje otpadom: *Kratki vodič za održive laboratorije*, Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-bioke-mijski fakultet, Zagreb, 2021.

Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme (N.N., br. 5/21.)

Pullen, R., Thickett, S. C., Bissember, A. C.: Investigating the viability of a competency-based, qualitative laboratory assessment model in first-year undergraduate chemistry, *Chem Educ Res Pract*, 19, 2019., 2, 629-637.

Ren, X., Wang, X., Jin, X., Li, M.: The Impact of Personal Moral Philosophies on the Safe Practice of Students in Chemistry and Related Majors, *Sci Educ*, 30, 2021., 1, 67-80.

Schröder, I., Huang, D. Y. Q., Ellis, O., Gibson, J. H. & Wayne, N. L.: Laboratory safety attitudes and practices: A comparison of academic, government, and industry researchers, *J Chem Health Saf*, 23, 2016., 1, 12-23.

Shater, A. F., Mohammedsaleh, Z. M.: Awareness of Universal Work Precautions Among Medical Laboratory Technology Students, *Biosci Res*, 17, 2020., 4289-4296.

Sikirica, M., Korpar-Čolig, B.: *Praktikum iz opće kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 2005.

Ufelle, A. C., Asfaw, H., Lee, A. G., Forrest, K., Smith, T., Barchowsky, A.: Health Effects and Factors Affecting Formaldehyde Exposure Among Students in a Cadaver Laboratory, *J Environ Health*, 84, 2022., 6, 14-21.

Walters, A. U. C., Lawrence, W., Jalsa, N. K.: Chemical laboratory safety awareness, attitudes and practices of tertiary students, *Saf Sci*, 96, 2017., 161-171.

Wu, K. C., Jin, X. L., Wang, X. Y.: Determining University Students' Familiarity and Understanding of Laboratory Safety Knowledge-A Case Study, *J Chem Educ*, 98, 2021., 2, 434-438.

STUDENTS SAFETY IN UNIVERSITY LABORATORIES

SUMMARY: University laboratories are perceived as low-risk places. However, the probability rate of accidents in university laboratories, especially those using hazardous chemicals, is higher than in industrial laboratories and plants due to the more casual approach and inexperience of students. The aim of this paper is to determine the most common problems related to the safety of students in university laboratories, as well as methods of solving/preventing them, and to make recommendations that could be applied uniformly at all universities in the Republic of Croatia. A systematic search of the literature was performed through the electronic databases WoSCC, MEDLINE, and Scopus, from January 1, 2017 to June 7, 2022. Only peer-reviewed articles in English investigating student safety in laboratories around the world were considered. Most studies refer to laboratories where hazardous chemicals are used. Research shows that students have a problem recognising and understanding pictograms, do not know the properties of basic chemicals, and do not dispose of waste in the correct containers. Furthermore, research has shown that students' safety is affected by their psychophysical condition, that is, fear and concern for possible injuries, as well as socioeconomic status, specifically regarding inadequate protective equipment. Students should be educated about the regulations and practises of safe laboratory work and GHS pictograms beginning in high school. In addition, regulations on student protection should be drawn up, or student protection should be implemented in the existing legal framework. In addition, a record of injuries during laboratory practise should be created, as a basis for interventions.

Key words: *university students, laboratory safety, risk assessment, recommendations*

*Professional paper
Received: 2022-07-04
Accepted: 2023-01-16*