

# Visoko obrazovanje o informacijskoj i kibernetičkoj sigurnosti u Hrvatskoj s osvrtom na obrazovanje zdravstvenih djelatnika

Hrvoje Belani

*Ministarstvo zdravstva, Uprava za e-zdravstvo, Ksaver 200a, Zagreb, Hrvatska*

e-pošta: [hrvoje.belani@miz.hr](mailto:hrvoje.belani@miz.hr)

*Sažetak:* Kibernetičke ugroze i napadi sve su značajniji na zdravstvene sustave svijeta, s negativnim posljedicama na pružanje zdravstvene zaštite i medicinske skrbi, pa i pogubnim za zdravlje i život pacijenata. Nedostatak stručnjaka u području informacijske i kibernetičke sigurnosti, kao i digitalnih vještina zdravstvenih djelatnika vezanih uz to područje, sve su veći izazovi današnjice kako globalno, tako i u Hrvatskoj. Ovaj rad istražuje mogućnosti visokog obrazovanja o informacijskoj i kibernetičkoj sigurnosti na sveučilištima i veleučilištima u Hrvatskoj, s osvrtom na izbor kolegija, modula i nastavnih tema o informacijskoj i kibernetičkoj sigurnosti u sveučilišnim i veleučilišnim nastavnim planovima i programima za obrazovanje stručnjaka zdravstvenih i medicinskih struka. Rezultati daju pregled sveučilišnih i stručnih studija u području informacijske i kibernetičke sigurnosti te pregled studija zdravstvenih i medicinskih struka s popisom kolegija koji možebitno obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti. U zaključku su dane preporuke i smjernice za prevladavanje ovih izazova.

*Ključne riječi:* informacijska sigurnost; kibernetička sigurnost; visoko obrazovanje; zdravstveni djelatnici; zdravstvo

## Uvod

Informacijska sigurnost (IS) je „stanje povjerljivosti, cjelovitosti i raspoloživosti podatka, koje se postiže primjenom propisanih mjera i standarda informacijske sigurnosti te organizacijskom potporom za poslove planiranja, provedbe, provjere i dorade mjera i standarda“ (1). Ovu je definiciju potrebno promatrati u užem smislu, dok je informacijska sigurnost u širem smislu povjerenje da će informacijski i komunikacijski sustavi „štititi podatke koje obrađuju i da će funkcionirati onako kako trebaju, kada trebaju i uz kontrolu zakonitih korisnika. Učinkovitom IS moraju se osigurati odgovarajuće razine povjerljivosti, cjelovitosti, raspoloživosti, neporecivosti i autentičnosti“ (2). Kibernetička sigurnost (KS) je „sustav organizacijskih i tehničkih aktivnosti i mjera kojima se postiže autentičnost, povjerljivost, cjelovitost i raspoloživost podataka, kao i mrežnih i informacijskih sustava u kibernetičkom prostoru“ (3).

Prema rezultatima istraživanja o stanju informacijske sigurnosti u Hrvatskoj (4), iz upravljačke je perspektive povećana „izloženost kibernetičkim napadima kao posljedica sve izraženije digitalizacije i rada od kuće“, a „*phishing* je i dalje dominantan vektor uspješnih i jeftinih napada na informacijske resurse organizacija“. Iz napadačke perspektive „distribuirani napad uskraćivanja usluge je jedan od najjednostavnijih i najosnovnijih, ali i dalje najučestalijih napada u internetskom prostoru. U hrvatskom internetskom prostoru takvi su napadi također učestali te nema određenog perioda kada takvi napadi nisu izraženi“. Iz obrambene perspektive „elektronička pošta je i dalje značajna ulazna točka napadača u mrežu, a *ransomware* je glavna briga velikih i malih organizacija. Sve više napora se ulaže i u upravljanje rizikom napada na lanac opskrbe koji mogu indirektno negativno utjecati na organizacije“.

U istom se istraživanju (4) navodi sljedeće: „Otegotna okolnost je što je uočljiv nedostatak stručnjaka na području informacijske i kibernetičke sigurnosti koji će raditi na takvim aktivnostima, a potražnja za istima će samo rasti u sljedećem periodu.“ U izvještaju vodećeg svjetskog portala za zapošljavanje (5) jedno od najtraženijih i najbolje plaćenih poslova u 2023. su specijalisti informacijske sigurnosti za računarstvo u oblaku te penetracijsko testiranje. Također, predviđa se (6) da će prihod na tržištu kibernetičke sigurnosti dosegnuti 169.20 milijardi eura u 2023. godini, s godišnjom stopom rasta oko 10 % do 2027. što će tada rezultirati obujmom tržišta od 250.50 milijardi eura.

Stoga je glavna motivacija ovog rada istražiti mogućnosti visokog obrazovanja o informacijskoj i kibernetičkoj sigurnosti na sveučilištima i veleučilištima u Hrvatskoj, s osvrtom na izbor kolegija, modula i nastavnih tema o informacijskoj i kibernetičkoj sigurnosti u sveučilišnim i veleučilišnim nastavnim planovima i programima za obrazovanje stručnjaka zdravstvenih i medicinskih struka.

Istraživanje (7) provedeno na 302 medicinska fakulteta iz 27 država članica EU i Velike Britanije navodi da tek otprilike jedna trećina (90/302, 29,80 %) svih nastavnih planova i programa nudi bilo kakve kolegije o informacijskim sustavima i tehnologijama u zdravstvu na diplomskoj razini, a tamo gdje ih nude, kolegiji su često bili obvezni (58/90, 64,44 %). Stoga treba očekivati da je područje informacijske i kibernetičke sigurnosti, koje se redovito promatra kao cjelina ili teme u sklopu navedenih kolegija, još manje zastupljeno, ako i uopće, odnosno ako su informacije o tome strukturirano i transparentno dostupne zainteresiranoj javnosti.

Struktura ovog rada je sljedeća: naredno poglavlje predstavlja problem i kolegij ovog istraživanja te daje istraživačka pitanja. Iza toga poglavlje navodi metode korištene u istraživanju, kao i ograničenja koja treba uzeti u obzir pri tumačenju rezultata. Središnji dio rada su rezultati istraživanja kojima se strukturirano odgovara na istraživačka pitanja i daje prikladna obrazloženja. Posljednje poglavlje daje zaključak o dobivenim rezultatima uz preporuke i smjernice za unaprjeđenje mogućnosti visokog obrazovanja u području informacijske i kibernetičke sigurnosti, a posebno za zdravstvene djelatnike.

## Problem, predmet i opseg istraživanja

Problem koji adresira ovo istraživanje je nedostatak sustavno obrađenih informacija o mogućnostima visokog obrazovanja u Hrvatskoj u području informacijske i kibernetičke sigurnosti. Dodatno, nije poznato kakve su mogućnosti stjecanja znanja zdravstvenih djelatnika iz ovog područja koje je sve nezaobilaznije u procesima pružanja zdravstvene zaštite i skrbi. Predmet prvog dijela istraživanja su nastavni planovi i programi svih javnih i privatnih sveučilišta i veleučilišta u Hrvatskoj, dok je drugi dio istraživanja usredotočen samo na nastavne planove i programe različitih zdravstvenih studija i medicine koji postoje u Hrvatskoj.

Za potrebe istraživanja oblikovana su sljedeća istraživačka pitanja (IP):

IP1. Kakav je izbor sveučilišnih i stručnih studija, smjerova i modula na sveučilištima i veleučilištima u Republici Hrvatskoj u području informacijske i kibernetičke sigurnosti te srodnim područjima?

IP2. Kakav je izbor kolegija, modula i nastavnih tema o informacijskoj i kibernetičkoj sigurnosti te srodnim područjima na sveučilištima i veleučilištima u Republici Hrvatskoj u znanstvenom području biomedicine i zdravstva te za različite zdravstvene i medicinske struke?

Izvan opsega ovog istraživanja sljedeća su znanstvena i stručna područja: sigurnost na radu, zdravlje na radu i radni okoliš, sigurnost od požara, zaštita osoba i imovine, zaštita okoliša i materijalnih dobara, sigurnost i kvaliteta hrane, međunarodni odnosi i nacionalna sigurnost,

kakvoća i sigurnost animalnih proizvoda, menadžment sigurnosti u EU, ekonomija i globalna sigurnost. Primjerice, nije uzet u razmatranje preddiplomski stručni studij Sigurnost i zaštita Veleučilišta u Karlovcu s obzirom da je cilj studijskog programa (8) educirati inženjere za upravljanje sustavima za provedbu propisa i njihovu primjenu te osposobljavanje radnika u području zaštite na radu i zaštite od požara. Iz istog razloga nije uzet u obzir niti istoimeni specijalistički diplomski stručni studij na istom veleučilištu. Također su izuzeta stručna usavršavanja iz područja informacijske sigurnosti, kakvo je npr. Obavljanje poslova informacijske sigurnosti u komercijalnoj ponudi Veleučilišta studija sigurnosti (9).

## Metode i provedba istraživanja

U provedbi ovog istraživanja koristilo se nekoliko metoda. U prethodnom poglavlju su metodom deskripcije opisani osnovni pojmovi te dan kontekst i okvir istraživanja. Kako bi se odgovorilo na IP1, metodama analize javnih izvora podataka i komparacije dalje u radu dan je pregled studija s njihovom usporedbom u odnosu na vrstu, razinu i trajanje studija, akademske nazive koji se dobivaju završetkom studija i brojem obveznih te izbornih kolegija na studiju. Dodatno, uvršten je podatak o obliku osnivanja svakog navedenog visokog učilišta, informacija postoji li mogućnost održavanja nastave na engleskom jeziku te poveznica na službene stranice o navedenim studijima.

Kao početne točke za analizu podataka korišteni su sljedeći javni izvori:

1. ISVU – Informacijski sustav visokih učilišta (10): web sjedište Ministarstva znanosti i obrazovanja (MZO), čiji modul Visoka učilišta omogućuje pregled različitih kategorija podataka o visokim učilištima (osnovni podaci o visokom učilištu, akademski kalendar, popis nastavnika i suradnika, popis studijskih programa s detaljima o programu, detalji pojedinih kolegija, organizacijska struktura),
2. MOZVAG – Pregled studijskih programa (11): web sjedište Agencije za znanost i visoko obrazovanje (AZVO), uz programsku podršku i održavanje Sveučilišnog računskog centra (SRCE) Sveučilišta u Zagrebu, koje omogućuje pretraživanje po različitim kriterijima svih akreditiranih studijskih programa u Republici Hrvatskoj,
3. Rektorski zbor Republike Hrvatske (12): web sjedište tijela koje čine rektori svih sveučilišta u Republici Hrvatskoj i razmatra pitanja od zajedničkog interesa za djelovanje i razvoj sveučilišta, fakulteta i umjetničkih akademija u Republici Hrvatskoj, a obavlja poslove poput predlaganja članova Nacionalnog vijeća za visoko obrazovanje, znanost i tehnološki razvoj, predlaganja članova matičnih odbora, predlaganja Nacionalnom vijeću nastavnih i stručnih elemenata Nacionalnih sveučilišnih, znanstvenih i umjetničkih kriterija, i sl.

Pretraga izvora pod točkama 1. i 2. izvedena je korištenjem ključnih riječi „informacijska sigurnost“, „poslovna sigurnost“, „upravljanje sigurnošću“, „forenzika“ i „sigurnost“, a dobiveni popis studija dodatno je sužen analizom pojedinačnih nastavnih planova i programa svih sveučilišta prema izvoru pod točkom 3. uz dodatne preglede nastavnih planova i programa svih veleučilišta i visokih škola u Hrvatskoj kako bi se analizirali oni koji sadrže navedene pojmove.

Kako bi se odgovorilo na IP2, dan je pregled studija zdravstvenih i medicinskih struka s njihovom usporedbom u odnosu na vrstu, razinu i trajanje studija, te popis kolegija s podatkom o godini pohađanja, vrsti kolegija obvezni/izborni i naznakom obrađuje li kolegij IS, KS ili o tome nema informacija. Dodatno, uvršten je podatak o obliku osnivanja svakog navedenog visokog učilišta, informacija postoji li mogućnost održavanja predmetne nastave na engleskom

jeziku te poveznica na službene stranice o navedenim studijima.

## Rezultati istraživanja

Pregled sveučilišnih i stručnih studija u Hrvatskoj u području informacijske i kibernetičke sigurnosti prikazan je u Tablici 1. Kompetencije iz ovog područja moguće je dobiti na ukupno osam studija na sve tri razine, od preddiplomskog preko diplomskog i specijalističkog diplomskog do specijalističkog poslijediplomskog studija. Šest je studija dostupno na javnim sveučilištima i veleučilištima, a dva na privatnim. Pet studija nalazi se u Zagrebu te po jedan u Varaždinu, Splitu i Velikoj Gorici.

Specijalistički poslijediplomski studiji u području informacijske i kibernetičke sigurnosti postoje samo na Sveučilištu u Zagrebu, i to na dva fakulteta - studij Informacijska sigurnost na Fakultetu elektrotehnike i računarstva (FER) te studij Upravljanje sigurnošću i revizijom informacijskih sustava na Fakultetu organizacije i informatike (FOI). Izvedba nastave na oba studija dostupna je i na engleskom jeziku, na FER-u traje dva semestra, a na FOI-ju čak tri semestra. Završetkom svakog od navedenih studija polaznik dobiva titulu sveučilišnog specijalista, na FER-u informacijske sigurnosti, a na FOI-ju upravljanja sigurnošću i revizijom informacijskih sustava.

Jedini sveučilišni diplomski studij je onaj Forenzike na Odjelu za forenzične znanosti Sveučilišta u Splitu, završetkom kojeg se dobiva titula magistra forenzike. Njemu srodan je stručni diplomski studij Informacijske sigurnosti i digitalne forenzike na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu, završetkom kojeg se dobiva titula magistra inženjera informacijske sigurnosti i digitalne forenzike. Na Visokoj policijskoj školi u Zagrebu moguće je završiti specijalistički diplomski stručni studij Kriminalistike, završetkom kojeg se dobiva titula stručnog specijalista kriminalistike. Na Veleučilištu Velika Gorica u ponudi je diplomski stručni studij Kriznog menadžmenta, završetkom kojeg se dobiva titula magistra inženjera kriznog menadžmenta. Specijalistički diplomski stručni studij MBA Sigurnost, koji traje tek dva semestra i jedini nema izbornih kolegija u ponudi, dostupan je na privatnom Veleučilištu studija sigurnosti, lociranom u Zagrebu, završetkom kojeg se dobiva titula stručnog specijalista inženjera sigurnosti i zaštite.

Jedini stručni preddiplomski studij u ovom području je Menadžment poslovne sigurnosti dostupan na Libertas međunarodnom sveučilištu, a mjesto izvođenja studija je Zagreb. Završetkom tog studija stječe se titula stručnog prvostupnika menadžmenta poslovne sigurnosti.

Vrijedi navesti da iako u Hrvatskoj nema zasebnog poslijediplomskog doktorskog studija u području informacijske i kibernetičke sigurnosti, svakako je moguće ostvariti izvorni znanstveni doprinos i izraditi doktorsku disertaciju u tom interdisciplinarnom području na nekom od mnogih raspoloživih doktorskih studija, ovisno o istraživačkim interesima te kompetentnim i dostupnim mentorima, kao što su npr.

- znanstvena polja Elektrotehnika i Računarstvo na zagrebačkom FER-u, na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija (FERIT) Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci i na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu,
- znanstveno polje Ekonomija na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i na Odjelu za ekonomiju i poslovnu ekonomiju Sveučilišta u Dubrovniku,
- znanstveno polje Informacijske i komunikacijske znanosti na Fakultetu informatike i digitalnih tehnologija Sveučilišta u Rijeci i na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Tablica 1. Pregled sveučilišnih i stručnih studija u Hrvatskoj u području informacijske i kibernetičke sigurnosti

Redni broj	Oblik osnivanja	Visoko učilište / fakultet / odjel	Studij	Vrsta	Razina	Trajanje	ECTS	Akademski naziv	Akademski naziv - kratica	Izvedba na engleskom	Broj obveznih kolegija	Broj izbornih kolegija	Poveznica
1.	javno (država)	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva	Informacijska sigurnost	sveučilišni	specijalistički poslijediplomski	2 semestra	60	sveučilišni specijalist informacijske sigurnosti	univ. spec. secur. inf.	da	3	7	*
2.	javno (država)	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike	Upravljanje sigurnošću i revizijom informacijskih sustava	sveučilišni	specijalistički poslijediplomski	3 semestra	90	sveučilišni specijalist upravljanja sigurnošću i revizijom informacijskih sustava	univ. spec. inf.	da	5	10	†
3.	javno (država)	Sveučilište u Splitu, Odjel za forenzične znanosti	Forenzika (modul Forenzika i nacionalne sigurnosti)	sveučilišni	diplomski	4 semestra	120	magistar forenzike	mag. forens.	ne	23	30	‡
4.	javno (država)	Tehničko veleučilište u Zagrebu	Informacijska sigurnost i digitalna forenzika	stručni	diplomski	4 semestra	120	magistar inženjer informacijske sigurnosti i digitalne forenzike	mag. ing. inf. sig.	ne	15	11	§
5.	javno (država)	Visoka policijska škola u Zagrebu	Kriminalistika	stručni	specijalistički diplomski	4 semestra	120	stručni specijalist kriminalistike	spec. crim.	ne	13	21	
6.	javno (grad)	Veleučilište Velika Gorica	Krizni menadžment	stručni	diplomski	4 semestra	120	magistar inženjer kriznog menadžmenta	mag. ing. admin. chris.	ne	10	8	¶
7.	privatno	Veleučilište studija sigurnosti	MBA Sigurnost	stručni	specijalistički diplomski	2 semestra	60	stručni specijalist inženjer sigurnosti i zaštite	struč. spec. ing. sec.	ne	8	0	**
8.	privatno	Libertas međunarodno sveučilište	Menadžment poslovne sigurnosti	stručni	preddiplomski	6 semestara	180	stručni prvostupnik menadžmenta poslovne sigurnosti	bacc. oec.	ne	38	16	††

\* [https://www.fer.unizg.hr/studiji/specijalisticki\\_studiji/ts](https://www.fer.unizg.hr/studiji/specijalisticki_studiji/ts)† <https://www.foi.unizg.hr/studiji/posd/spds#usris>‡ <http://forenzika.unist.hr/moduli/fns/>§ <https://www.tvz.hr/studiji/diplomski/spec-isechr/>|| <https://policijska-akademija.gov.hr/studij/48>¶ <https://vvg.hr/studijski-programi/krizni-menadzment/>\*\* <https://www.vss.hr/mba-sigurnost/>†† <https://www.libertas.hr/studiji-i-programi/preddiplomski-strucni/menadzment-poslovne-sigurnosti/>

Pregled studija zdravstvenih i medicinskih struka s popisom kolegija, koji možebitno obrađuju informacijsku sigurnost, kibernetičku sigurnost ili o tome nema informacija, prikazan je u Tablicama 2, 3, 4, 5, 6 i 7. Popis kolegija i pripadnih ECTS bodova na svakom od studija utvrđen je na temelju javno dostupnih izvedbenih planova i opisa studija na mrežnim stranicama visokih učilišta, a indikator obrađuje li pojedini kolegij možebitno obrađuju informacijsku sigurnost (IS), kibernetičku sigurnost (KS) ili o tome nema informacija na temelju opisa kolegija.

Većina integriranih preddiplomskih i diplomskih sveučilišnih studija medicine u Hrvatskoj u principu imaju obvezni kolegij tematski vezan uz medicinsku informatiku u kojem obrađuju teme informacijske sigurnosti: na Medicinskom fakultetu u Zagrebu na 5. godini studija, u Rijeci i Osijeku na 2. godini, dok je u Splitu na 1. godini studija u sklopu tematski šireg kolegija o istraživanju u biomedicini i zdravstvu. Na Hrvatskom katoličkom sveučilištu postoji izborni kolegij „Digitalne tehnologije u zdravstvenom sustavu i e-zdravstvu“ na svakoj od šest godina studija medicine, koji obrađuje temu informacijske sigurnosti. Iz dostupnih opisa kolegija u Osijeku i Rijeci nešto se detaljnije obrađuje tema kibernetičke sigurnosti, odnosno sigurnosti na internetu.

Na integriranim preddiplomskim i diplomskim sveučilišnim studijima dentalne medicine u Rijeci i Osijeku obrađuje se tema informacijske sigurnosti, u Rijeci kao dio obveznog kolegija i tema kibernetičke sigurnosti, dok u Zagrebu i Splitu nije moguće utvrditi sadrže li navedeni obvezni kolegiji te teme kao dio kurikula.

Jedino integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij farmacije u Zagrebu obrađuje temu informacijske sigurnosti, iako u sklopu izbornog kolegija, dok prema opisu obveznih kolegija na tim studijima u Splitu i Rijeci ispada da ne posvećuju dio vremena području informacijske i kibernetičke sigurnosti.

Što se tiče preddiplomskog sveučilišnog studija sestrinstva, na Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci i Fakultetu za dentalnu medicinu i zdravstvo u Osijeku te Hrvatskom katoličkom sveučilištu u Zagrebu u sklopu obveznih kolegija se obrađuje tema informacijske sigurnosti, od toga u Rijeci i tema kibernetičke sigurnosti, dok na Odjelu za zdravstvene studije u Zadru i Sveučilišnom odjelu zdravstvenih studija u Splitu to nije istaknuto u opisu kolegija. Stručni preddiplomski studij sestrinstva u Bjelovaru obrađuje temu informacijske sigurnosti u odgovarajućem obveznom kolegiju, dok na Sveučilištu Sjever, Zdravstvenom veleučilištu Zagreb, Odjelu za zdravstvene studije u Zadru i Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci to nije istaknuto u opisu kolegija. Gotovo svaki diplomski studij sestrinstva, bez obzira radi li se o stručnom ili sveučilišnom studiju, u odgovarajućim kolegijima nema istaknuto obrađuju li područje informacijske i kibernetičke sigurnosti. Iznimke su Zdravstveno veleučilište Zagreb, Sveučilišni odjel zdravstvenih studija u Splitu te Medicinski fakultet u Zagrebu.

Području informacijske i kibernetičke sigurnosti također je posvećen dio odgovarajućih obveznih kolegija na preddiplomskim sveučilišnim studijima sanitarnog inženjerstva i medicinsko-laboratorijske dijagnostike u Rijeci, preddiplomskim stručnim studijima radiološke tehnologije i primaljstva u Rijeci, preddiplomskom sveučilišnom studiju medicinsko-laboratorijske dijagnostike u Osijeku te preddiplomskim stručnim studijima medicinsko-laboratorijske dijagnostike, radiološke tehnologije i sanitarnog inženjerstva na Zdravstvenom veleučilištu Zagreb te dio odgovarajućeg izbornog kolegija na integriranom preddiplomskom i diplomskom sveučilišnom studiju medicinske biokemije u Zagrebu.

Što se tiče studija fizioterapije, jedino u Splitu se obrađuje tema informacijske sigurnosti, dok za jedino privatno sveučilište, Libertas, nema detaljnijih opisa obveznih kolegija „Informatika za fizioterapeute“ na preddiplomskoj razini te „Digitalno zdravlje“ na diplomskoj razini koji bi to možebitno potvrdili.

Tablica 2. Pregled studija zdravstvenih i medicinskih struka Sveučilišta u Zagrebu s kolegijima koji obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti

Redni broj	Višoko učilište	Fakultet	Studij (*sveučilišni, **stručni)	Trajanje (semestara)	Popis kolegija (godina studija; vrsta O / I)	Indikator IS / KS / 0	ECTS	Izvedba na engleskom
1.	Sveučilište u Zagrebu	Medicinski fakultet	Medicina* (IPD)	12	Medicinska informatika (5; O)	IS	1	da
2.			Sestrinstvo* (D)	4	Informatika u sestinstvu (2; O)	IS	15	da
3.		Stomatološki fakultet	Dentalna medicina* (IPD)	12	Računalne tehnologije u dentalnoj medicini (1; I)	0	1	ne
4.		Farmaceutsko-biokemijski fakultet	Farmacija* (IPD)	10	Farmaceutska informatika (3; I)	IS	2,5	
5.			Medicinska biokemija* (IPD)	10	Laboratorijska informatika (5; I)	IS / KS	2,5	

Legenda: PD - preddiplomski studij; D - diplomski studij; IPD - integrirani preddiplomski i diplomski studij; SPD - specijalistički poslijediplomski studij; O - obvezni kolegij; I - izborni kolegij; IS - informacijska sigurnost; KS - kibernetička sigurnost; 0 - nema podataka

Tablica 3. Pregled studija zdravstvenih i medicinskih struka Sveučilišta u Splitu s kolegijima koji obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti

Redni broj	Višoko učilište	Fakultet	Studij (*sveučilišni, **stručni)	Trajanje (semestara)	Popis kolegija (godina studija; vrsta O / I)	Indikator IS / KS / 0	ECTS	Izvedba na engleskom
1.	Sveučilište u Splitu	Medicinski fakultet	Medicina* (IPD)	12	Istraživanja u biomedicini i zdravstvu I (1; O), Istraživanja u biomedicini i zdravstvu III (3; O), Medicinska genetika (6; O)	IS 0 0	3 2 3	da
2.			Dentalna medicina* (IPD)	12	Imunologija i medicinska genetika (1; O), Znanstveno istraživanje 1 (1; O), Znanstveno istraživanje 2 (2; O)	0 0 0	1 1 5	da
3.			Farmacija* (IPD)	10	Molekularna biologija s genetikom (3; O)	0	5,5	da
4.		Kemijsko-tehnološki fakultet	Farmacija* (IPD)	10	Znanstvena metodologija u farmaciji (4; O)	0	4	da
5.		Sveučilišni odjel zdravstvenih studija	Sestrinstvo* (D)	4	Informacijski sustavi u zdravstvu (1; O)	IS	4	ne
6.			Fizioterapija* (D)	4	Informacijski sustavi u zdravstvu (1; O)	IS	4	ne
7.			Radiološka tehnologija* (D)	4	Informacijski sustavi u zdravstvu (1; O), IT tehnologije u radiološkoj tehnologiji (1; O)	IS 0	4 5	ne
8.			Sestrinstvo* (PD)	6	Informatika i statistika u zdravstvu (1; O)	0	2	ne
9.			Primaljstvo* (PD)	6	Informatika i statistika u zdravstvu (1; O)	0	2	ne
10.			Fizioterapija* (PD)	6	Informatika i statistika u zdravstvu (1; O)	0	2	ne
11.			Radiološka tehnologija* (PD)	6	Informatika i statistika u zdravstvu (1; O)	0	2	ne
12.			Medicinska laboratorijska diagnostika* (PD)	6	Informatika i statistika u zdravstvu (1; O)	0	2	ne

Legenda: PD - preddiplomski studij; D - diplomski studij; IPD - integrirani preddiplomski i diplomski studij; SPD - specijalistički poslijediplomski studij; O - obvezni kolegij; I - izborni kolegij; IS - informacijska sigurnost; KS - kibernetička sigurnost; 0 - nema podataka

Tablica 4. Pregled studija zdravstvenih i medicinskih struka Sveučilišta u Rijeci s kolegijima koji obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti

Redni broj	Visoko učilište	Fakultet	Studij (*sveučilišni, **stručni)	Trajanje (semestara)	Popis kolegija (godina studija; vrsta O / I)	Indikator IS / KS / 0	ECTS	Izvedba na engleskom	
1.	Sveučilište u Rijeci	Medicinski fakultet	Menadžment u zdravstvu* (SPD)	3	Poslovni i zdravstveni informacijski sustavi (1; O)	0	2,5	da	
2.			Medicina* (IPD)	12	Uvod u robotiku (1; I), Medicinska informatika (2; O), Umjetna inteligencija (2; I) Robotika u medicini (3; I)	0 IS / KS 0 0	1,5 1,5 1,5	da	
3.			Farmacija* (IPD)	12	Informatika za farmaceute (2; O)	0	3	ne	
4.			Sanitarno inženjerstvo* (D)	4		0		ne	
5.			Sanitarno inženjerstvo* (PD)	6	Zdravstvena informatika (1; O)	IS / KS	3	ne	
6.			Medicinsko-laboratorijska dijagnostika* (PD)	6	Medicinska informatika (1; O)	IS / KS	3,5	ne	
7.			Fakultet dentalne medicine	Dentalna medicina* (IPD)	12	Medicinska informatika (2; O)	IS / KS	1,5	ne
8.				Dentalna higijena* (PD)	6		0		ne
9.			Odjel za biotehnologiju	Medicinska kemija* (D)	4	Osnove bioinformatike (1; I)	0	3	ne
10.				Biotehnologija u medicini* (D)	4	Osnove bioinformatike (1; I)	0	3	da
11.				Istraživanje i razvoj lijekova* (D)	4	Osnove bioinformatike (1; I)	0	3	da
12.		Biotehnologija i istraživanje lijekova* (PD)			6	Informatika (1; O) Kemoinformatika: struktura i funkcija biomolekula (3; O)	0 0	3 3	ne da
13.				Fizioterapija* (D)	4	Medicinska informatika (1; O)	IS		ne
14.		Primaljstvo* (D)	4	Medicinska informatika (1; O)	IS		ne		
15.		Klinički nutricionizam* (D)	4	Medicinska informatika (2; O)	0		ne		
16.		Fakultet zdravstvenih studija	Sestrinstvo: Menadžment u sestrinstvu* (D)	4	Medicinska informatika (1; O)	0		ne	
17.			Sestrinstvo: Promicanje i zaštita mentalnog zdravlja* (D)	4	Medicinska informatika (1; O)	0		ne	
18.			Sestrinstvo* (PD)	6	Informatika u zdravstvenoj njezi (1; O)	IS / KS	2	ne	
19.			Sestrinstvo** (PD)	6		0		ne	
20.			Fizioterapija** (PD)	6		0		ne	
21.			Radiološka tehnologija** (PD)	6	Medicinska informatika (1; O)	IS / KS	2	ne	
22.			Primaljstvo** (PD)	6	Informatizacija i administracija u primaljstvu (1; O)	IS / KS	2	ne	

Legenda: PD - preddiplomski studij; D - diplomski studij; IPD - integrirani preddiplomski i diplomski studij; SPD - specijalistički poslijediplomski studij; O - obvezni kolegij; I - izborni kolegij; IS - informacijska sigurnost; KS - kibernetička sigurnost; 0 - nema podataka



Tablica 5. Pregled studija zdravstvenih i medicinskih struka Sveučilišta u Osijeku s kolegijima koji obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti

Redni broj	Visoko učilište	Fakultet	Studij (*sveučilišni, **stručni)	Trajanje (semestara)	Popis kolegija (godina studija; vrsta O / I)	Indikator IS / KS / 0	ECTS	Izvedba na engleskom
1.	Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku	Medicinski fakultet	Medicina* (IPD)	12	Osnove rada na računalu (1; I) Uvod u medicinsku informatiku (2; O)	IS IS / KS	2 1	da
2.			Biotehnologija* (D)	3	Bioinformatika i biostatistika (1; O)	0	6	da
3.			Medicinsko-laboratorijska dijagnostika* (D)	4	Menadžment i ekonomika u zdravstvu (2; O)	0	4	ne
4.			Medicinsko-laboratorijska dijagnostika* (PD)	6	Biomedicinska informatika i obrada laboratorijskih podataka (3; O)	IS / KS	2	ne
5.		Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo	Dentalna medicina* (IPD)	12	Informatika u zdravstvu (3; I), Digitalne tehnologije u dentalnoj medicini (5; I)	IS 0	2 2,5	ne
6.			Sestrinstvo* (D)	4		0		ne
7.			Fizioterapija* (D)	4	IT menadžment (1; I)	0	5	ne
8.			Sestrinstvo* (PD)	6	Informatika u zdravstvu i zdravstvenoj njezi (2; O)	IS	3	ne
9.			Fizioterapija* (PD)	6	Informatika u zdravstvu (1; O)	IS	2	ne
10.			Dentalna higijena* (PD)	6	Informatika u zdravstvu (2; I)	0	3	ne

Legenda: PD - preddiplomski studij; D - diplomski studij; IPD - integrirani preddiplomski i diplomski studij; SPD - specijalistički poslijediplomski studij; O - obvezni kolegij; I - izborni kolegij; IS - informacijska sigurnost; KS - kibernetička sigurnost; 0 - nema podataka

Tablica 6. Pregled studija zdravstvenih i medicinskih struka sveučilišta u Zadru, Dubrovniku, Puli, Hrvatskom katoličkom sveučilištu i Sjever s kolegijima koji obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti

Redni broj	Visoko učilište	Fakultet	Studij (*sveučilišni, **stručni)	Trajanje (semestara)	Popis kolegija (godina studija; vrsta O/I)	Indikator IS/KS/0	ECTS	Izvedba na engleskom
1.	Sveučilište u Zadru	Odjel za zdravstvene studije	Sestrinstvo* (D)	4		0		ne
2.			Sestrinstvo* (PD)	6	Informatika u zdravstvenoj njezi (1; O)	0	2	da
3.			Sestrinstvo** (PD)	6	Informatizacija i administracija u zdravstvenoj njezi (1; O)	0	4	da
4.	Sveučilište u Dubrovniku	Studij sestrinstvo i Kliničko sestrinstvo	Kliničko sestrinstvo* (D)	4		0		ne
5.			Sestrinstvo* (PD)	6	Informatika u zdravstvenoj njezi (1; O)	0		ne
6.	Hrvatsko katoličko sveučilište	Medicinski fakultet	Medicina* (IPD)	12	Digitalne tehnologije u zdravstvenom sustavu i e-zdravstvu (1-6; I)	IS	2	ne
7.		Odjel za sestrinstvo	Sestrinstvo	4	Supervizija i kvaliteta u zdravstvu (2; O)	0	5	ne
8.			Sestrinstvo* (PD)	6	Informatika u zdravstvenoj njezi (1; O)	IS	2	ne
9.	Sveučilište Jurja Dobrile u Puli	Medicinski fakultet u Puli	Sestrinstvo (modul Menadžment u sestrinstvu)* (D)	4	Informacijsko-komunikacijske tehnologije u sestrinstvu (1; O)	0	6	ne
10.			Sestrinstvo** (PD)	6	Informatika u zdravstvenoj njezi (1; O)	0	3	ne
11.	Sveučilište Sjever		Sestrinstvo (Menadžment u sestrinstvu)* (D)	4	Medicinska informatika (1; O)	0	2	ne
12.			Sestrinstvo** (PD)	6	Informatika u zdravstvenoj njezi (1; O)	0	2	ne
13.			Fizioterapija** (PD)	6	Informatika (1; I)	0	2	ne

Legenda: PD - prediplomski studij; D - diplomski studij; IPD - integrirani prediplomski i diplomski studij; SPD - specijalistički poslijediplomski studij; O - obvezni kolegij; I - izborni kolegij; IS - informacijska sigurnost; KS - kibernetička sigurnost; 0 - nema podataka

Tablica 7. Pregled studija zdravstvenih i medicinskih struka Zdravstvenog veleučilišta Zagreb, Veleučilišta u Bjelovaru i Libertas međunarodnog sveučilišta s kolegijima koji obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti

Redni broj	Visoko učilište	Fakultet	Studij (*sveučilišni, **stručni)	Trajanje (semestara)	Popis kolegija (godina studija; vrsta O / I)	Indikator IS / KS / 0	ECTS	Izvedba na engleskom
1.	Zdravstveno veleučilište Zagreb		Sestrinstvo** (D)	4	Upravljanje informacijskim sustavom i sustavom kliničkih podataka (1; O) Menadžment istraživanja i inovacija (2; I) - oba predmeta samo na smjeru Menadžment u sestrinstvu	IS	9,5 3	ne
2.			Fizioterapija** (D)	4		0		ne
3.			Sanitarno inženjerstvo** (D)	4		0		ne
4.			Sestrinstvo** (PD)	6	Infomatika u zdravstvenoj njezi (1; O)	0	2	ne
5.			Fizioterapija** (PD)	6		0		ne
6.			Medicinsko laboratorijska dijagnostika** (PD)	6	Medicinska informatika (1; O) Računalska obrada laboratorijskih podataka (3; O)	IS IS / KS	3 3	ne
7.			Radiološka tehnologija** (PD)	6	Infomatika (1; O) Nove tehnologije i računala (3; O)	IS IS / KS	5 5	ne
8.			Sanitarno inženjerstvo** (PD)	6	Infomatika (1; O)	IS	2,5	ne
9.			Radna terapija** (PD)	6		0		ne
10.	Veleučilište u Bjelovaru		Sestrinstvo** (PD)	6	Infomatika u zdravstvenoj njezi (1; O)	IS	2	ne
11.	Libertas		Menadžment kvalitete u zdravstvu* (SPD)	2		IS?		da
12.	međunarodno sveučilište		Fizioterapija* (D)	4	Digitalno zdravlje (2; O)	0	3,5	ne
13.			Fizioterapija* (PD)	6	Infomatika za fizioterapeute (1; O)	0	3	ne

Legenda: PD - preddiplomski studij; D - diplomski studij; IPD - integrirani preddiplomski i diplomski studij; SPD - specijalistički poslijediplomski studij; O - obvezni kolegij; I - izborni kolegij; IS - informacijska sigurnost; KS - kibernetička sigurnost; 0 - nema podataka

## Zaključak

Pregledom sveučilišnih i stručnih studija u Hrvatskoj u području informacijske i kibernetičke sigurnosti, prikazanim u Tablici 1, dan je odgovor na IP1 o izboru sveučilišnih i stručnih studija, smjerova i modula na sveučilištima i veleučilištima u Hrvatskoj u području informacijske i kibernetičke sigurnosti te srodnim područjima. Pregledom studija zdravstvenih i medicinskih struka s popisom kolegija koji možebitno obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti, prikazanim u Tablicama 2, 3, 4, 5, 6 i 7, dan je odgovor na IP2 o izboru kolegija, modula i nastavnih tema o informacijskoj i kibernetičkoj sigurnosti te srodnim područjima na sveučilištima i veleučilištima u Hrvatskoj u znanstvenom području biomedicine i zdravstva te za različite zdravstvene i medicinske struke.

Rezultati ovog istraživanja, posebno u dijelu pregleda studija zdravstvenih i medicinskih struka s popisom kolegija koji možebitno obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti, trebaju se sagledati s obzirom na javnu dostupnost informacija o studijima, modulima, kolegijima i temama koje se obrađuju u sklopu kolegija. Stoga su tvrdnje iznesene u ovom radu ograničene s obzirom na detalje iznesene u izvedbenim planovima studija i opisima kolegija te se ni na koji način ne trebaju shvatiti kao definitivne i konačne.

Na temelju prikazanih rezultata istraživanja, posebno u dijelu pregleda studija zdravstvenih i medicinskih struka s popisom kolegija koji možebitno obrađuju područje informacijske i kibernetičke sigurnosti, mogu se navesti sljedeće preporuke i smjernice:

1. Opisi dostupnih studija trebaju biti javno dostupni u strukturiranom obliku, s potpunim i detaljnim informacijama o modulima, kolegijima i temama koje se obrađuju u sklopu pojedinih kolegija. Radi zornijeg prikaza i jednostavnosti snalaženja među informacijama, iste je potrebno prikazati i na samim mrežnim stranicama na strukturirani i pregledni način, uz mogućnost dohvata u prenosivom, PDF obliku. Nije prikladno informacije omogućiti samo korisnicima koji imaju npr. korisnički račun AAI@Edu ili pak onima koji se upitom obrate na adresu elektroničke pošte visokog učilišta.
2. Svi studiji zdravstvenih i medicinskih struka trebaju imati odgovarajući obvezni kolegij koji će tematski pokriti područje informacijske i kibernetičke sigurnosti, bilo da se radi o kolegiju zdravstvene, medicinske ili farmaceutske informatike ili pak kolegiju koji obuhvaća informacijske sustave, nove tehnologije i digitalno zdravlje. Nužnost ovih kompetencija i vještina za zdravstvene i medicinske djelatnike nalaže da se području informacijske i kibernetičke sigurnosti posveti potreban dio kurikula, pojmove iz područja prikladno imenuje i obradi u sklopu teorijskog, ali i praktičnog dijela nastave.
3. Potrebno je potaknuti suradnju studija zdravstvenih i medicinskih struka u Hrvatskoj sa sveučilišnim i stručnim studijima u Hrvatskoj koji nude stjecanje kvalifikacija u području informacijske i kibernetičke sigurnosti, kako je utvrđeno u prvom dijelu istraživanja. Mogući oblici suradnje su: definiranje novih modula u sklopu postojećih studija, gostujuća predavanja stručnjaka u području informacijske i kibernetičke sigurnosti na odgovarajućim kolegijima, praktične vježbe i seminari u području informacijske i kibernetičke sigurnosti, i sl.

Nužnost podizanja digitalnih vještina i kompetencija u radu s novim tehnologijama kod zdravstvenih djelatnika istaknuta je u i programskim dokumentima Svjetske zdravstvene organizacije (13), Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (14) i Europske komisije (15).

## Literatura

1. Republika Hrvatska. Ured Vijeća za nacionalnu sigurnost. Što je informacijska sigurnost? Dostupno na: <https://www.uvns.hr/hr/sto-je-to-informacijska-sigurnost>, pristup 5. veljače 2023.
2. Vijeće Europske unije i Europsko vijeće. Informacijska sigurnost. Dostupno na: <https://www.consilium.europa.eu/hr/general-secretariat/corporate-policies/classified-information/information-assurance/>, pristup 5. veljače 2023.
3. NN 64/18. Zakon o kibernetičkoj sigurnosti operatora ključnih usluga i davatelja digitalnih usluga. Narodne novine; srpanj 2018. Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2018\\_07\\_64\\_1305.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2018_07_64_1305.html), pristup 5. veljače 2023.
4. Diverto. Stanje informacijske sigurnosti u Republici Hrvatskoj 2021. Dostupno na: [https://www.diverto.hr/documents/diverto\\_stanje\\_informacijske\\_sigurnosti\\_2021.pdf](https://www.diverto.hr/documents/diverto_stanje_informacijske_sigurnosti_2021.pdf), pristup 5. veljače 2023.
5. Gafner, J. Best Jobs of 2023. Indeed, 25. siječnja 2023. Dostupno na: <https://www.indeed.com/career-advice/finding-a-job/best-jobs-of-2023>, pristup 5. veljače 2023.
6. Statista. Technology Markets Insights: Cybersecurity – Worldwide. Dostupno na: <https://www.statista.com/outlook/tmo/cybersecurity/worldwide?currency=EUR>, pristup 5. veljače 2023.
7. Giunti G, Guisado-Fernandez E, Belani H, Lacalle-Remigio JR. Mapping the Access of Future Doctors to Health Information Technologies Training in the European Union: Cross-Sectional Descriptive Study. J Med Internet Res 2019;21(8):e14086, doi: <https://doi.org/10.2196/14086>
8. Veleučilište u Karlovcu. Stručni prijediplomski studij Sigurnost i zaštita. Dostupno na: [https://www.vuka.hr/veleuciliste/studij/strucni\\_studij/sigurnost\\_i\\_zastita/o\\_studiju](https://www.vuka.hr/veleuciliste/studij/strucni_studij/sigurnost_i_zastita/o_studiju), pristup 5. veljače 2023.
9. Veleučilište studija sigurnosti. Stručno usavršavanje: Obavljanje poslova informacijske sigurnosti. Dostupno na: <https://www.vss.hr/strucno-usavrsavanje-obavljanje-poslova-informacijske-sigurnosti/>, pristup 5. veljače 2023.
10. ISVU – Informacijski sustav visokih učilišta. Dostupno na: <https://www.isvu.hr/visokaucilista/hr/pocetna>, pristup 5. veljače 2023.
11. MOZVAG – Pregled studijskih programa. Dostupno na: <https://mozvag.srce.hr/preglednik/>, pristup 5. veljače 2023.
12. Rektorski zbor Republike Hrvatske. Dostupno na: <http://www.rektorski-zbor.hr/>, pristup 5. veljače 2023.
13. WHO Health Workforce and Service Delivery (HWD). Bucharest Declaration on the health and care workforce. World Health Organization, 22–23 March 2023, Bucharest, Romania. Dostupno na: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/bucharest-declaration>, pristup 5. travnja 2023.
14. Socha-Dietrich, K. Empowering the health workforce: Strategies to make the most of the digital revolution. OECD Directorate of Employment, Labour and Social Affairs (ELS), Health Division, 2020. Dostupno na: <https://www.oecd.org/health/health-systems/Empowering-Health-Workforce-Digital-Revolution.pdf>, pristup 5. veljače 2023.
15. European Commission, DG SANTE. State of Health in the EU: Companion Report 2021. European Commission, Directorate-General for Health and Food Safety, 13 December 2021. Dostupno na: [https://health.ec.europa.eu/document/download/48f15df9-adfa-46f7-bd99-6532aa5cd934\\_en?filename=2021\\_companion\\_en.pdf](https://health.ec.europa.eu/document/download/48f15df9-adfa-46f7-bd99-6532aa5cd934_en?filename=2021_companion_en.pdf), pristup 5. veljače 2023.

# Higher Education on Information Security and Cybersecurity in Croatia with a Focus on the Education of Healthcare Workers

Hrvoje Belani

*Ministry of Health, Directorate for e-Health, Ksaver 200a, Zagreb, Croatia*

e-mail: [hrvoje.belani@miz.hr](mailto:hrvoje.belani@miz.hr)

*Abstract:* Cyber threats and attacks are increasingly impacting the world's healthcare systems, with negative consequences for the provision of healthcare and medical care, and even disastrous for the health and life of patients. The lack of experts in the field of information and cybersecurity, as well as the digital skills of healthcare workers related to this field, are increasing challenges today, both globally and in Croatia. This paper investigates the possibilities of higher education on information security and cybersecurity at universities and polytechnics in Croatia, with reference to the choice of subjects, modules and teaching topics on information security and cybersecurity in university and colleges curricula for the education of healthcare workers and medical professionals. The results provide an overview of university and professional studies in the field of information security and cybersecurity, as well as an overview of health and medical profession studies with a list of subjects that may deal with the field of information security and cybersecurity. In the conclusion, recommendations and guidelines for overcoming these challenges are given.

*Keywords:* information security; cybersecurity; higher education; healthcare workers; healthcare