

WP2-A1. Komparativna studija kurikuluma fokusirana na Blockchain tehnologiju u zemljama sudionicama.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



Transilvania
University
of Brasov



Sadržaj

1. UVOD	4
2. BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA: PREGLED	4
2.1. Uvod u blockchain tehnologiju	4
2.2. Primjena blockchaine	6
2.3. Utjecaj blockchaine na profesionalni sektor	7
2.4. Blockchain obrazovanje and stručna obuka	8
2.5. Uloga Blockchaina in strukovnom obrazovanju	9
3. NASTAVNI PLANNOVI I PROGRAMI BLOCKCHAINA	10
3.1. NJEMAČKA	10
3.1.1. Blockchain u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET)	11
3.1.2. Blockchain in visokom obrazovanju	12
3.2. ŠPANJOLSKA	13
3.2.1. Blockchain in u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET)	13
3.2.2. Blockchain visokom obrazovanju	15
3.3. RUMUNJSKA	17
3.3.1. Blockchain in strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET)	17
3.3.2. Blockchain u visokom obrazovanju	19
3.4. HRVATSKA	20
3.4.1. Blockchain u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET)	21
3.4.2. Blockchain u visokom obrazovanju	22
4. ANALIZE REZULTATA	22
4.1. NJEMAČKA	23
4.1.1. Blockchain primjena u industriji i održivosti	23
4.1.2. Integracija u okoliš	24
4.1.3. Fokus na zakonodavstvu i usklađenost	24
4.1.4. Završni projekti i studije slučaja	25
4.1.5. Opći zaključci	25
4.2. ŠPANJOLSKA	26
4.2.1. Blockchain primjena u industriji i održivosti	26
4.2.2. Integracija Blockchaina u okoliš	26
4.2.3. Naglasak na zakonodavstvu i usklađenosti	26

4.2.4.	Završni projekti I studije slučaja	26
4.2.5.	Opći zaključci	27
4.3.	RUMUNJSKA.....	27
4.3.1.	Blockchain primjena u industriji I održivosti	27
4.3.2.	Integracija Blockchaina u okoliš	28
4.3.3.	Naglasak na zakonodavstvu I usklađenosti	28
4.3.4.	Završni projekti I studije slučaja	28
4.3.5.	Opći zaključci	29
4.4.	HRVATSKA	29
4.4.1.	Blockchain primjena u industriji i održivost	30
4.4.2.	Integracija Blockchaina u okoliš	30
4.4.3.	Naglasak na zakonodavstvu I usklađenosti	31
4.4.4.	Završni projekti I studije slučaja	31
4.4.5.	Opći zaključci	31
5.	NAJBOLJE PRAKSE.....	32
5.1.	Uobičajene značajke učinkovitih blockchain kurikuluma	32
	Progresivna struktura učenja:	32
	Učenje temeljeno na projektima:.....	32
	Interdisciplinarni pristup:	32
	Modularnost i fleksibilnost:.....	33
5.2.	Praznine I lekcije za projekt usmjeren na kamen I kružno gospodarstvo	33
	Sažetak preporuka.....	34
6.	ZAKLJUČCI.....	34
7.	REFERENCE	35
	Njemačka – ponuda obuke i kontekst.....	36
	Španjolska – ponuda obuke i kontekst.....	37
	Rumunjska – ponuda obuke i kontekst	38
	Hrvatska – ponuda obuke i kontekst.....	40
	Izvori SLIKA	41

1. UVOD

Ovaj dokument iznosi nalaze iz aktivnosti WP2. A1, koji se fokusira na komparativnu analizu kurikuluma vezanih uz blockchain u zemljama sudionicama. Svrha ove studije je prikupiti i procijeniti trenutnu obrazovnu ponudu o Blockchain tehnologiji među partnerskim zemljama i Europskom unijom.

Izvještaj prikuplja i analizira obrazovne programe i resurse za obuku koje nude institucije u području blockchaine. Pregledom pojedinačnih nacionalnih izvještaja, studija nastoji prikazati uspješne prakse i precizno odrediti područja u kojima su potrebna poboljšanja ili ažuriranja unutar kurikuluma.

Izvješće završava sažetkom ključnih uvida dobivenih komparativnom analizom, koji će informirati razvoj aktivnosti WP2. O3: "Definicija ciljeva učenja i ishoda učenja kurikuluma."

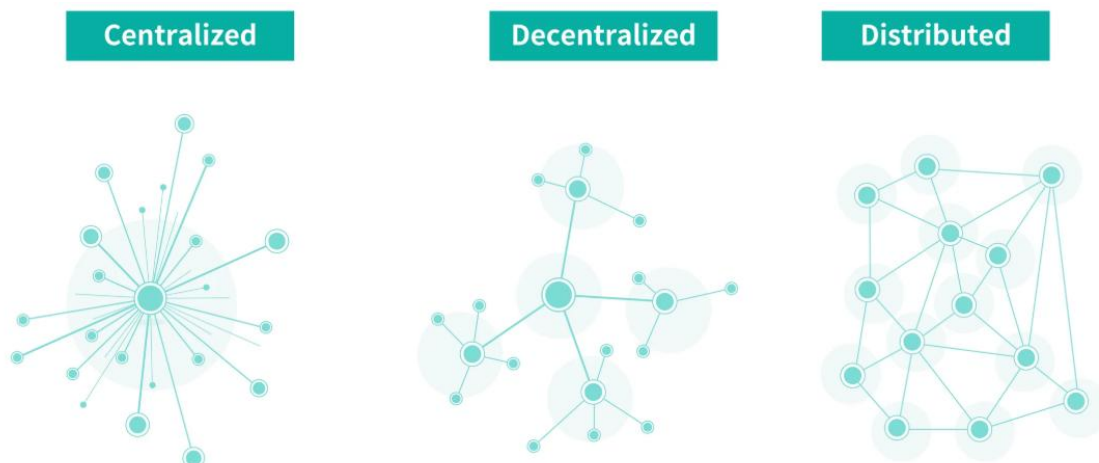
2. BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA: PREGLED

Od svog nastanka 2008. godine s prijedlogom koji je postavio temelje za rad Bitcoina (Nakamoto, 2008), blockchain tehnologija prešla je od inovacije povezane s kriptovalutama do alata s višestrukim primjenama u različitim sektorima. U suštini, blockchain omogućuje decentralizirano bilježenje transakcija na distribuiranoj mreži, pružajući sigurnost i transparentnost. Njegova glavna privlačnost leži u mogućnosti generiranja zapisa koji se ne mogu manipulirati, smanjenju prijevара i poboljšanju operativne učinkovitosti u područjima poput financija, zdravstva, logistike i javnog upravljanja (Frizzo-Barker i sur., 2020; Tapscott & Tapscott, 2016).

Tijekom posljednjih deset godina upotreba blockchaine značajno je porasla i proširila se na područja poput pametnih ugovora, verifikacije digitalnog identiteta i decentraliziranih financija (DeFi). Kako sve više industrija usvaja ovu tehnologiju, raste i potreba za obučanim stručnjacima, što predstavlja izazov za obrazovni sektor. Potrebno je ponuditi specijaliziranu obuku koja je usklađena sa zahtjevima tržišta rada, s programima koji su solidni i tehnički i teorijski (Fosso Wamba i sur., 2020; Swan, 2015; Mougayar, 2016).

2.1. Uvod u blockchain tehnologiju

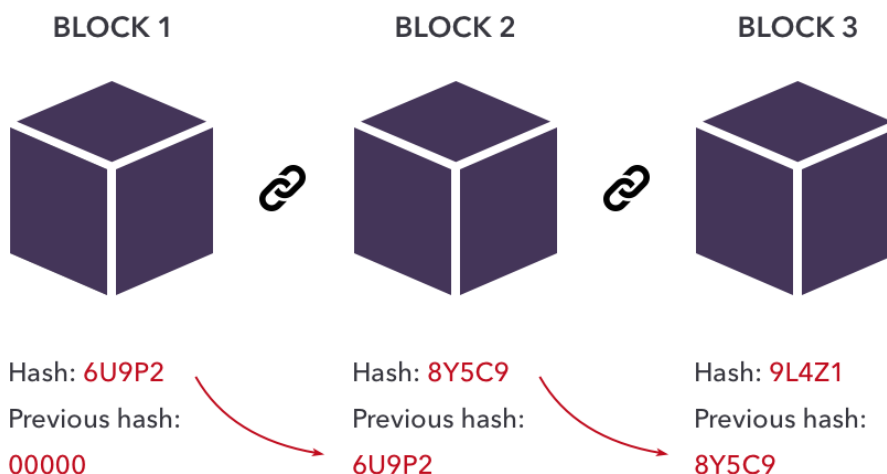
Blockchain je tehnologija distribuiranih knjiga (DLT) u kojoj se informacije pohranjuju u blokove povezane kronološkim redom. Prema Zheng i sur. (2017) i IBM-u (n.d.), svaki blok sadrži skup transakcija ili unosa podataka. Nakon što mreža potvrdi blokadu, ona se trajno bilježi. Ova struktura čini sustav vrlo sigurnim i transparentnim, jer bi izmjena informacija u jednom bloku značila mijenjanje svih blokova koji dolaze nakon njega, što je praktički nemoguće zbog potrebne računalne snage (Tapscott & Tapscott, 2016).



Slika 1: Centralizirani/Decentralizirani/Distribuirani sustavi

Key elements of this technology include:

- **Decentralizacija:** Za razliku od tradicionalnih sustava, gdje su informacije koncentrirane u jednoj jedinici, blockchain distribuira podatke među nekoliko čvorova ili sudionika. Ova arhitektura uklanja potrebu za posrednicima, poput banaka ili vlasti, za validaciju transakcija, čineći sustav sigurnijim i pristupačnijim (Crosby i sur., 2016; Swan, 2015).
- **Mehanizmi konsenzusa:** Za validaciju transakcija, blockchain se oslanja na algoritme konsenzusa. Neki od najpoznatijih su Proof of Work i Proof of Stake, koji jamče integritet podataka kroz dogovor među članovima mreže (Mougayar, 2016; Zheng i sur., 2017)
- **Kriptografska sigurnost:** Svaki blok povezan je s prethodnim jedinstvenim kodom (hashom), generiranim naprednim kriptografskim tehnikama. To čini gotovo nemogućim mijenjati zabilježene informacije bez izmjene cijelog naknadnog lanca, što je tehnički neizvedivo (IBM, n.d.).



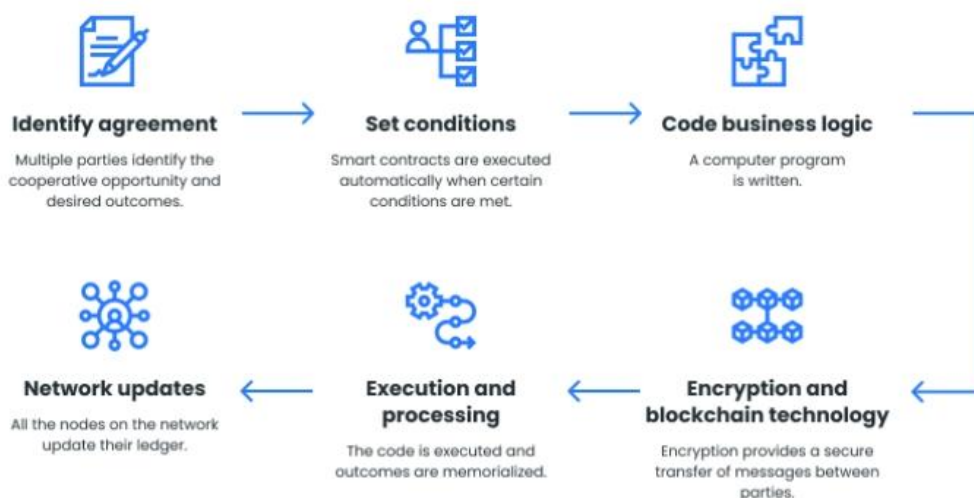
Slika 2: Hashing u blockchainu.

- **Nepromjenjivost:** Nepromjenjivost: Kada se informacije zabilježe na blockchainu, one se ne mogu lako mijenjati. Ova značajka posebno je korisna u sektorima gdje je pouzdanost podataka ključna, poput financijskih transakcija, medicinske dokumentacije ili izbornih procesa (Tapscott & Tapscott, 2016).
- **Transparentnost i povjerenje:** U javnim blockchainima, svaki sudionik može pregledavati i provjeravati transakcije, stvarajući transparentno okruženje i smanjujući potrebu za oslanjanjem na središnju vlast. Sama mreža osigurava da se sve radi ispravno i provjerljivo (Tapscott & Tapscott, 2016).

2.2. Primjena blockchaina

Blockchain tehnologija pokazala se vrlo svestranom i već se koristi u raznim sektorima, daleko izvan kriptovaluta. Neki konkretni primjeri uključuju:

- **Financije:** Omogućuju brža i jeftinija međunarodna plaćanja uklanjanjem potrebe za posrednicima poput banaka (Tapscott & Tapscott, 2016; Wang i sur., 2019).
- **Upravljanje lancem opskrbe:** Pomaže pratiti proizvode od njihovog podrijetla do krajnjeg potrošača, smanjujući rizik od prijevara i povećavajući povjerenje kupaca (Francisco & Swanson, 2018; IBM, n.d.).
- **Zdravstvo:** Omogućuje sigurno pohranjivanje i dijeljenje medicinskih podataka. To poboljšava pristup relevantnim informacijama bez ugrožavanja privatnosti pacijenata (Agbo i sur., 2019; Zheng i sur., 2017).
- **Pametni ugovori:** Jedna od njihovih najznačajnijih primjena je mogućnost stvaranja ugovora koji se automatski izvršavaju kada su ispunjeni određeni uvjeti. Ovo pojednostavljuje postupke u sektorima poput nekretnina, osiguranja i pravnih usluga, bez potrebe za ljudskom intervencijom (Mougayar, 2016; Frizzo-Barker i sur., 2020).



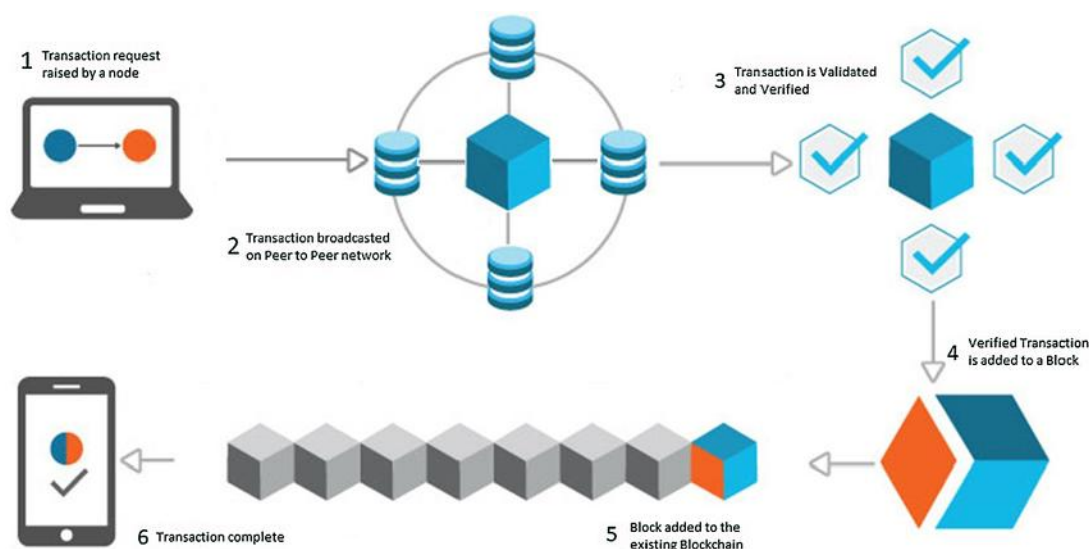
Slika 3: Kako funkcionira Smart Contract?

2.3. Utjecaj blockchaina na profesionalni sektor

Utjecaj blockchaina daleko nadilazi njegovu tehničku strukturu. Ova tehnologija donosi značajne promjene u društvenom i industrijskom kontekstu, zahvaljujući svojoj sposobnosti stvaranja decentraliziranih, sigurnih i transparentnih sustava. Time doprinosi rješavanju nekih od najsloženijih izazova s kojima se suočavaju različite industrije, s koristima koje se protežu i na društvo u cjelini.

- **Financije i inkluzija:** U financijskom sektoru, blockchain je međunarodne transakcije učinio bržim, sigurnijim i jeftinijim uklanjanjem posrednika poput banaka, koji često uzrokuju kašnjenja i naplaćuju visoke naknade (Tapscott & Tapscott, 2016). Smanjenjem tih prepreka također se proširuju mogućnosti financijske uključenosti, osobito za pojedince ili tvrtke koje nemaju pristup tradicionalnim bankarskim uslugama (Swan, 2015). Osim toga, rast decentraliziranih financija (DeFi) daje većem broju ljudi širom svijeta priliku da sudjeluju na tržištima i samostalno upravljaju svojom imovinom (Mougayar, 2016).
- **Zdravstvo:** U zdravstvenom sektoru, blockchain nudi siguran način dijeljenja medicinske dokumentacije među ovlaštenim stručnjacima bez ugrožavanja privatnosti pacijenata. To poboljšava učinkovitost liječenja i osigurava da liječnici imaju pristup potpunim i ažurnim informacijama (Zheng i sur., 2017).
- **Lanci opskrbe:** Kada se primjenjuje na lance opskrbe, blockchain omogućuje praćenje proizvoda od njegovog podrijetla do potrošača. Ova sljedivost pomaže u smanjenju prijevara i krivotvorenja, gradi povjerenje kupaca i prisiljava tvrtke da preuzmu odgovornost za etičke proizvodne prakse (Zheng i sur., 2017). Također pojednostavljuje procese poput provjere podrijetla, što je posebno korisno u sektorima poput hrane, medicine i luksuzne robe (Tapscott & Tapscott, 2016).
- **Pametni ugovori i pravni sektor:** Pametni ugovori omogućuju automatizaciju ugovora bez potrebe za posrednicima poput odvjetnika ili agenata, čime se smanjuje papirologija, troškovi i rizik od prijevara. To je posebno korisno u sektorima poput nekretnina, osiguranja i pravnih usluga, gdje se obrađuju osjetljivi i složeni procesi (Tapscott & Tapscott, 2016).
- **Upravljanje:** Na institucionalnoj razini, blockchain može povećati transparentnost u javnom upravljanju. Na primjer, njegova primjena istraživana je u sustavima glasanja otpornim na manipulaciju i u verifikaciji vladinih operacija, što bi moglo pomoći u borbi protiv korupcije i jačanju povjerenja javnosti (Zheng i sur., 2017).

Ukratko, blockchain ima potencijal transformirati cijele industrije promicanjem pravednosti, transparentnosti i uključivosti. Njegova sposobnost osiguranja, pojednostavljenja i decentralizacije procesa pozicionira ga kao ključnu tehnologiju u digitalnoj evoluciji i poticanju pravednijeg i učinkovitijeg razvoja.



Slika 4: Dijagram toka blockchaina

2.4. Blockchain obrazovanje and stručna obuka

S obzirom na to da je blockchain tehnologija još uvijek u povojima, potreba za specijaliziranim stručnjacima postaje sve hitnija u svim sektorima. Obrazovanje igra ključnu ulogu u osposobljavanju ljudi s znanjem i vještinama potrebnim za učinkovitu primjenu ove tehnologije u stvarnim kontekstima. Iako postupno napreduje u sveučilišnim programima, strukovnom osposobljavanju te tehničkom i strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET), etablira se kao praktičan i pristupačan način za stjecanje blockchain vještina.

Općenito, studijski programi kombiniraju teorijsku osnovu s praktičnim pristupom. Sadržaj obično uključuje osnove tehnologija distribuiranih knjiga (DLT), osnovna načela kriptografije i razvoj pametnih ugovora. Kao što Mougayar (2016) ističe, ove će vještine biti vrlo tražene u sektorima poput financija, logistike, zdravstva i javne uprave. Nadalje, blockchain obuka nije ograničena samo na tehničke aspekte, već se bavi i pravnim i etičkim pitanjima, pripremajući studente za suočavanje s regulatornim izazovima i profesionalnim dilemama u različitim radnim okruženjima.

Međutim, budući da je riječ o disruptivnoj tehnologiji, obuka o blockchainu ne bi trebala biti usmjerena isključivo na IT stručnjake. Poslovni, pravni i financijski stručnjaci također mogu imati koristi od učenja kako primijeniti ovu tehnologiju za poboljšanje operative učinkovitosti i transparentnosti. Zato sve više programa usvaja interdisciplinarni pristup, kombinirajući tehničke vještine s praktičnim primjenama, u skladu s potrebama stalno mijenjajuće digitalne ekonomije.

S brzim napretkom tehnologije, ključno je da stručnjaci u područjima poput poslovanja, logistike i kibernetičke sigurnosti temeljito razumiju potencijal blockchaina. Kako bi ponudili sveobuhvatnu obuku, najrobusniji programi kombiniraju teoriju i praksu te

omogućuju studentima rad na vodećim platformama u industriji. To uključuje i javna okruženja poput Ethereuma i kontroliranih enterprise rješenja poput Hyperledgera. Ovaj mješoviti pristup pruža im svestrano iskustvo, pripremajući ih za učinkovitu primjenu blockchaina u raznim stvarnim kontekstima (Zheng i sur., 2017).

	Public	Private	Hybrid	Consortium
Permissioned/Permissionless	Permissionless	Permissioned	Permissioned & Permissionless	Permissioned
Control	No control by a central authority	Control by a central authority	Control by a central authority	Control by multiple central authorities
Main Advantages	✓ Independence ✓ Transparency	✓ Performance ✓ Scalability	✓ Performance ✓ Low Cost	✓ Performance ✓ Security
Main Disadvantages	✗ Performance ✗ Scalability Issues	✗ Security ✗ Trust	✗ Transparency ✗ Upgrading	✗ Transparency
Examples	Bitcoin Litecoin	Hyperledger Fabric	XRP token	Corda Quorum

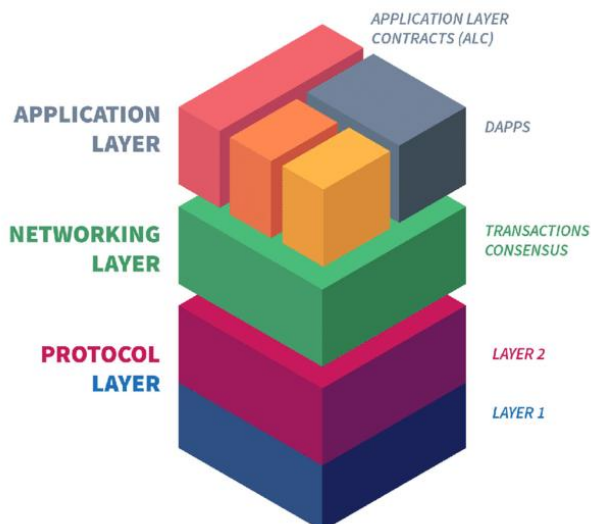
Slika 5: Vrste blockchain mreža

2.5. Uloga Blockchaina in strukovnom obrazovanju

Tehničko i strukovno obrazovanje i osposobljavanje (VET) igra ključnu ulogu u pripremi stručnjaka sposobnih odgovoriti na rastuću potražnju za blockchain stručnošću. Ovi programi osmišljeni su kako bi pružili praktične, na posao usmjerene vještine usklađene sa stvarnim potrebama sektora u kojima ova tehnologija već počinje imati značajan utjecaj. No, osim obuke kvalificiranih radnika, uključivanje blockchaina u tehničku obuku nastoji potaknuti inovacije i pripremiti industrije za tehnološke izazove budućnosti.

Blockchain aplikacije posebno su relevantne u područjima poput logistike, upravljanja lancem opskrbe i digitalnih financija. Zbog toga mnoge tvrtke traže ljude koji ne samo da razumiju kako ova tehnologija funkcionira, već je mogu i implementirati, upravljati i održavati kako bi ostali konkurentni na tržištu. U tom kontekstu, tehnička obuka nudi dodatnu vrijednost fokusirajući se na razvoj praktičnih vještina uz specifično industrijsko znanje. To uključuje sve od razvoja pametnih ugovora i decentraliziranih aplikacija (DApps) do upravljanja strukturama upravljanja unutar blockchain sustava.

S obzirom na to da se blockchain brzo razvija, obrazovne institucije često moraju pregledavati i ažurirati svoje kurikule kako bi pratile tehnološke promjene. Ovaj dinamičan pristup omogućuje diplomantima ulazak na tržište rada s najnovijim vještinama spremnim za primjenu. Osim toga, ovi programi ne samo da uče kako koristiti tehnologiju, već i promiču kritički pogled na njezin industrijski utjecaj, kao i na etičke i regulatorne izazove koje ona nosi.



Slika 6: Blockchain tehnološki stack

Integracija blockchaina u strukovno obrazovanje pomaže premostiti jaz između teorijskog znanja i primjene u stvarnom svijetu. Učenici ne stječu samo tehničke vještine za provedbu rješenja, već razvijaju i način razmišljanja usmjeren na inovacije i rješavanje problema. To im omogućuje da postanu pokretači promjena unutar svojih sektora, doprinoseći širem prihvaćanju blockchaina i transformaciji industrija i gospodarstava diljem svijeta.

3. NASTAVNI PLANOVI I PROGRAMI BLOCKCHAINA

3.1. NJEMAČKA

Njemačka ima visoko razvijen sustav dvostrukog strukovnog obrazovanja i osposobljavanja (VET), nadopunjen opsežnom mrežom sveučilišta i centara za primijenjena istraživanja. Njegov dvostruki model međunarodno je priznat po kombiniranju praktične obuke u tvrtkama s teorijskim obrazovanjem u javnim školama, prema nacionalnim propisima koji uključuju gospodarske komore, tvrtke i obrazovne ustanove. Ova struktura omogućuje da profesionalni profili budu dobro usklađeni s potrebama tržišta rada, što doprinosi održavanju niske razine nezaposlenosti mladih i čvrste baze srednjih vještina.

Na političkoj razini, 2019. godine savezna vlada usvojila je Nacionalnu blockchain strategiju s ciljem "postavljanja smjera prema ekonomiji temeljenoj na tokenima." Ova strategija smatra blockchain ključnom digitalnom tehnologijom za sektore poput financija, industrije, energetike, mobilnosti i javne uprave.

U tom okviru, obrazovanje povezano s blockchainom u Njemačkoj oblikuje dinamičan ekosustav za profesionalni razvoj i prekvalifikaciju. Međutim, ponuda ostaje uglavnom

"horizontalna": većina programa fokusira se na tehnologije distribuiranih knjiga, kriptovalute i Web3 inovacije bez izravne veze s određenim sektorima poput prirodnog kamena, rudarstva ili građevinskih materijala

3.1.1. Blockchain u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET)

Unutar sustava strukovnog obrazovanja u Njemačkoj, blockchain se još nije etablirao kao priznata profesija u okviru početnog obrazovanja (Ausbildungsberuf). Umjesto toga, većina obrazovanja u ovom području dolazi kroz kontinuiranu stručnu obuku (Weiterbildung).

Ti se programi obično nude u obliku kratkih, intenzivnih tečajeva s certifikacijom, a provode ih subjekti poput gospodarskih komora (IHK), privatnih akademija ili državnih digitalnih inicijativa. Prvenstveno su namijenjeni profesionalcima koji žele unaprijediti svoje IT vještine ili ljudima na rukovodećim pozicijama kojima je potreban pregled kripto ekosustava. Cilj je premostiti jaz između tradicionalnih strukovnih vještina i novih zahtjeva ekonomije temeljene na tokenima

Bitcoin, blockchain i slično [dnevna stopa]

- **Institucija:** HKBiS Gospodarska komora Hamburg Education Service (IHK seminar)
- **Poveznica:** [HKBiS tečaj](#)
- **Opis:** Kratki seminar uživo (10 nastavnih sati) ponuđen kao IHK seminar u Hamburgu. Upoznaje sudionike s Bitcoinom, alternativnim kriptovalutama, NFT-ovima i osnovnim blockchain principima. Fokus je na razumijevanju kako se te tehnologije integriraju u moderne tvrtke i digitalne poslovne modele.

Napredni tečaj Pythona – Blockchain s Pythonom

- **Institucija:** Cimdata Bildungsakademie
- **Poveznica:** [Cimdata Python Course](#)
- **Opis:** Četverotjedni redovni tečaj koji kombinira napredno Python programiranje s razvojem blockchain aplikacija. Kurikulum obuhvaća kriptografske osnove, mehanizme konsenzusa (PoW vs. PoS), implementaciju prilagođenog blockchaina, razvoj pametnih ugovora i integraciju novčanika.

Blockchain-Tehnologija (modularno treniranje)

- **Institucija:** Cimdata Bildungsakademie
- **Poveznica:** [Kursportal Schleswig-Holstein](#)
- **Opis:** 24-tjedni modularni program cjeloživotnog obrazovanja priznat za vaučere njemačkih agencija za zapošljavanje. Blockchain tretira kao dio šireg profila "budućih vještina", kombinirajući koncepte distribuiranih knjiga s web razvojem (HTML5, React) i računalstvom u oblaku. Sudionici stječu Cimdata certifikat i potencijalne IHK kvalifikacije.

Tehničke osnove blockchaina i DLT-a

- **Institucija:** OPEN vhb (Virtualno sveučilište Bavarske, TU München)

- **Poveznica:** [OPEN vhb Course](#)
- **Opis:** Besplatan online tečaj koji nudi Tehničko sveučilište u Münchenu (TUM) kao dio Bavorske blockchain strategije. Pruža strukturirani uvod u kriptografske osnove, protokolne slojeve, mehanizme konsenzusa i implementaciju pametnih ugovora. Obuhvaća konkretne sustave poput Bitcoina, Etheruma i Hyperledgera.

3.1.2. Blockchain in visokom obrazovanju

Njemačka se u Europi ističe po tome što nudi sveobuhvatne magistarske programe posvećene isključivo blockchainu, umjesto da ga nudi samo kao izborni predmet unutar drugih studijskih programa. Sveučilišta primijenjenih znanosti (Fachhochschulen) i Tehnička sveučilišta prednjače u ovom području, s zahtjevnim akademskim programima koji kombiniraju softversko inženjerstvo, pravnu regulaciju i financijsko upravljanje.

Ova dubinska specijalizacija omogućuje obuku visoko kvalificiranih stručnjaka sposobnih za dizajniranje složenih distribuiranih arhitektura i ekonomskih modela temeljenih na tokenima

Blockchain i tehnologije distribuiranih knjiga (DLT), M.Sc.

- **Institucija:** Mittweida Sveučilište primijenjenih znanosti
- **Poveznica:** [HS Mittweida program](#)
- **Opis:** Jedan od prvih specijaliziranih magistarskih programa u Europi potpuno posvećen blockchainu. To je program usmjeren na primjenu koji priprema diplomante za upravljanje blockchain infrastrukturnama. Kurikulum uključuje DLT arhitekture, kriptografiju, ekonomiju tokena i pravne aspekte, uz snažnu suradnju s industrijom u fintechu i Industrij 4.0.

Informacijska tehnologija – Blockchain tehnologija, M.Eng.

- **Institution:** SRH University Heidelberg
- **Poveznica:** [SRH Heidelberg Program](#)
- **Opis:** Magistarski studij usmjeren na praksu koji se predaje na engleskom jeziku. Kombinira napredno softversko inženjerstvo i IT sigurnost sa specijalizacijom u blockchain sustavima. Moduli se bave razvojem pametnih ugovora, DApps-ovima, sigurnosnim performansama i poslovnim modelima tokenizacije. Studenti rade na primijenjenim projektima usmjerenim na uloge poput blockchain inženjera ili arhitekta rješenja.

Magisterij iz blockchaina i digitalne imovine, M.Sc.

- **Institucija:** Frankfurtska škola financija i menadžmenta
- **Poveznica:** [Frankfurtska škola](#)
- **Opis:** Poslijediplomski program usmjeren na financijske i upravljačke dimenzije tehnologije. Obuhvaća tržišta digitalne imovine, skrbništvo, usklađenost, DeFi i

tehničke osnove. Namijenjeno profesionalcima u bankarstvu i savjetovanju koji žele dizajnirati financijske proizvode temeljene na blockchainu.

Sustavno inženjerstvo temeljeno na blockchainu (moduli)

- **Institucija:** Tehničko sveučilište u Münchenu (TUM)
- **Poveznica:** [TUM sebis Predsjednik](#)
- **Opis:** Specijalizirani moduli integrirani u kurikulume računalnih znanosti. Katedra za softversko inženjerstvo nudi predavanja i laboratorijske vježbe o "Sustavnom inženjerstvu temeljenom na blockchainu", obrađujući konsenzusne protokole, decentralizirani identitet i upravljanje. To su istraživački vođeni moduli dostupni diplomskim studentima informatike i informacijskih sustava.

3.2. ŠPANJOLSKA

Glavni cilj sustava strukovnog osposobljavanja (FP) u Španjolskoj je opremiti učenike vještinama i sposobnostima koje izravno odgovaraju potrebama tržišta rada. Prema španjolskom obrazovnom okviru, FP je organiziran u dvije razine: Srednje strukovno osposobljavanje i Napredno strukovno obrazovanje. Oba kombiniraju praktičnu, na zapošljavanje orijentiranu obuku u različitim profesionalnim područjima. Ovi programi osmišljeni su u suradnji s proizvodnim sektorom kako bi se osiguralo da su diplomanti dobro pripremljeni za ulazak na tržište rada.

S brzim napretkom blockchaina i njegovom sve relevantnijom prisutnošću u sektorima poput financija, logistike i upravljanja lancem opskrbe, raste svijest o potrebi uključivanja vještina vezanih uz ovu tehnologiju u kurikulume strukovnog osposobljavanja. S obzirom na to da se blockchain etablirao kao ključni alat za osiguravanje sigurnih, transparentnih i decentraliziranih transakcija, tvrtke traže stručnjake sposobne za njegovu implementaciju i upravljanje u stvarnim okruženjima.

Španjolske institucije nedavno su započele s implementacijom Blockchain tečajeva s posebnim usmjerenjem na studente stručnog obrazovanja i stručnog osposobljavanja koji posjeduju praktične, spremne vještine za posao. Programi bi studentima pružili i teorijsko i praktično iskustvo rada s blockchain platformama poput Ethereum i Hyperledgera, razvoj pametnih ugovora te etička i pravna razmatranja u korištenju tehnologije.

3.2.1. Blockchain in u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET)

Kao odgovor na ovu potražnju, neke španjolske institucije počele su nuditi blockchain tečajeve posebno namijenjene studentima strukovnog obrazovanja. Ovi programi kombiniraju teoriju i praksu, omogućujući studentima rad s platformama poput Ethereum i Hyperledgera. Osim učenja kako razvijati pametne ugovore, tečajevi se bave i etičkim i pravnim pitanjima povezanim s korištenjem ove tehnologije.

Tečaj o kriptovalutama: strategija, regulacija i psihologija investitora

- **Institucija:** CEF (Centar za financijske studije)
- **Poveznica:** [CEF tečaj](#)
- **Opis:** Kratki online tečaj (otprilike 20 sati) namijenjen financijskim stručnjacima kojima je potrebno ažurirano razumijevanje ekosustava kripto-imovine. Obuhvaća tehnološke temelje blockchaina, velikih mreža poput Bitcoina i Ethereum te ulogu centraliziranih naspram decentraliziranih burzi. Značajno je da se nastavni plan i program bavi europskim MiCA okvirom, španjolskom regulacijom i najboljim praksama u upravljanju rizicima i psihologiji investitora na nestabilnim tržištima.

Viši tehnički tečaj iz blockchaina

- **Institucija:** INESEM poslovna škola
- **Poveznica:** [INESEM tečaj](#)
- **Opis:** Online program namijenjen tehničarima i profesionalcima koji žele raditi s blockchain infrastrukturom. Napreduje od konceptualnih temelja (DLT, mehanizmi konsenzusa, novčanici) do praktičnih primjena koje uključuju pametne ugovore, NFT-ove i DeFi slučajeve upotrebe. Tečaj naglašava primijenjene vještine kroz vježbe na javnim i privatnim mrežama.

Sveučilišni tečaj iz blockchaina (Titulación universitaria + 5 ECTS)

- **Institucija:** INESEM + Universidad Nebrija
- **Poveznica:** [INESEM akreditirani tečaj](#)
- **Opis:** Kratki, sveučilišno akreditirani kolegij (5 ECTS) usmjeren na blockchain arhitekturu, kriptografske primitive, modele transakcija i dizajn pametnih ugovora. Studenti se uključuju u Ethereum i druge platforme. Ovaj program je pozicioniran kao formalna opcija za usavršavanje osposobljavanja za diplomante i VET tehničare koji žele akademsku kvalifikaciju u osnovama blockchaina.

Stručni tečaj o blockchainu

- **Institucija:** Deusto Formación
- **Poveznica:** [Deusto Course](#)
- **Opis:** Profesionalni tečaj koji kombinira uvod u DLT-ove s modulima o Web3, kripto-imovini, tokenizaciji i pametnim ugovorima. Obično dodjeljuje dvostruki certifikat (Deusto Formación plus partnersko sveučilište) i snažno je usmjeren na praktične poslovne primjene, studije slučaja i dizajn korporativnih projekata temeljenih na blockchainu.

Blockchain: Ekosustav i poslovne primjene

- **Ustanova:** Kursia škola za obuku
- **Poveznica:** [Kursia Course](#)
- **Opis:** Online tečaj namijenjen menadžerima, zaposlenicima u javnom sektoru i profesionalcima kojima je potrebno sveobuhvatno razumijevanje blockchaina bez dubokih tehničkih razvojnih vještina. Objašnjava evoluciju tehnologije,

tipove mreža i tokenomiku, s naglaskom na poslovne modele, optimizaciju procesa i stvarne studije slučaja iz financija, administracije i industrije.

Tečaj o blockchainu u poslovanju

- **Institucija:** IEBS Poslovna škola
- **Poveznica:** [IEBS tečaj](#)
- **Opis:** Kratki online tečaj koji istražuje kako blockchain transformira poslovne modele i operacije. Uvodi osnove, kripto-imovinu i pametne ugovore, vodeći sudionike kroz analizu vrijednosnih ponuda temeljenih na blockchainu i decentraliziranih aplikacija (dApps). Namijenjeno poduzetnicima, konzultantima i profesionalcima u digitalnom poslovanju.

Course in Blockchain, Web3 and Metaverse

- **Institucija:** Campus Internacional de Blockchain
- **Poveznica:** [Campus Blockchain tečaj](#)
- **Opis:** Specijalizirani online program (otprilike 150 sati) koji spaja asinkroni sadržaj s live sesijama. Obuhvaća tehničke osnove, pametne ugovore, token ekonomije, NFT-ove, DeFi i metaverse platforme. Izričito osmišljeno kao profesionalna obuka za programere, voditelje proizvoda i inovatore koji grade projekte u Web3 ekosustavu

3.2.2. Blockchain visokom obrazovanju

Na području visokog obrazovanja u Španjolskoj, nekoliko sveučilišta počelo je nuditi specijalizirane programe u blockchainu, s ciljem pripreme studenata za suočavanje s izazovima stalno rastućeg sektora. Ti studiji, od kojih se većina predaje na magistarskoj razini, obuhvaćaju i tehničke, ekonomske i regulatorne aspekte ove tehnologije. Njihova je svrha osposobiti stručnjake sposobne voditi projekte u područjima poput fintecha, digitalne transformacije i decentraliziranih financija (DeFi).

Akademski sadržaj ovih programa nastoji uravnotežiti teoriju i praksu, stavljajući snažan naglasak na razvoj pametnih ugovora i dizajn novih poslovnih modela temeljenih na blockchainu.

Magisterij iz blockchaina i velikih podataka

- **Institucija:** Universidad Complutense de Madrid (UCM)
- **Poveznica:** [Master UCM](#)
- **Opis:** Magistarski studij od 60 ECTS-a koji provodi Fakultet za statističke studije. Jedinstveno kombinira obuku o blockchain tehnologiji s analitikom velikih podataka. Studenti uče osnove mreža, pametne ugovore i dAppove, dok istovremeno stječu vještine analize podataka, programiranja i obrade u stvarnom vremenu. Program je usmjeren na praksu, s mentorima iz španjolskog blockchain ekosustava.

Magistar blockchain tehnologija i pametnih ugovora

- **Institucija:** Sveučilište u Salamanci
- **Poveznica:** [USAL Master](#)
- **Opis:** Kombinirani/online magistarski program (60 ECTS) koji nudi sveobuhvatnu obuku. Kombinira tehničke module (DLT, kriptografija, Ethereum, Bitcoin) s ekonomskim, poslovnim i pravnim/regulatornim sadržajem. Povezan s sveučilišnom inicijativom CyberChain, cilja na diplomante iz ICT-a, ekonomije, poslovanja i prava specijalizirane za digitalnu transformaciju.

Master iz blockchaina, pametnih ugovora i kripto ekonomije

- **Institucija:** Sveučilište u Alcalá
- **Poveznica:** [UAH Master](#)
- **Opis:** Magistarski program cjeloživotnog obrazovanja od 60 ECTS koji pruža integrirani pogled na blockchain, DAO-ove, pametne ugovore i virtualne resurse. Kurikulum je strukturiran oko trostruke perspektive: tehničke (infrastruktura, tokenomika), ekonomsko-financijske (DeFi, novi poslovni modeli) i pravno-regulatorne (EU/španjolske regulative). Isporučuje se u potpunosti online za ICT, poslovne i pravne stručnjake.

Magisterij iz blockchaina i digitalnih inovacija / diploma

- **Institucija:** Universitat Politècnica de València (UPV)
- **Poveznica:** [UPV diploma](#)
- **Opis:** UPV nudi modularni put obuke uključujući magisterij iz blockchaina i digitalnih inovacija te diplomu od 30 ECTS-a. Ovi programi pokrivaju glavne varijante blockchaina, kriptovalute, analizu podataka za Web3 te poslovne primjene NFT-ova i metaverzuma, s naglaskom na praktične projekte i profesionalne uloge.

Magistar iz blockchaina, kripto-imovine i tokenizacije

- **Institucija:** Universidad Nebrija
- **Poveznica:** [Nebrija Master](#)
- **Opis:** Službeni magistarski studij od 60 ECTS-a fokusiran na tehnološke i poslovne aspekte blockchaina. Studenti proučavaju javne i privatne mreže (Bitcoin, Ethereum, Hyperledger), kriptografiju i razvoj pametnih ugovora, uz pravne/poslovne module o tokenizaciji i digitalnim financijama. Snažno je usmjeren na zapošljivost kod industrijskih partnera.

Magisterij iz blockchain tehnologije i kriptoekonomije

- **Institucija:** Sveučilište Baskije (UPV/EHU)
- **Poveznica:** [Master UPV/EHU](#)
- **Opis:** Multidisciplinarni magistarski program od 60 ECTS-a usmjeren na temeljne stupove: Bitcoin, kriptografiju, algoritamsku složenost, teoriju igara, monetarne sustave i pravna pitanja. Uključuje programiranje u okruženjima poput Bitcoina,

Ethereuma i Hyperledgera. Namijenjeno je diplomiranim studentima znanosti i inženjerstva specijaliziranim za Industriju 4.0, financije ili pravne usluge.

3.3. RUMUNJSKA

Glavni cilj sustava strukovnog obrazovanja i osposobljavanja (VET) u Rumunjskoj je opremiti studente praktičnim vještinama koje zadovoljavaju potrebe tržišta rada. Kombinira početne obrazovne programe na razini višeg srednjeg obrazovanja s raznolikim sveučilišnim sektorom i sve većim izborom programa kontinuiranog profesionalnog usavršavanja i osvježavanja. U posljednjim godinama nacionalne strategije za digitalizaciju i pametnu specijalizaciju usmjerene su na napredne digitalne vještine kao ključni čimbenik za jačanje konkurentnosti i inovacija.

U ovom širem kontekstu, blockchain se počeo pozicionirati kao rastuće, ali brzo rastuće područje. Od otprilike 2017. godine, sveučilišta, istraživački centri i specijalizirani pružatelji obrazovanja u Rumunjskoj počeli su uključivati module i programe usmjerene na ovu tehnologiju. Ovaj razvoj podržava aktivan ekosustav koji uključuje više od 100 tvrtki povezanih s blockchainom i pilot projekte u sektorima poput fintecha, digitalnog identiteta, e-uprave, energije i obrazovanja (Holotescu i sur., 2021). Kao rezultat toga, raste potražnja za specijaliziranim vještinama u tehnologijama distribuiranih knjiga (DLT), pametnim ugovorima i kriptoomovini.

Kao odgovor na ovaj razvoj, razni odjeli za računalne znanosti, inženjerstvo, ekonomiju i financije počeli su nuditi specifične kolegije ili module o blockchainu u preddiplomskim i diplomskim programima. Osim toga, postoje izvršni programi, kratki tečajevi i online edukacija. Strateške inicijative poput projekta EBSI4RO (Povezivanje Rumunjske putem blockchaina) integriraju korištenje blockchaina u širi dnevni red digitalne transformacije, potičući usvajanje Europske infrastrukture blockchain usluga (EBSI) za sigurnu upotrebu digitalnih vjerodajnica i inovacije u javnom sektoru (EBSI4RO, 2022).

Iako je usvajanje ove tehnologije napredovalo dalje u visokom obrazovanju i kontinuiranom profesionalnom razvoju nego u početnom strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (ISCED razine 3 i 4), raspon kratkih tečajeva, mini-MOOC-ova i izvršnih programa nastavlja rasti. To olakšava pristup specijaliziranoj obuci za IT stručnjake, zaposlenike javnog sektora i poduzetnike.

3.3.1. Blockchain in strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET)

Iako u Rumunjskoj još uvijek ne postoje specifične formalne kvalifikacije iz blockchaina na razini višeg srednjoškolskog strukovnog obrazovanja i osposobljavanja (početni VET), dostupan je širok raspon poslijediplomskih, programa cjeloživotnog obrazovanja i programa za izvršnu obuku. Ove inicijative igraju ključnu ulogu u ažuriranju i ponovnom osposobljavanju odraslih stručnjaka (nastavak VET-a).

Općenito, to su intenzivni programi koji mogu trajati od nekoliko tjedana do tri mjeseca. Kombiniraju osnovni teorijski sadržaj s studijama slučaja i praktičnim laboratorijskim sesijama, omogućujući sudionicima stjecanje znanja koje se može odmah primijeniti u profesionalnom okruženju.

Poduzetništvo u blockchainu

- **Institucija:** Zapadno sveučilište u Timișoari (poslijediplomski program)
- **Poveznica:** <https://admitere.uvt.ro/program/antreprenoriat-in-blockchain/>
- **Opis:** Poslijediplomski program na Fakultetu matematike i informatike, osmišljen kao cjeloživotno stručno obrazovanje za diplomante i stručnjake u ICT-u, financijama, pravu, javnoj upravi i drugim sektorima. Nastavni plan objedinjuje: tehničke temelje blockchaina u decentraliziranim i ovlaštenim sustavima; poduzetničke prilike; decentralizirane poslovne modele; te opcionalne module o primjenama u financijama, energetici, opskrbnim lancima i obrazovanju, kao i programiranje blockchain aplikacija na različitim platformama. Potvrde o završetku izdaju se i bilježe na blockchainu, što ga čini nacionalnim referentnim za kombiniranje razvoja vještina i dokazivih digitalnih kvalifikacija.

Blockchain tehnologija: Primjena i inovacije transformacijskog poslovanja

- **Institution:** Executive Blockchain Laboratory (ICI Bucharest)
- **Poveznica:** <https://www.executiveblockchainlaboratory.ro/executive-courses.php>
- **Description:** Eight-week online executive course hosted by the Executive Blockchain Laboratory of the National Institute for Research and Development in Informatics (ICI Bucharest). It targets executives, managers and decision-makers in business and public administration. The modules address: fundamentals of blockchain; blockchain architectures for business and cybersecurity; supply-chain use cases; system-resilience and governance architectures; and token-based business models and cryptoeconomics, in partnership with Old Dominion University, Modex, Tailpath and the WU Vienna cryptoeconomics institute. The course explicitly focuses on strategy and innovation, helping participants design blockchain-enabled solutions for their own organisations.

EBSI4RO – Povezivanje Rumunjske putem blockchaina (mini-MOOC-ovi i mikro-vjerodajnice)

- **Poveznica:** <https://ebsi4ro.ro/romanian-blockchain-ecosystem/>
- **Opis:** EBSI4RO je projekt financiran od strane EU-a koji pilotira korištenje Europske infrastrukture za blockchain usluge (EBSI) za izdavanje diploma i mikro-kvalifikacija u Rumunjskoj. Među njegovim rezultatima su i brojni online mini-MOOC-ovi hostirani na Unicampus platformi, fokusirajući se na blockchain tehnologiju, EBSI slučajeve upotrebe i provjerljive vjerodajnice za javne usluge i obrazovanje. Ovi tečajevi naglašavaju integritet podataka, pouzdane

prekogranične usluge i usklađenost s prioritetima EU digitalne politike, te izdaju digitalne značke i certifikate utemeljene na blockchainu.

Akademija za blockchain inteligenciju (BIA)

- **Institucija:** ICI Bukurešt & ChainArgos
- **Poveznica:** <https://ici.ro/en/blockchain-intelligence-academy-bia/>
- **Opis:** Javno-privatna inicijativa za obuku usmjerena na analitiku blockchaina, istrage kripto-imovine i digitalnu forenziku za regulatore, financijske institucije i policijske agencije. Akademija nudi modularne tečajeve o blockchain ekosustavu, praćenju transakcija, usklađenosti s AML/CFT pravilima i pripremi dokaza za sud. Iako nije specifičan za sektor, ovaj fokus na upravljanje, rizik i usklađenost vrlo je primjenjiv na praćenje i praćenje u ekstraktivnim industrijama.

3.3.2. Blockchain u visokom obrazovanju

U području visokog obrazovanja, rumunjska sveučilišta postupno su uključila specifične kolegije i module o blockchainu, pametnim ugovorima i kripto imovini u preddiplomske i diplomske programe. Ovi predmeti uglavnom su integrirani u studentske programe poput računalnih znanosti, informacijskih tehnologija, inženjerstva i ekonomije.

Osim toga, mnoge od ovih akademskih inicijativa podržavaju specijalizirane istraživačke skupine i strateški savezi s tvrtkama u sektoru. To omogućuje izravnu povezanost između teorijskog sadržaja i stvarnih potreba tržišta rada.

Blockchain: Temelji i primjene

- **Institucija:** Alexandru Ioan Cuza Sveučilište u Iaşiju (Fakultet računalnih znanosti)
- **Poveznica:** https://edu.info.uaic.ro/blockchain/Blockchain_2024_2025_EN.pdf
- **Opis:** Diplomski studij koji se nudi u nekoliko studentskih programa (Softversko inženjerstvo, Distribuirani sustavi, Informacijska sigurnost, Napredni studiji računalnih znanosti). Kolegij obuhvaća: koncepte distribuiranih sustava; konsenzus i tolerancija na greške; kriptografske primitive; glavne javne i ovlaštene blockchain platforme; razvoj pametnih ugovora (npr. Ethereum); i evaluaciju blockchaina kao infrastrukture za različite primjene. Rumunjska udruga softverske industrije (ANIS) prepoznala ju je kao inovativnu inicijativu za podučavanje.

Blockchain: Pametni ugovori

- **Institucija:** Sveučilište Babeş-Bolyai u Cluj-Napoci (Fakultet matematike i računalnih znanosti)
- **Poveznica:** https://www.cs.ubbcluj.ro/files/curricula/2025/syllabus/IG_sem6_MLE5157_en_craciunf_2025_10056.pdf
- **Opis:** Izborni preddiplomski studij (program računalnih znanosti) posvećen blockchainu i pametnim ugovorima. Nastavni plan uključuje: uvod u blockchain osnove; Bitcoin i Ethereum; model izvršavanja pametnih ugovora; dizajnerske

uzorke u Solidityju; decentralizirane aplikacije (DApps); sigurnosni problemi u Ethereumu; rudarske strategije; i protokole konsenzusa. Laboratorijski rad vodi studente kroz konfiguraciju Ethereum klijenata, korištenje alata poput Ganachea i Remixa te razvoj i testiranje pametnih ugovora.

Blockchain i veliki podaci u medicinskim primjenama

- **Ustanova:** Nacionalno sveučilište za znanost i tehnologiju Politehnica Bukurešt (Fakultet elektronike, telekomunikacija i informacijskih tehnologija)
- **Poveznica:** <https://etti.upb.ro/en/category/cursuri/master-cursuri/eim/>
- **Opis:** Diplomski studij u području biomedicinskog inženjerstva. Bavi se scenarijima velikih podataka u zdravstvu (elektronički zdravstveni kartoni, podaci o telemedicini, baze podataka kliničkih ispitivanja) i istražuje kako se blockchain može koristiti za podršku distribuiranim medicinskim aplikacijama, sigurnu razmjenu podataka i integritet medicinskih zapisa. Laboratorijske sesije usmjerene su na izgradnju i evaluaciju rješenja za upravljanje podacima podržanim blockchainom u realnim e-zdravstvenim kontekstima.

Blockchain, kvantna kriptografija i sigurnost e-plaćanja/e-trgovine

- **Institucija:** Sveučilište za ekonomske studije u Bukureštu (magistar kibernetičke sigurnosti)
- **Poveznica:** <https://ism.ase.ro/curricula/cybersecurity-curricula-2022-2024/ism.ase.ro>
- **Opis:** Studij unutar magisterija iz ICT sigurnosti/kibernetičke sigurnosti. Prema službenom kurikulumu, kombinira blockchain tehnologije s kvantnom kriptografijom i sigurnim sustavima plaćanja, obrađujući sigurnost online i offline plaćanja, pametne ugovore i sigurnu e-trgovinu. To daje snažan pravno-tehnički i usklađeni pogled koji je relevantan za financijsku transparentnost, tantijeme i naknade u industrijama koje zahtijevaju velike resurse.

3.4. HRVATSKA

U Hrvatskoj blockchain obrazovanje počinje poprimati oblik kao dio šireg procesa digitalne transformacije u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET) i visokom obrazovanju. Nacionalne inicijative poput programa "e-škola" i strategije "Digitalna Hrvatska" postavljaju temelje za uključivanje naprednih tehnologija u kurikule. Na razini VET sustava, nedavne reforme usmjerene su na međusektorske digitalne vještine, iako još uvijek nema specifičnih blockchain modula unutar službenih kvalifikacija. Za sada se obuka u ovom području uglavnom razvija kroz kratke tečajeve i neformalno obrazovanje odraslih koje nude privatne tvrtke.

Što se tiče sektora prirodnog kamena, Hrvatska ima ključnu instituciju: Klesarska škola u Pučišćima, koja je dio projekta RockChain. Ova škola je europski standard i sudjelovala je u projektima digitalizacije poput projekta BIMSTONE. Međutim, trenutni fokus

ostaje na izradi i sigurnosti, bez uključivanja sadržaja vezanog uz blockchain za sada. To potvrđuje da RockChain neće duplicirati napore, već će nadopuniti postojeću ponudu, pokrivajući specifičnu potrebu na spoju tradicionalnih obrta i tehnologija sljedivosti.

3.4.1. Blockchain u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (VET)

U Hrvatskoj, strukovno obrazovanje i osposobljavanje (VET) još uvijek nema službene kurikule koji se posebno bave blockchain tehnologijom unutar javnog sustava. Zbog ove odsutnosti, odgovornost za pružanje obuke u ovom području preuzeli su privatni sektor i centri za obrazovanje odraslih.

Tečajevi koji postoje obično su kratki, intenzivni i usmjereni na brzo usavršavanje vještina. Uglavnom se fokusiraju na dva glavna područja: s jedne strane, financijsku komponentu blockchaine, poput kriptovaluta i decentraliziranih financija (DeFi), namijenjenu ljudima zainteresiranim za ulaganje ili samostalno učenje; a s druge strane, poslovnu primjenu ove tehnologije, namijenjene poduzetnicima i tehnološkim menadžerima u organizacijama.

Tečaj "Blockchain, kriptovalute, DeFi"

- **Ustanova:** Učilište Astera (Strukovno učilište Krešimir)
- **Poveznica:** [Učilište Astera](#)
- **Opis:** 20-satni tečaj za početnike s ciljem upoznavanja sudionika s blockchain tehnologijom i kriptovalutama. Kurikulum pokriva osnove blockchaine, mehaniku transakcija, pohranu podataka i decentralizirane financije (DeFi). Također pruža praktične korake za osiguranje digitalnih novčanika i snalaženje na kripto tržištima.

Blockchain u poslovnim primjenama (Blockchain in Business Applications)

- **Ustanova:** Mirakul Edukacijski centar
- **Poveznica:** [Mirakul seminari](#)
- **Opis:** Specijalizirani seminar koji predstavlja blockchain kao distribuiranu tehnologiju za decentralizaciju poslovanja. Program analizira algoritme konsenzusa, integritet podataka, digitalne potpise i uspoređuje blockchain s tradicionalnim bazama podataka. Snažno se fokusira na pametne ugovore i stvarne poslovne slučajeve upotrebe.

Uvod u Blockchain i pametne ugovore (Introduction to Blockchain and Smart Contracts)

- **Institucija:** Web3.0 radionice, Digitalna Dalmacija
- **Poveznica:** [Digitalna Dalmacija](#)
- **Opis:** Radionica usmjerena na praksu unutar WEB3.0 ciklusa. Teoretski, objašnjava decentralizirane transakcije i ulogu uvjeta kodiranih softverom. Praktično, sudionici surađuju sa **Solidityjem** na stvaranju ERC-20 tokena i implementaciji pametnih ugovora na Ethereum testnetu, rješavajući naknade za plin i sigurnosne ranjivosti.

3.4.2. Blockchain u visokom obrazovanju

Za razliku od strukovnog obrazovanja, visokoškolske ustanove u Hrvatskoj uspješno su uključile blockchain sadržaj kao izborne predmete unutar etabliranih studijskih programa, osobito u inženjerstvu i računalnim znanostima. Ovi moduli nude kvalitetnu akademsku obuku koja nadilazi tržišne spekulacije i fokusira se na ključne aspekte poput arhitekture sustava, kriptografije i softverskog inženjerstva.

Zahvaljujući ovoj integraciji, budući inženjeri i financijski stručnjaci ne stječu samo praktično znanje, već i duboku teorijsku osnovu koja im omogućuje da dizajniraju, revidiraju i primjenjuju decentralizirana rješenja na siguran i informiran način.

Distribuirane knjige i kriptovalute

- **Institucija:** Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER)
- **Poveznica:** [Detalji FER tečaja](#)
- **Opis:** Poslijediplomski specijalistički tečaj s 4 ECTS-a koji nudi dubinsko razumijevanje DLT-ova. Nastavni plan obuhvaća distribuirane strukture podataka, sustave za donošenje odluka i vrste arhitekture. Osnovna literatura uključuje tehničke standarde poput Bitcoina i tehnologija kriptovaluta (Narayanan i sur.) te Mastering Ethereum (Antonopoulos & Wood).

Blockchain tehnologija i kriptovalute (DR4I-11-18)

- **Institucija:** Sveučilište Josip Juraj Strossmayer u Osijeku (FERIT)
- **Poveznica:** [FERIT kurikulum \(PDF\)](#)
- **Opis:** Izborni kolegij s 5 ECTS-a u diplomskom programu računalnog inženjerstva. Uvodi P2P mreže, sustave temeljene na DAG-u i razliku između javnih i privatnih lanaca. Sadržaj obuhvaća hash funkcije, konsenzusne algoritme i praktične primjene, uz podršku predavanja i laboratorijskih vježbi.

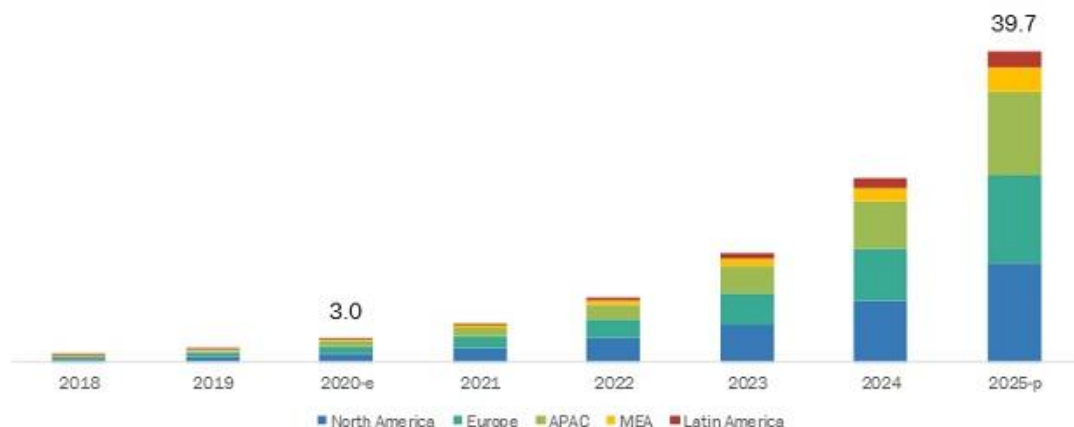
FinTech I – Transformacija financijskih usluga

- **Institucija:** Algebra Bernays University
- **Poveznica:** [Algebra University](#)
- **Opis:** Dio preddiplomskog programa Ekonomija digitalnog poslovanja. Ovaj modul ispituje kako digitalne tehnologije preoblikuju financijske usluge. Omogućuje studentima istraživanje fintech trendova, povezujući perspektive gospodarskog upravljanja s tehnološkim temeljima decentraliziranih financija i kriptovaluta.

4. ANALIZE REZULTATA

Ovo poglavlje prikazuje usporednu analizu programa obrazovanja o blockchainu u zemljama sudionicama. Glavni cilj je procijeniti u kojoj mjeri postojeći kurikulumi odgovaraju strateškim ciljevima projekta.

Kroz sustavni pregled akademskih pristupa, stečenih vještina i praktičnih primjena, analiza nastoji identificirati i najbolje prakse i značajne praznine. Ovi nalazi služe kao temelj za formuliranje konkretnih preporuka za poboljšanje integracije blockchain tehnologije u programe obuke. Osim toga, studija pokazuje kako trenutna profesionalna edukacija rješava, ili u nekim slučajevima ne rješava, glavne izazove u ključnim područjima gdje se financije, tehnologija i održivost okoliša prepliću.



Slika 7: Tržište blockchaina, po regijama (milijarde USD)

4.1. NJEMAČKA

Glavni cilj projekta RockChain je razviti specijalizirani blockchain kurikulum usmjeren na industriju prirodnog kamena, s posebnim naglaskom na upravljanje otpadom i održivost. Njemačka predstavlja vrlo povoljno okruženje za ovu inicijativu, jer ima širok i napredan raspon blockchain tečajeva obuke, uključujući specijalizirane magistarske studije, intenzivne tečajeve cjeloživotne edukacije i MOOC-ove podržane regionalnim digitalnim strategijama.

Međutim, kao i u drugim partnerskim zemljama projekta, nijedan od ovih programa nije posebno usmjeren na sektor prirodnog kamena, vađenje kamena ili industrijsko upravljanje otpadom. Većina se fokusira na visokorazinske međusektorske vještine, poput infrastrukture distribuiranih knjiga, kripto imovine, pametnih ugovora i inovacija u Web3. Iako je ovo znanje prilagodljivo scenarijima rudarstva i cirkularnog gospodarstva, još uvijek nije izravno primjenjivo u tim kontekstima.

4.1.1. Blockchain primjena u industriji i održivosti

Njemački programi pokazuju snažnu orijentaciju prema stvarnim primjenama u industriji i poslovanju, ali se prvenstveno fokusiraju na sektore poput financija, logistike, proizvodnje i javne uprave. Na primjer, magistarski studij na Sveučilištu Mittweida priprema studente za dizajniranje i upravljanje blockchain infrastrukturama u fintechu i Industriji 4.0, s naglaskom na ekonomiju tokena i dizajn aplikacija. Slično tome, SRH

Heidelberg program cilja profile poput blockchain inženjera ili arhitekata rješenja, s naglaskom na sigurnost sustava i performanse.

Tečajevi cjeloživotne edukacije, poput onih koje nude Fraunhofer FIT i Cimdata, usmjereni su na optimizaciju poslovnih procesa i sigurno bilježenje transakcija. Vještine koje se podučavaju (poput mapiranja procesa, tokenizacije imovine i integriteta podataka) izravno su primjenjive na industrijske lance sljedivosti. Iako trenutni programi izričito ne spominju kamenolomske blokove ili kameni otpad, tehnička načela su već prisutna.

Nadalje, Nacionalna strategija za blockchain Njemačke (2019.) pozicionira ovu tehnologiju kao alat za sektore poput energetike, mobilnosti i industrije. To stvara regulatorno okruženje pogodno za pilot projekte usmjerene na održivost. Iako obrazovni programi i dalje koriste generičke slučajeve poput plaćanja ili digitalnog identiteta, ova strategija otvara vrata uvođenju studija slučaja usmjerenih na analizu protoka materijala, računovodstvo ugljika i smanjenje otpada u industrijama koje zahtijevaju mnogo resursa

4.1.2. Integracija u okoliš

Teme cirkularnog gospodarstva i održivosti još uvijek ne zauzimaju središnje mjesto u blockchain kurikulumima u Njemačkoj. Specijalizirani programi obično daju prednost učinkovitosti, automatizaciji i digitalnom povjerenju nad pokazateljima okoliša ili procjenama životnog ciklusa (LCA). Ipak, postoje ključni elementi koji mogu poslužiti kao osnova za kurikulum RockChaina:

- Lanci opskrbe i Industrija 4.0: Programi poput onih na Mittweidi i Frankfurtskoj školi istražuju tokenizaciju imovine, koja se lako može prilagoditi praćenju blokova kamenoloma ili udjela otpada.
- Integritet podataka i usklađenost: Tečajevi poput onih na OPEN vhb ili TUM naglašavaju nepromjenjivost i sljedivost podataka, što su ključni elementi za pouzdano izvještavanje o okolišu i digitalne putovnice proizvoda.
- Regionalne digitalne strategije: Inicijative poput Block.Chain.Trust u Bavarskoj promiču korištenje blockchaina kao pouzdane digitalne infrastrukture s potencijalom za projekte sljedivosti okoliša u proizvodnom sektoru.

Iako su izravne reference na sekundarne sirovine rijetke, tehnički i regulatorni temelji već postoje za razvoj specifičnih okolišnih modula u kontekstu prirodnog kamena.

4.1.3. Fokus na zakonodavstvu i usklađenost

Njemački programi pridaju veliku važnost regulatornim, usklađenim i aspektima upravljanja rizicima, osobito u financijskom sektoru. Na primjer, magisterij iz Blockchaina i digitalne imovine na Frankfurt School posvećuje značajan dio kurikuluma skrbništvu, upravljanju i rizicima povezanim s krypto imovinom. Slično tome, HKBiS seminari bave se pravnim pitanjima vezanim uz poslovnu upotrebu blockchaina.

Ove pravno-tehničke vještine izuzetno su vrijedne za sektor prirodnog kamena, koji djeluje pod strogim ekološkim i sigurnosnim propisima. Neki lako primjenjivi koncepti uključuju:

- Nepromjenjivi zapisi o rudarskim inspekcijama ili dozvolama.
- Tokenizirana jamstva ili obveznice za ekološka pitanja.
- Automatska provjera usklađenosti s propisima putem pametnih ugovora.

Ono što još uvijek nedostaje jest jasna povezanost između ovih sposobnosti usmjerenih na usklađenost i specifičnih zahtjeva rudarskog i okolišnog zakonodavstva.

4.1.4. Završni projekti i studije slučaja

Visoko obrazovanje u Njemačkoj često uključuje primijenjene projekte i studije slučaja kao dio svoje metodologije. Na Mittweidi i SRH Heidelbergu, primjerice, studenti surađuju s tvrtkama na razvoju specifičnih blockchain aplikacija. U cjeloživotnom obrazovanju, institucije poput Fraunhofer FIT i Cimdata fokusiraju se na prototipiranje i dizajn pametnih ugovora.

Ovi formati nude izvrsnu priliku za RockChain, bez potrebe za promjenom strukture postojećih programa. Neke moguće prilagodbe uključuju:

- Preusmjeravanje projekta: Usmjeravanje završnih projekata na sljedivost kamenih proizvoda i otpada.
- Dizajn poticaja: Preispitivanje poslovnih aktivnosti kako bi se uključili tokenizirani poticaji usmjereni na sprječavanje otpada.
- Regulatorni slučajevi: Usmjeravanje studija usklađenosti na ekstraktivne industrije i kružnu gradnju, umjesto na financijski sektor.

Metodologija već postoji, sve što je potrebno jest prilagoditi tematski fokus.

4.1.5. Opći zaključci

Blockchain obuka u Njemačkoj je napredna, raznolika i dobro usklađena s digitalnim strategijama zemlje. Analizirani programi nude čvrstu tehničku osnovu u kriptografiji, jasan fokus na industrijske primjene (posebno u Industriji 4.0) i snažan naglasak na usklađenost s propisima i upravljanje podacima.

Ipak, ponuda ostaje generalistička. Održivost okoliša pojavljuje se više kao sekundarna korist (kroz poboljšanja učinkovitosti ili sljedivosti) nego kao eksplicitni cilj učenja. Za RockChain projekt nije potrebno stvarati nove kurikule od nule. Najučinkovitija strategija bila bi iskoristiti postojeću 'horizontalnu' infrastrukturu i nadopuniti je specijaliziranim sadržajem.

Uključivanjem izbornih modula ili studija slučaja usmjerenih na prirodni kamen i kružnu ekonomiju, RockChain može pripremiti diplomante za primjenu blockchaina ne samo u financijama, već i za stvarne izazove održivosti u vađenju i obradi kamena te učinkovitom upravljanju kamenim otpadom.

4.2. ŠPANJOLSKA

Glavni cilj projekta RockChain je razviti specijalizirani kurikulum iz blockchain tehnologije, usmjeren na industriju prirodnog kamena i sa snažnim udjelom u upravljanju otpadom i održivim praksama. U tu svrhu provedena je komparativna analiza različitih programa obuke o blockchainu u Španjolskoj kako bi se identificirali prenosivi elementi i procijenila u kojoj mjeri oni rješavaju pitanja vezana uz rudarstvo ili okoliš.

4.2.1. Blockchain primjena u industriji I održivosti

Nijedan od pregledanih programa izravno se ne bavi ekstraktivnim industrijama ili korištenjem otpada. Međutim, diplome poput magisterija iz blockchaina i velikih podataka sa Sveučilišta Complutense u Madridu (UCM) ili magisterija iz blockchaina i Web3 na Europskom sveučilištu uključuju solidne module o industrijskim i poslovnim primjenama. Ti su sadržaji vrlo prilagodljivi, jer se logika industrijskih opskrbnih lanaca može primijeniti i na održive rudarske prakse i upravljanje otpadom u kamenoj industriji.

4.2.2. Integracija Blockchaina u okoliš

Iako sektori poput prirodnog kamena nisu izričito spomenuti, analizirani programi snažno naglašavaju transparentnost i sljedivost, dvije ključne značajke blockchaina koje su vrlo korisne za praćenje utjecaja na okoliš. Na primjer, Kursijin kolegij Blockchain i poslovni ekosustavi fokusira se na poboljšanje poslovnog upravljanja, što pruža osnovu za razvoj rješenja za praćenje resursa koja su ključna za mjerenje i smanjenje utjecaja u rudarskim operacijama.

4.2.3. Naglasak na zakonodavstvu I usklađenosti

CEF-ov tečaj o pravnim aspektima blockchaina nudi sveobuhvatan pregled regulatornog okvira, što je ključni aspekt za rudarski sektor, osobito u pogledu upravljanja otpadom i pravnih obveza. Drugi programi, poput onih koje nudi Blockchain Intelligence, također uključuju ključne module o zakonodavstvu. Oni omogućuju stručnjacima implementaciju sustava koji osiguravaju transparentnost i sljedivost u upravljanju rudarskim otpadom, u skladu s najstrožim europskim propisima.

4.2.4. Završni projekti I studije slučaja

Mnogi sveučilišni programi, poput magistarskog studija Blockchaina i kriptoimovine na Sveučilištu Nebrija, završavaju primijenjenim završnim projektima ili studijama slučaja. Ova faza predstavlja izvrsnu priliku: studenti se mogu usmjeriti na razvoj specifičnih rješenja za industriju prirodnog kamena. To potiče neposrednu primjenu stečenog znanja u stvarnim kontekstima, poput sljedivosti materijala ili implementacije kružnih sustava za upravljanje otpadom iz kamenoloma.

4.2.5. Opći zaključci

Iako se trenutni tečajevi ne fokusiraju izravno na industriju kamena ili specifične ekološke izazove, uključuju ključne elemente — poput sljedivosti, transparentnosti i upravljanja resursima — koji su savršeno primjenjivi u sektoru. Mogućnosti blockchaina za praćenje podrijetla materijala, automatizaciju procesa putem pametnih ugovora i osiguravanje usklađenosti s propisima čine ga alatom s velikim potencijalom za održivu transformaciju rudarenja. Osim toga, integracija Velikih podataka i analize podataka u programe poput UCM-ovog posebno je relevantna za optimizaciju procesa, smanjenje ekološkog otiska i poboljšanje iskorištavanja otpada.

Ukratko, analiza sugerira da postoji veliki potencijal za prilagodbu postojećeg sadržaja ili razvoj specifičnih komplementarnih modula. Ovi moduli trebali bi koristiti ključna blockchain načela za izravno rješavanje posebnih potreba rudarskog sektora, s jasnim fokusom na održivost okoliša.

4.3. RUMUNJSKA

Analiza blockchain obrazovnih ponuda u Rumunjskoj otkriva dinamičan i stalno evoluirajući ekosustav. Međutim, nijedan od navedenih programa ne fokusira se izravno na rudarenje prirodnog kamena ili upravljanje otpadom iz kamenoloma. Većina trenutnih kurikuluma daje prioritet poslovnim aplikacijama, digitalnoj sigurnosti, inovacijama u javnom sektoru i praktičnim studijama slučaja u područjima poput energije, zdravstva i financija.

4.3.1. Blockchain primjena u industriji I održivosti

Rumunjski programi jasno se fokusiraju na stvarne primjene u poslovanju i industriji. Dobar primjer je poslijediplomski kolegij Poduzetništvo u blockchainu na Zapadnom sveučilištu u Timișoari, koji kombinira osnove tehnologija distribuiranih knjiga s posebnim modulima iz financija, energetike i opskrbenih lanaca. Ovakav pristup potiče sudionike na dizajniranje inovativnih poslovnih modela i rješenja specifičnih za sektor.

Na izvršnoj razini, kolegij Blockchain tehnologija: Primjena i inovacije prema transformacijskom poslovanju, koji koordinira ICI Bukurešt, namijenjen je menadžerima i donositeljima odluka u tvrtkama i javnim institucijama. U ovom slučaju, fokus nije na tehničkim aspektima, već na organizacijskoj transformaciji, poslovnim modelima temeljenim na tokenima i redizajnu procesa.

Iako se ti programi ne fokusiraju eksplicitno na rudarstvo ili obradu kamena, fokus na upravljanje procesima i lance opskrbe vrlo je prilagodljiv. Metodologije koje se koriste za praćenje robe u logistici ili za dizajn poticaja na energetske tržištima mogu se učinkovito primijeniti na praćenje protoka materijala—od kamenoloma do

prerađivačkog pogona—ili za osmišljavanje shema tokeniziranih poticaja za promicanje ponovne upotrebe otpada i kružnih praksi u sektoru ukrasnog kamena.

4.3.2. Integracija Blockchaina u okoliš

Iako održivost okoliša još nije središnji fokus rumunjskih blockchain programa, postoje strateške ulazne točke. U kolegiju Poduzetništvo u blockchainu, izborni modul o energiji omogućuje studentima istraživanje tema poput trgovine obnovljivom električnom energijom, obračuna ugljika i pametnih mreža, koje su usko povezane s učinkovitošću korištenja resursa i klimatskom politikom.

Na razini ekosustava, izvješće o rumunjskom blockchain ekosustavu ističe inicijative poput RED platforme Restart Energy, koja kombinira blockchain i IoT kako bi omogućila peer-to-peer trgovinu zelenom električnom energijom. Također se spominje razvoj pilot-projekata za praćenje sljedivosti u poljoprivrednoj i prehrambenoj industriji, potaknuti AgTech programima. Iako ove teme još nisu u potpunosti integrirane u obrazovne programe, one pokazuju potencijal blockchaina za podršku energetske tranzicije, sljedivosti i kružnom gospodarstvu.

Projekt EBSI4RO dodatno potvrđuje ovaj smjer nudeći mini-MOOC-ove o Europskoj infrastrukturi blockchain usluga (EBSI), provjerljive vjerodajnice i digitalne prioritete EU-a. Iako nisu izravno usmjerene na okoliš, ove obuke razvijaju ključne sposobnosti poput pouzdane razmjene podataka i prekogranične interoperabilnosti, korisne za izvještavanje o okolišu, dokumentaciju prijenosa otpada i praćenje sekundarnih sirovina u industriji kamena.

4.3.3. Naglasak na zakonodavstvu i usklađenosti

Jedna od snaga rumunjskog obrazovanja je fokus na sigurnost, usklađenost s propisima i istraživačke primjene blockchaina. Na primjer, kolegij Blockchain, kvantna kriptografija i sigurnost e-plaćanja/e-trgovine na Sveučilištu za ekonomske studije u Bukureštu (ASE), uključen u magistarski studij IT&C sigurnosti, kombinira blockchain sa sigurnim platnim sustavima, pametnim ugovorima i regulatornim aspektima digitalnog okruženja. Ova vrsta obuke posebno je vrijedna za rudarski sektor, gdje je transparentnost u tantijemima, koncesijama i naknadama ključna.

Paralelno, Blockchain Intelligence Academy (BIA), javno-privatno partnerstvo između ICI Bukurešt i ChainArgosa, nudi specijaliziranu obuku iz kripto imovine, digitalnih istraga i blockchain forenzike. Ove se vještine mogu primijeniti na dizajn modela upravljanja rudarskim otpadom, osiguravajući sljedivost protoka materijala i strogu usklađenost s europskim ekološkim propisima.

4.3.4. Završni projekti i studije slučaja

Većina rumunjskih programa kombinira teorijske nastave s laboratorijskom praksom, projektima ili studijama slučaja. Jedan primjer je kolegij Blockchain i veliki podaci u medicinskim primjenama na Politehničkom sveučilištu u Bukureštu, gdje se od

studenta traži da dizajniraju i testiraju distribuirane aplikacije za medicinske kartone, integrirajući blockchain, velike podatke i privatnost.

EBSI4RO mini-MOOC-ovi također su strukturirani oko praktičnih aktivnosti i zadataka koji dodjeljuju mikrokvalifikacije. Tečaj Poduzetništvo u blockchainu, s druge strane, potiče razvoj rješenja primijenjenih na specifične sektore poput energetike ili lanaca opskrbe. Kombiniranjem ovih formata s stvarnim projektima iz rumunjskog ekosustava, poput tržišta zelene energije ili alata za sljedivost, stvara se okruženje pogodno za uključivanje projektnih metodologija usmjerenih na kamenolome, prerađivačke pogone i tokove otpada.

4.3.5. Opći zaključci

Ukratko, postojeći blockchain programi obuke u Rumunjskoj još se ne bave izravno rudarenjem prirodnog kamena ili industrijskim upravljanjem otpadom. Međutim, imaju nekoliko snaga koje su usklađene s ciljevima projekta RockChain:

- Praktična primjena i sektorski fokus: Prioritet se daje stvarnim primjenama u sektorima poput financija, energetike, zdravstva i opskrbenih lanaca, što olakšava prilagodbu sadržaja kontekstu kamenoloma i prerade kamena.
- Fokus na sigurnost i usklađenost: Zahvaljujući specijaliziranim tečajevima i radu Blockchain Intelligence Academy, postoji čvrsta osnova za dizajniranje sustava koji osiguravaju sljedivost i transparentnost u rudarskim licencama i upravljanju otpadom.
- Obuka temeljena na projektima: Postojeći sveučilišni kolegiji i mini-MOOC-ovi već uključuju praktične komponente koje se mogu usmjeriti prema scenarijima kružne ekonomije u industriji kamena.
- Povezanost s europskim infrastrukturama: Bliska suradnja s EBSI-jem olakšava interoperabilnost podataka i usluga na europskoj razini, što je ključno za praćenje recikliranih materijala i kamenih proizvoda unutar zajedničkog tržišta.

Stoga, u slučaju Rumunjske, nema potrebe graditi blockchain kurikulum za rudarski sektor od nule. Učinkovitija strategija je proširiti postojeće programe specifičnim modulima i studijama slučaja o prirodnom kamenu, otpadu iz kamenoloma i održivosti okoliša, koristeći već uspostavljenu stručnost zemlje u područjima poput integriteta podataka, pametnih ugovora, digitalnog identiteta i regulacije.

4.4. HRVATSKA

Analiza obrazovne ponude u Hrvatskoj otkriva fragmentiran, ali promjenjiv krajolik. Blockchain obuka uglavnom je dostupna u kratkim, praktički orijentiranim tečajevima i specijaliziranim modulima unutar sveučilišnih programa vezanih uz računalne znanosti ili digitalno poslovanje. Međutim, trenutno ne postoje programi izravno povezani sa

sektorom prirodnog kamena ili industrijskim upravljanjem otpadom. Većina obuke fokusira se na kriptovalute, decentralizirane financije (DeFi) i poslovne aplikacije.

Unatoč tome, nacionalne strategije poput "Digitalna Hrvatska" i inicijative u području umjetne inteligencije stvaraju povoljno okruženje za širenje ovih vještina na nova područja, poput upravljanja kamenolomima i cirkularnog gospodarstva.

4.4.1. Blockchain primjena u industriji i održivost

Nijedan od navedenih programa izravno se ne bavi prirodnim kamenom, aktivnostima vađenja ili ponovnom uporabom otpada. Tečajevi poput Tečaj Blockchain, kriptovalute, DeFi (Učilište Astera) fokusiraju se na osnove blockchaina i financijskog upravljanja (poput novčanika i kripto imovine). Slično tome, seminar Blockchain u poslovnim primjenama u obrazovnom centru Mirakul predstavlja blockchain kao alat za snimanje sigurnih transakcija i automatizaciju poslovnih procesa.

Na sveučilišnoj razini, kolegiji poput Distribuiranih knjiga i kriptovaluta (Sveučilište u Zagrebu, FER) te Blockchain tehnologije (FERIT) detaljno proučavaju tehničko funkcioniranje konsenzusnih mehanizama i distribuiranih arhitektura. Modul FinTech I na Sveučilištu Algebra Bernays smješta blockchain u digitalnu transformaciju financijskih usluga.

Važno je napomenuti da svi ovi programi dijele fokus na transparentnost, sljedivost i sigurnost u bilježenju transakcija. Te su sposobnosti potpuno prenosive na industrijske vrijednosne lance, uključujući vađenje, obradu kamena i tokove otpada, iako još nisu podučavane za tu specifičnu svrhu.

4.4.2. Integracija Blockchaina u okoliš

Za sada održivost i kružno gospodarstvo ne zauzimaju središnje mjesto na blockchain tečajevima u Hrvatskoj. Većina sadržaja fokusira se na financijsku učinkovitost i Web3 ekosustave, s neizravnim referencama na održivost (poput poboljšanja procesa ili smanjenja broja posrednika).

Međutim, politički kontekst se mijenja. Strategija "Digitalna Hrvatska 2032" identificira blockchain kao ključnu tehnologiju za digitalno gospodarstvo i javne usluge. S druge strane, nedavni pilot projekti u 53 strukovne škole s umjetnom inteligencijom pokazuju spremnost na integraciju novih tehnologija u obrazovne programe. Takvo okruženje pogoduje uvođenju rješenja poput sljedivosti okoliša ili digitalnih putovnica proizvoda u sektorima s puno više materijala.

U sektoru ukrasnog kamena, projekt INCLUSIVEstone već je uveo digitalne alate poput simulatora virtualne stvarnosti za stručnu obuku. Ovo iskustvo pokazuje da hrvatski partneri već rade s okruženjima za obuku temeljena na podacima i sada mogu nadopuniti ovu osnovu blockchain sustavima sljedivosti koji zatvaraju krug između digitalnih inovacija i održivosti okoliša.

4.4.3. Naglasak na zakonodavstvu i usklađenosti

Iako ne postoje posebni kolegiji o rudarskom zakonodavstvu, nekoliko programa bavi se pravnim i usklađenim pitanjima iz općenitije perspektive. Poslovni seminari (poput onih koje nudi Mirakul) pokrivaju teme poput digitalnih potpisa i integriteta podataka, što su ključni elementi za revizije. FinTech moduli, poput onih koje nudi Algebra Bernays, istražuju regulatorne okvire vezane uz digitalnu imovinu i zaštitu potrošača.

Osim toga, Hrvatski digitalni okvir promiče sigurne digitalne infrastrukture i open-source rješenja za javni sektor. Ove su mjere posebno važne za rudarstvo i upravljanje otpadom, gdje sustavi sljedivosti moraju biti u skladu sa strogim europskim ekološkim propisima. Osnovne vještine u sigurnom upravljanju podacima i sljedivosti već su uspostavljene i lako bi se mogle usmjeriti prema regulatornoj usklađenosti u ekstraktivnim kontekstima.

4.4.4. Završni projekti i studije slučaja

Mnogi tečajevi u Hrvatskoj uključuju praktične komponente. Radionice poput onih koje organizira Digitalna Dalmacija omogućuju sudionicima programiranje pametnih ugovora pomoću Solidityja. Na sveučilištima (FER, FERIT) studenti rade u laboratorijima i na projektima gdje dizajniraju decentralizirane aplikacije.

Ovaj format idealan je za ponovno usmjeravanje studija slučaja. Umjesto da se fokusiraju isključivo na financijske tokene, učenici bi mogli razviti sustave praćenja za rad kamenoloma ili lance opskrbe kamenim proizvodima. Integracija praktičnih zadataka vezanih uz blockchain praćenje omogućila bi povezivanje fizičkih operacija s pouzdanim digitalnim zapisima.

4.4.5. Opći zaključci

U Hrvatskoj, blockchain obrazovanje još uvijek ne pokriva izravno sektor prirodnog kamena. Mogućnosti obuke podijeljene su na kratke, neregulirane kolegije i specijalizirane sveučilišne module iz inženjerstva. Međutim, postoji nekoliko snaga koje se podudaraju s ciljevima projekta RockChain:

- Praktična obuka: Čvrsta tradicija radionica i učenja temeljenog na projektima, kako u strukovnom obrazovanju, tako i na sveučilištu.
- Poslovni fokus: Pažnja na optimizaciju procesa i integritet podataka, što je ključno za industrijsku sljedivost.
- Institucionalna podrška: Nacionalna strategija koja izričito promiče napredne digitalne vještine.
- Prethodno iskustvo u sektoru: Korištenje digitalnih alata u strukovnom osposobljavanju u sektoru kamena.

Stoga nije potrebno stvarati novi obrazovni sustav od nule. Najučinkovitija strategija je proširiti postojeće tehničke i poslovne programe specifičnim modulima o radu kamenoloma i održivosti. To Hrvatskoj omogućuje da iskoristi postojeće iskustvo za

rješavanje stvarnih izazova sektora ukrasnog kamena s održivije i tehnološke perspektive.

5. NAJBOLJE PRAKSE

Usporedna analiza blockchain kurikulumu u Španjolskoj, Rumunjskoj, Hrvatskoj i Njemačkoj otkriva nekoliko elemenata koji su zajednički najučinkovitijim programima strukovnog osposobljavanja, visokog obrazovanja i cjeloživotnog obrazovanja. Istovremeno, ističe uobičajene nedostatke koji su posebno relevantni za projekt usmjeren na prirodni kamen, kružnu ekonomiju i upravljanje otpadom.

5.1. Uobičajene značajke učinkovitih blockchain kurikulumu

Progresivna struktura učenja:

Učinkoviti programi obično slijede logičan redoslijed: prvo tehničke i konceptualne osnove (kao što su distribuirane knjige, kriptografija, mehanizmi konsenzusa i pametni ugovori), zatim platforme (javni i privatni blockchaini, okviri za poduzeća), a na kraju primjene u određenim sektorima (financije, logistika ili digitalni identitet). Ovaj redoslijed promatra se u magistarskim studijima u Španjolskoj, kolegijima u Rumunjskoj, sveučilišnim modulima u Hrvatskoj i magistarskim studijima u Njemačkoj.

Učenje temeljeno na projektima:

Još jedna konstanta je važnost prakse. U Španjolskoj, Rumunjskoj i Njemačkoj, teorijska nastava kombinira se s laboratorijskim radovima, studijama slučaja i završnim projektima. Studenti dizajniraju pametne ugovore, rade s testnim mrežama i analiziraju stvarne poslovne modele. Čak i u Hrvatskoj, kratke radionice uključuju praktične vježbe poput postavljanja novčanika ili izvršavanja transakcija. To pokazuje da zaista korisno obrazovanje o blockchainu nije ograničeno samo na teoriju, već uključuje eksperimentiranje s stvarnim ili simuliranim podacima.

Interdisciplinarni pristup:

Svaka zemlja donosi drugačiju nijansu interdisciplinarnosti:

- Španjolska: blockchain povezan s poslovanjem i digitalnom transformacijom.
- Rumunjska: povezana s kibernetičkom sigurnošću, usklađenošću i forenzičkom analizom.
- Hrvatska: integracija s digitalnim poslovanjem i Web3 ekosustavima.
- Njemačka: povezanost s Industrijom 4.0 i podatkovnom znanošću.

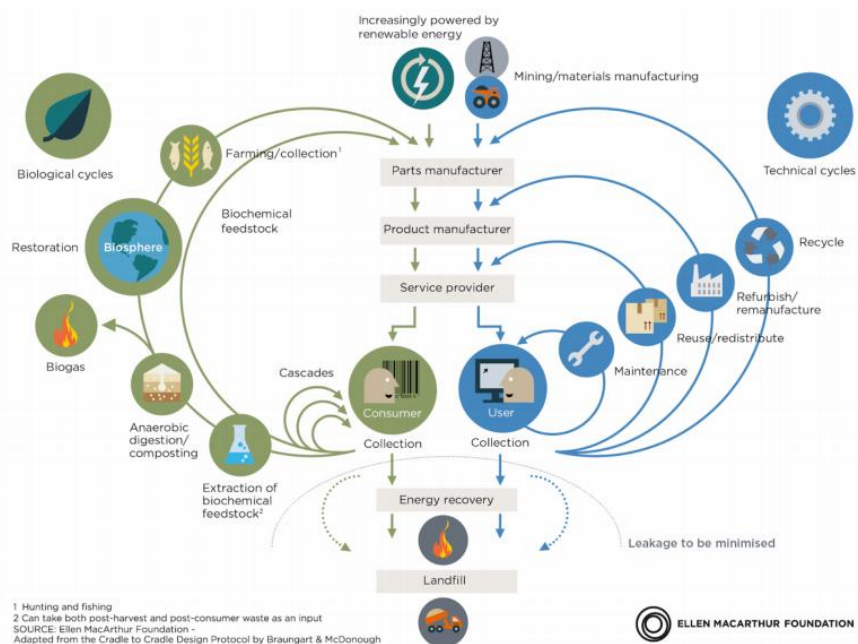
U svim slučajevima, blockchain se podučava kao infrastruktura koja komunicira s organizacijskim procesima i regulacijom, a ne kao izolirana tehnička tema.

Modularnost i fleksibilnost:

Suživot sveobuhvatnih magistarskih programa, izvršnih tečajeva, MOOC-ova i mikro kvalifikacija omogućuje nam da služimo i onima koji počinju od nule i onima koji žele unaprijediti ili proširiti svoje vještine.

5.2. Praznine I lekcije za projekt usmjeren na kamen I kružno gospodarstvo

Unatoč ovim pozitivnim točkama, analiza otkriva stalne nedostatke u programima četiri zemlje: većina je sektorski neutralna ili usmjerena na financije. Kada se rješavaju pitanja okoliša ili kružnog gospodarstva, obično se radi o kontekstima poput energetske tržišta ili sljedivosti agro-prehrambenih proizvoda, a ne u rudarnim resursima ili građevinskim materijalima. Nije identificiran kurikulum koji sustavno obrađuje blockchain primjene za prirodni kamen, otpad iz kamenoloma ili proizvode na bazi recikliranog kamena.



Slika 8: Leptir dijagram kružne ekonomije

Ipak, nekoliko značajki postojeće ponude vrlo je korisno za RockChain projekt:

- **Sljedivost i usklađenost:** Fokus na reviziju i integritet podataka koji se pojavljuje u poslovno orijentiranim programima (posebno u Njemačkoj i Rumunjskoj) izravno se primjenjuje na izvještavanje o okolišu, dokumentaciju otpada i digitalne putovnice proizvoda (DPP).
- **Pedagoške metodologije:** Korištenje projekata i studija slučaja u visokom obrazovanju nudi dokazani okvir. U RockChainu bi se jednostavno radilo o zamjeni financijskih scenarija stvarnim situacijama koje uključuju kamenolome, prerađivačke pogone i tokove otpada.

- **Usklađenost s EU-om:** Povezanost s europskim digitalnim agendama (kao što su EBSI obuke u Rumunjskoj ili nacionalne strategije u Njemačkoj) pruža čvrstu osnovu za uključivanje zahtjeva za transparentnošću i cirkularnošću u sadržaj specifičan za sektore.

Sažetak preporuka

Na temelju analize, najbolje prakse predlažu ovu mapu puta za RockChain:

- **Održavajte jasan napredak:** počnite s tehničkim osnovama i prijedite na primijenjene slučajeve u rudarstvu.
- **Osigurajte praktične komponente:** uključite laboratorije i stvarnu upotrebu platformi poput Ethereuma ili Hyperledgera.
- **Postavite to u sektorski kontekst:** podučavajte blockchain unutar okvira kružnog gospodarstva i regulacije okoliša.
- **Iskoristite fleksibilnost:** koristite modularne formate koji odgovaraju strukovnom osposobljavanju i strukturama visokog obrazovanja.

Glavna prilika za RockChain leži u kombiniranju ovih dobro uspostavljenih pedagoških elemenata s eksplicitnim i novim pristupom lancu vrijednosti ukrasnog kamena, čime se popunjava praznina koja još nije riješena u partnerskim zemljama.

6. ZAKLJUČCI

Usporedni pregled kurikuluma vezanih uz blockchain u Španjolskoj, Rumunjskoj, Hrvatskoj i Njemačkoj otkriva dinamičan, ali još uvijek nepotpun obrazovni krajolik. S jedne strane, blockchain više nije marginalna tema i sada je čvrsto uspostavljen kroz magistarske studije, izvršne tečajeve i mikro kvalifikacije. S druge strane, ta prisutnost ostaje uglavnom "horizontalna": programi se fokusiraju na generičke infrastrukture, kriptovalute i digitalni identitet, pri čemu su slučajevi upotrebe češći u financijama i javnoj upravi nego u specifičnim industrijskim sektorima poput prirodnog kamena ili rudarstva.

Ključni nalaz ove studije je napetost između tehničke zrelosti programa i njihovog nedostatka sektorskog fokusa. Partnerske zemlje imaju značajno iskustvo u osnovama blockchaina, kibernetičke sigurnosti i regulacije. Međutim, te vještine rijetko dosežu profesionalne profile koji su središnji za ovaj projekt: operateri kamenoloma, prerađivači kamena ili studenti strukovne obuke u građevinskim zanatima. Problem nije nedostatak blockchain obrazovanja općenito, već to što ono nije usklađeno s onima kojima je potrebno i stvarnim izazovima održivosti s kojima se sektor suočava.

Metodološki, analizirani programi jasno pokazuju sklonost kombiniranju teorije i prakse. Korištenje laboratorija, hackathona ili poslovnih studija slučaja pokazuje da se blockchain podučava kao eksperimentalna disciplina. Ovaj pristup "učenja kroz rad"

posebno dobro odgovara potrebama sektora prirodnog kamena, gdje realistični scenariji, poput praćenja bloka od vađenja do transformacije, pomažu razjasniti tehnologiju.

Važnost pitanja poput sigurnosti, revizije i usklađenosti u ovim obrazovnim ekosustavima odgovara na zabrinutosti tipične za financijski sektor, ali su također vrlo relevantna za rudarstvo, strogo regulirano područje sa strogim zahtjevima za zaštitu okoliša i sljedivost otpada. Postojeća baza obuke vezana uz "pouz dane zapise" dobar je početak. Ono što nedostaje jest veza između ovih općih regulatornih kompetencija i specifičnih pravnih okvira koji reguliraju mineralne resurse i upravljanje otpadom.

S aspekta strukovnog obrazovanja i dalje postoji značajna prepreka: većina naprednih kolegija namijenjena je studentima sveučilišta ili ICT profilima. Nedostaje strukturirana obuka namijenjena tehničkim radnicima ili vlasnicima malih i srednjih poduzeća u tradicionalnim sektorima. Kako bi se iskoristio potencijal cirkularnog gospodarstva u kamennoj industriji, potrebno je prilagoditi putove osposobljavanja (u smislu jezika, zahtjeva i modularnosti) kako bi bili dostupni onima koji nemaju tehnološku pozadinu.

Sveukupno, studija zaključuje da je najperspektivniji put ne replicirati generičke blockchain kurikulume, već ih nadopunjavati. Partnerske zemlje već imaju čvrste tehničke i pedagoške temelje. Strateški izazov za RockChain je pretočiti te snage u učenje specifično za sektor: izravno povezivanje blockchain koncepata s lancem vrijednosti od kamenoloma do tržišta, tokovima otpada i ciljevima kružnog gospodarstva građevinske industrije. Time će projekt otvoriti novo područje primjene koje još uvijek nedostaje u nacionalnim ponudama, a da pritom ne izgubi koherentnost s obrazovnim trendovima identificiranim u ovoj analizi.

7. REFERENCE

- Agbo, C. C., Mahmoud, Q. H., & Eklund, J. M. (2019). Blockchain technology in healthcare: A systematic review. *Healthcare*, 7(2), 56. <https://doi.org/10.3390/healthcare7020056>
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. *Applied Innovation Review*, 2, 6–10. <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf>
- Francisco, K., & Swanson, D. (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics*, 2(1), 2. <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>
- Fosso Wamba, S., Queiroz, M., & Trinchera, L. (2020). Dynamics between blockchain adoption determinants and supply chain performance: An empirical

- investigation. *International Journal of Production Economics*, 229, 107791. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107791>
- Frizzo-Barker, J., Chow-White, P. A., Adams, P. R., & Mentanko, J. (2020). Blockchain as a disruptive technology for business: A systematic review. *International Journal of Information Management*, 51, 102029. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.10.014>
 - IBM. (n.d.). *What is blockchain technology?* Retrieved from <https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain>
 - Mougayar, W. (2016). *The business blockchain: Promise, practice, and the application of the next Internet technology*. Wiley.
 - Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
 - Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. O'Reilly Media.
 - Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. Penguin Random House.
 - Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding blockchain technology for future supply chains: A systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 62–84. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148>
 - Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352–375. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.10016848>

Njemačka – ponuda obuke i kontekst

- Bayerisches Staatsministerium für Digitales. (2023). *Kostenfreie Online-Kurse zur Blockchain-Technologie*. Bavarian State Ministry for Digital Affairs. <https://www.stmd.bayern.de>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2017). *The German vocational training system*. BMBF. <https://www.bmbf.de>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2019). *Blockchain strategy of the Federal Government: We set out the course for the token economy*. BMWi. <https://www.bmwk.de>
- Cimdata Bildungsakademie. (n.d.). *Python Aufbaukurs – Blockchain mit Python*. Cimdata Bildungsakademie GmbH. <https://www.cimdata.de/weiterbildung/python-aufbaukurs-blockchain-mit-python>
- Cimdata Bildungsakademie. (n.d.). *Blockchain-Technologie [Weiterbildungspaket]*. Kursportal Schleswig-Holstein. <https://bildungsgutschein.kursportal.info/k1001216401>

- Federal Institute for Vocational Education and Training. (2019). *The German VET system* [Web section]. BIBB. <https://www.bibb.de/en/50.php>
- FinTech News Switzerland. (2022, October 5). *Frankfurt School of Finance & Management launches Master in Blockchain & Digital Assets*. <https://fintechnews.ch>
- Frankfurt School of Finance & Management. (n.d.). *Master in Blockchain & Digital Assets (M.Sc.)* [Programme information]. Frankfurt School of Finance & Management. <https://www.frankfurt-school.de>
- Fraunhofer Institute for Applied Information Technology FIT. (2024). *Blockchain Professional* – *Weiterbildung*. <https://www.fit.fraunhofer.de/de/weiterbildung/weiterbildung-blockchain.html>
- HKBiS Handelskammer Hamburg Bildungs-Service gGmbH. (n.d.). *Bitcoin, Blockchain & Co.* [Tageskurs]. <https://hkbis.de/kurs/bitcoin-blockchain-co-tageskurs/>
- Mittweida University of Applied Sciences. (n.d.). *Blockchain & Distributed Ledger Technologies (DLT), M.Sc.*
- SRH University Heidelberg. (n.d.). *Information Technology – Blockchain Technology (M.Eng.)*. <https://www.srh-hochschule-heidelberg.de/en/degree-programmes/information-technology-blockchain-technology-meng>
- Technical University of Munich. (n.d.). *Decentralized platforms and ecosystems* [Research & teaching overview]. Chair of Software Engineering for Business Information Systems (sebis). <https://www.cs.cit.tum.de/sebis/research/decentralized-platforms-and-ecosystems/>
- Virtuelle Hochschule Bayern. (n.d.). *Technische Grundlagen von Blockchain und Distributed Ledger Technologien* [OPEN vhb course]. <https://open.vhb.org/blocks/occoursemetaselect/detailpage.php?id=289>

Španjolska – ponuda obuke i kontekst

- INESEM Business School. (n.d.). *Curso Superior en Criptomonedas y Finanzas Descentralizadas* [Online course]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.inesem.es/curso-criptomonedas-finanzas-descentralizadas>
[INESEM Business School](https://www.inesem.es/curso-criptomonedas-finanzas-descentralizadas)
- Deusto Formación. (n.d.). *Curso Experto en Blockchain* [Online expert programme]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.deustoformacion.com/cursos/curso-experto-en-blockchain>
[t.signalplus.com](https://www.deustoformacion.com/cursos/curso-experto-en-blockchain)
- Kursia Escuela de Formación. (n.d.). *Curso de Blockchain* [Short vocational course]. Retrieved December 9, 2025, from

<https://web.kursia.es/producto/curso-de-blockchain/> [Kursia](#) | [Escuela de Formación](#)

- IEBS Digital School. (n.d.). *Máster en Blockchain y Fintech* [Online master's programme]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.iebschool.com/programas/master-fintech-blockchain-banca-digital/> [IEB School](#)
- Blockchain Intelligence Law Institute. (n.d.). *Curso Certificado Experto/a Legal en Blockchain & Web 3.0, Smart Contracts, Tokenización y Criptoactivos* [Specialised legal course]. Retrieved December 9, 2025, from <https://blockchainintelligence.es/oferta/cursos/curso-experto-legal-en-blockchain-smart-contracts-e-icos/> [Blockchain Intelligence](#)
- Universidad Complutense de Madrid. (n.d.). *Máster en Blockchain y Big Data* [Título propio de posgrado]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.masterblockchainucm.com/> [Máster Blockchain y Big Data UCM](#)
- Universidad de Salamanca. (2025). *Máster de Formación Permanente en Tecnologías Blockchain y Smart Contracts* [Hybrid/online master's programme]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.usal.es/master-en-tecnologias-blockchain-y-smart-contracts-semipresencial-y-online> [Universidad de Salamanca](#)
- Universidad de Alcalá. (n.d.). *Máster en Blockchain, Smart Contracts y Criptoconomía* [Online master's programme]. Retrieved December 9, 2025, from <https://masterethereum.com/> [Master Ethereum](#)
- Universidad Nebrija. (n.d.). *Máster en Blockchain, Criptoactivos y Tokenización* [University master's degree]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.nebrija.com/programas-postgrado/master/blockchain-criptoactivos-tokenizacion/> [Nebrija](#)
- Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Informática. (2025). *Introducción a la tecnología blockchain y smart contracts (804997)* [Elective course in the Computer Engineering degree]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.ucm.es/estudios/grado-ingenieriadecomputadores-plan-804997> [Universidad Complutense de Madrid](#)
- Universidad Complutense de Madrid, Escuela de Práctica Jurídica. (n.d.). *Diploma de Alta Especialización en Blockchain* [Postgraduate legal diploma]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.epj.es/oferta-formativa/cursos-de-alta-especializacion/diploma-de-alta-especializacion-en-blockchain/>

Rumunjska – ponuda obuke i kontekst

- Alexandru Ioan Cuza University of Iași. (2024). *Blockchain: Foundations and Applications – Course description*. Retrieved December 9, 2025, from https://edu.info.uaic.ro/blockchain/Blockchain_2024_2025_EN.pdf

- Alexandru Ioan Cuza University of Iași, Faculty of Computer Science. (2025). *FII Student Guide 2025–2026* [PDF]. Retrieved December 9, 2025, from https://www.info.uaic.ro/wp-content/uploads/2025/11/2025-2026_Ghidul-studentului-FII_EN.pdf
- Babeș-Bolyai University. (2025). *Blockchain: Smart Contracts – Syllabus* [Undergraduate course, Mathematics and Computer Science]. Retrieved December 9, 2025, from https://www.cs.ubbcluj.ro/files/curricula/2025/syllabus/IG_sem6_MLE5157_en_craciunf_2025_10056.pdf
- Bucharest University of Economic Studies. (2022). *Cybersecurity – Master Curriculum 2022–2024* [Study plan]. Retrieved December 9, 2025, from <https://ism.ase.ro/curricula/cybersecurity-curricula-2022-2024/>
- EBSI4RO. (2022). *Cursuri EBSI4RO – Tehnologia Blockchain* [Mini-MOOCs]. UniCampus. Retrieved December 9, 2025, from <https://unicampus.ro/cursuri/course/index.php?categoryid=13>
- Executive Blockchain Laboratory – ICI Bucharest. (2021). *Blockchain Technology: Application and Innovation of Transformational Business* [Executive course]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.executiveblockchainlaboratory.ro/executive-courses.php>
- Holotescu, C. (2021). *Romanian blockchain ecosystem* [Project report, EBSI4RO]. Retrieved December 9, 2025, from <https://ebsi4ro.ro/romanian-blockchain-ecosystem/>
- National Institute for Research & Development in Informatics – ICI Bucharest. (2021, April 26). *Executive Blockchain Laboratory – ICI Bucharest presents the video course “Blockchain Technology: Application and Innovation towards Transformational Business”*. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.ici.ro/en/events/executive-blockchain-laboratory-ici-bucharest-presents-the-video-course-in-the-english-language-blockchain-technology-application-and-innovation-towards-transformational-business/>
- National Institute for Research and Development in Informatics – ICI Bucharest. (n.d.). *Blockchain Intelligence Academy (BIA)*. Retrieved December 9, 2025, from <https://bia.ici.ro/>
- National Institute for Research & Development in Informatics – ICI Bucharest, & ChainArgos. (2024). *Blockchain Intelligence Academy – BIA* [Training programmes]. Retrieved December 9, 2025, from <https://ici.ro/en/blockchain-intelligence-academy-bia/>
- National University of Science and Technology Politehnica Bucharest. (2022). *Blockchain and Big Data in Medical Applications* [Course description, EIM master]. Retrieved December 9, 2025, from <https://etti.upb.ro/en/category/cursuri/master-cursuri/eim/>
- National University of Science and Technology Politehnica Bucharest, Faculty of Electronics, Telecommunications and Information Technology. (2022). *EIM*

master courses – *Biomedical Engineering* [Course catalogue]. Retrieved December 9, 2025, from <https://etti.upb.ro/en/category/cursuri/master-cursuri/eim/>

- West University of Timișoara, Faculty of Mathematics and Informatics. (2025). *Antreprenoriat în Blockchain – Postgraduate programme description*. Retrieved December 9, 2025, from <https://admitere.uvt.ro/program/antreprenoriat-in-blockchain/>

Hrvatska – ponuda obuke i kontekst

- Algebra Bernays University. (n.d.). *Economics of digital business – FinTech I: Transformation of financial services* [Undergraduate programme description]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.algebra.hr/sveuciliste/en/undergraduate-university-programme/economics-of-digital-business/>
- Dalmacija. (n.d.). *WEB3.0 workshops – Uvod u Blockchain i pametne ugovore* [Web3 training series]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.digitalnadalmacija.hr/Web3>
- INCLUSIVEstone Consortium. (n.d.). *INCLUSIVEstone project – Reports and training materials* [Project website]. Retrieved December 9, 2025, from <https://inclusivestone.eu/reports>
- Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek. (2015). *Graduate university study programme in Computer Engineering* (incl. course DR4I-11-18 Blockchain Technology and Cryptocurrencies). Retrieved December 9, 2025, from <https://www.ferit.unios.hr/2021/dokumenti/801/Graduate%20university%20study%20programme%20in%20Computer%20Engineering%20-%202015.pdf>
- Mirakul Edukacijski centar. (n.d.). *Blockchain u poslovnim primjenama* [Specialist seminar]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.mirakul.hr/seminari/blockchain-u-poslovnim-primjenama/>
- Učilište Astera. (n.d.). *Tečaj "Blockchain, kriptovalute, DeFi"* [Course description]. Retrieved December 9, 2025, from <https://ucilisteastera.hr/courses/tecaj-blockchain-kriptovalute-defi/>
- University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing. (2025). *Distributed ledgers and cryptocurrencies* [Postgraduate course description]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.fer.unizg.hr/en/course/dlabc>
- Various authors. (n.d.). *The stonemasons of Pučišća, Croatia* [Video and related materials on the Pučišća stonemasonry school]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.youtube.com/watch?v=-MJ5eUJqkhg>

- European Commission / Cedefop. (2024). *Croatia introduces AI-related content in VET curricula* [News item on AI pilots in VET]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.cedefop.europa.eu/>
- European Commission. (2023). *Digital Croatia strategy up to 2032* [Policy document on digital transformation and skills]. Retrieved December 9, 2025, from <https://digital.gov.hr/>

Izvori SLIKA

- **Slika 1:** <https://store.dcentwallet.com/blogs/post/key-concepts-of-blockchain-centralization-vs-decentralization-vs-distributed?srsId=AfmBOopUXoKsZbZ9O1v7DmKTI0htkQiY3eNmac0x5Ry8KX8LcQghwpRN>
- **Slika 2:** <https://www.helius.dev/blog/cryptographic-tools-101-hash-functions-and-merkle-trees-explained>
- **Slika 3:** <https://binariks.com/blog/smart-contracts-blockchain-examples/>
- **Slika 4:** https://www.researchgate.net/figure/Transaction-flow-in-a-Blockchain_fig1_342012510
- **Slika 5:** <https://blog.cfte.education/types-of-blockchain-networks/>
- **Slika 6:** <https://www.researchgate.net/publication/347198560/figure/fig1/AS:1023621556359169@1621061805118/Blockchain-technology-stack.png>
- **Slika 7:** <https://www.iebschool.com/hub/blockchain-cadena-bloques-revoluciona-sector-financiero-finanzas/>
- **Slika 8:** <https://vietnamcirculareconomy.vn/circular-economy-and-the-role-of-standards/?lang=en>