



# WP2-A6. RockChain kurikulum: Izrada kurikuluma za upravljanje otpadom u proizvodnji arhitektonsko-građevnog kamena koristeći blockchain tehnologiju.



Ovo djelo je licencirano pod [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

*"Financirano od strane Europske unije. Međutim, izneseni stavovi i mišljenja isključivo su autora i ne odražavaju nužno stavove Europske unije ili Europske agencije za obrazovanje i kulturu (EACEA). Ni Europska unija ni EACEA ne mogu biti odgovorni za njih."*



Erasmus+



Transilvania  
University  
of Brasov





## SADRŽAJ

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                               | 3  |
| 2. PODACI O TEČAJU .....                                    | 5  |
| 3. TEACHER PROFILE .....                                    | 6  |
| 4. PREGLED KOLEGIJA .....                                   | 7  |
| 4.1 Pregled .....                                           | 7  |
| 4.2 Pregled tematskih područja .....                        | 7  |
| 4.3 Potrebno prethodno znanje .....                         | 8  |
| 4.4 Materijalni resursi .....                               | 8  |
| 4.5 Preporuke .....                                         | 8  |
| 4.6 Posebne predviđene mjere .....                          | 8  |
| 4.7 Podučavanje .....                                       | 9  |
| 5. UKUPNI ISHODI UČENJA .....                               | 10 |
| 5.1 Očekivani ishodi znanja .....                           | 10 |
| 5.2 Očekivani ishodi natjecanja .....                       | 12 |
| 5.3 Stavovi, očekivani rezultati .....                      | 14 |
| 6. STRUKTURA KOLEGIJA .....                                 | 16 |
| 7. NASTAVNA METODOLOGIJA .....                              | 21 |
| 8. METODOLOGIJA EVALUACIJE I PRAĆENJA .....                 | 22 |
| 8.1 Predloženi sustav evaluacije .....                      | 22 |
| 8.2 Nadzor kolegija i mehanizmi povratnih informacija ..... | 22 |
| 9. NASTAVNI RESURSI I PREPORUČENA BIBLIOGRAFIJA .....       | 23 |
| 9.1 Bibliografija .....                                     | 23 |
| 9.2 Propisi .....                                           | 23 |
| 9.3 Online resursi i drugi resursi .....                    | 24 |

## 1. UVOD

Projekt RockChain odgovara na rastuću potražnju za transversalnim digitalnim kompetencijama unutar tradicionalnih industrijskih sektora, s naglaskom na industriju ukrasnog kamena. Kao što je istaknuto u članku 173. Ugovora o funkcioniranju Europske unije, industrijska politika Unije trebala bi podržavati punu eksploataciju inovacija, istraživanja i tehnološkog razvoja. U skladu s ovim načelom, RockChain nastoji ojačati prijelaz sektora prema kružnom gospodarstvu, uz podršku digitalne transformacije i pametnih tehnologija.

Sektor ukrasnih stijena, duboko ukorijenjen u tradicionalnim procesima vađenja i proizvodnje, suočava se s novim regulatornim i društvenim očekivanjima vezanim uz smanjenje otpada, učinkovitost korištenja resursa i klimatsku neutralnost. Paralelno, sektor doživljava rastući jaz u digitalnim vještinama. Prema podacima Europske komisije, 37% radne snage EU-a nema ključne digitalne vještine, što stvara prepreku za primjenu novih tehnologija poput blockchaina, Interneta stvari (IoT) i velikih podataka.

U tom kontekstu, projekt RockChain doprinosi modernizaciji strukovnog obrazovanja i osposobljavanja (VET) za stručnjake starije od 45 godina te za tehničko osoblje u sektorima kamena, građevinarstva i upravljanja otpadom. Projekt se fokusira na integraciju blockchain tehnologija kao pokretača povjerenja, sljedivosti i transparentnosti u upravljanju podacima o otpadu. Ovi alati ključni su za osiguranje integriteta podataka u sve složenijim lancima vrijednosti — osobito kada se radi o sekundarnim sirovinama i tokovima otpada.

Tijekom posljednjih godina, blockchain se pojavio kao snažno rješenje za održivost okoliša, nudeći nove paradigme za strateško planiranje, logistiku i praćenje resursa. Njegova primjena u modelima pametnih gradova i cirkularne ekonomije pokazala je sposobnost osiguravanja protoka podataka, osiguravanja certifikacije otpornosti na manipulaciju i promicanja distribuirane odgovornosti.

Kroz RockChain kurikulum, projekt ima za cilj opremiti ciljane učenike znanjem i praktičnim kompetencijama za:

- Razumite strukturu i okolišne izazove lanca vrijednosti ukrasnih stijena.
- Primijenite blockchain za sustave upravljanja otpadom koji se mogu pratiti i decentralizirati.
- Podržite ponovno uvođenje otpada u lanac vrijednosti kroz cirkularne strategije temeljene na podacima.
- Promicati pristupe bez utjecaja i prepoznavanje kamenog otpada kao vrijednog resursa.



Obrazovna inovacija predložena u RockChainu temelji se na modularnom kurikulumu i digitalnoj platformi za učenje dizajniranoj za simulaciju stvarnih slučajeva upotrebe blockchaina u sektoru. Platforma će omogućiti učenicima vizualizaciju i eksperimentiranje s registracijom podataka, pametnim ugovorima i radnim procesima praćenja otpada, stvarajući most između teorije i primjene.

Poticanjem digitalnog usavršavanja i svijesti o održivosti, RockChain izravno doprinosi dvostrukim zelenim i digitalnim tranzicijama definiranim u Industrijskoj strategiji EU-a i Europskoj agendi vještina. Osnažuje demografski segment koji se često zanemaruje u procesima digitalne transformacije — starije profesionalce — osiguravajući njihovu aktivnu ulogu u izgradnji industrije kamena otporne na klimatske promjene i tehnološki modernizirane.

## 2. PODACI O TEČAJU

**Denomination:** ROCKS WASTE MANAGEMENT APPLYING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

**Module:** \*

**Duration:** 50 hours

**Course Code:** \*

**Teaching period:** \*

**Degree in which it is taught:** \*

**Other qualifications that could be offered:**

Mining / Quarrying

Architecture / Civil Engineering

Environmental Engineering

Management / Marketing

Master's programmes related

**Centre:** \*

**Language:** Official Language\*\*

**Theory class schedule:** \*

**Practice class schedule:** \*

**Place:** \*

(\*) Sva polja označena zvjezdicom podložna su ispunjavanju s informacijama specifičnim za školu.

(\*\*) Trenutno dostupno na engleskom, njemačkom, španjolskom, rumunjskom i hrvatskom jeziku.



### 3. TEACHER PROFILE

**Teacher in charge: \***

**Department: \***

**Area of Knowledge: \***

**Teacher's Office Location: \***

**Phone: \***

**Email: \***

**URL / WEB: <https://rockchain.eu/>**

**Tutorial schedules: \***

**Tutorial Location: \***

**Teaching and research profile: \***

*(\*) Sva polja označena zvjezdicom podložna su ispunjavanju s informacijama specifičnim za školu.*

## 4. PREGLED KOLEGIJA

### 4.1 Pregled

Ovaj tečaj istražuje integraciju blockchain tehnologije u upravljanju otpadom iz industrija prerade stijena, s naglaskom na korištenje kamena kao ekološkog materijala, kao i promicanje kamena kao održivih materijala za ponovnu upotrebu i recikliranje. Tečaj također pokriva životni ciklus kamenog otpada, uključujući rudarske operacije, kamenolome, obradu kamena, skladištenje, transport i marketing kamenih blokova iz blockchain perspektive.

### 4.2 Pregled tematskih područja

Tečaj pruža sveobuhvatnu analizu procesa i izazova vezanih uz upravljanje otpadom nastalim u industriji stijena i kamena. Tema je strukturirana oko tri temeljne teme: životnog ciklusa kamenog otpada, primjene blockchain tehnologije i promicanja održive upotrebe kamena u arhitekturi i građevinarstvu.

Na taj način učenici će:

- steći duboko razumijevanje okolišnih i ekonomskih implikacija kamenog otpada, uključujući izazove upravljanja otpadom u različitim fazama, od vađenja i prerade do skladištenja, transporta i konačnog odlaganja ili recikliranja;
- Saznajte kako blockchain može poboljšati sljedivost, transparentnost i učinkovitost procesa upravljanja otpadom;
- razumjeti kako se blockchain može koristiti za praćenje podrijetla, kretanja i odlaganja otpada, čime se potiče kružno gospodarstvo, odgovornost i smanjuje utjecaj na okoliš;
- razumjeti potencijal blockchaina da revolucionira logistiku, skladištenje i marketing kamenih blokova pružajući sigurne i provjerljive zapise;
- naučite o ulozi kamena kao održivog materijala;
- razvijati strategije za promicanje kamena kao ekološki prihvatljivog materijala u građevinskoj industriji i drugim sektorima, rješavajući potrebu za održivim praksama nabave, prerade i marketinga;
- Kritički razmislite o društvenim i ekološkim odgovornostima industrije kamena.

Do kraja kolegija studenti će biti opremljeni znanjem i vještinama za učinkovito upravljanje kamenim otpadom, korištenje blockchain tehnologije za održivost te zagovaranje korištenja kamena kao ključne komponente zelene arhitekture i građevinarstva.

## 4.3 Potrebno prethodno znanje

Za upis na RockChain tečaj nije potrebno prethodno tehničko znanje o blockchainu ili digitalnim tehnologijama. Međutim, od sudionika se očekuje osnovna digitalna pismenost (npr. navigacija datotekama, korištenje preglednika, ispunjavanje online obrazaca) te profesionalno iskustvo ili poznavanje sektora ukrasnog kamena, građevinarstva ili upravljanja otpadom. Ova pozadina podržat će kontekstualno razumijevanje i omogućiti sudionicima da povežu sadržaj kolegija s praksama iz stvarnog svijeta u svojim industrijama.

## 4.4 Materijalni resursi

Minimalni popis materijalnih resursa (oprema, alati i instrumenti, modeli, sirovine i materijali, tehnička, ekonomska, pravna dokumentacija itd.) potreban za postizanje rezultata učenja:

- multimedijske sadržaje;
- edukativne tutorijale o korištenju aplikacija;
- uređaji s pristupom internetu, video projektor;
- softver: RockChain e-learning alat i RockChain platforma.

## 4.5 Preporuke

(\*) Završetak je uvjetovan kriterijima obrazovnog centra.

Primjer:

- Preduvjetno znanje: osnovno razumijevanje znanosti o okolišu, rudarskih operacija, arhitekture, građevinarstva i uvoda u blockchain koncepte;
- Preporučene vještine: analitičko razmišljanje, rješavanje problema i vještina u digitalnim alatima.

## 4.6 Posebne predviđene mjere

(\*) Posebni propisi obrazovnog centra u vezi s uspostavom posebne prilagodbe u metodologiji i razvoju nastave za učenike koji pate od neke vrste invaliditeta ili ograničenja.

---

(\*) Sva polja označena zvjezdicom podložna su ispunjavanju s informacijama specifičnim za školu.

## 4.7 Podučavanje

RockChain tečaj će se održavati koristeći pristup usmjeren na učenika i kompetencije, prilagođen potrebama odraslih profesionalaca, posebno onih starijih od 45 godina koji rade u sektoru ukrasnog kamena i građevinarstva. Nastavna metodologija kombinirat će teorijsku nastavu s praktičnom primijenjem, osiguravajući da učenici razumiju ne samo koncepte blockchaina i cirkularne ekonomije, već i kako ih primijeniti u svom specifičnom industrijskom kontekstu.

Trening sesije bit će strukturirane oko interaktivnih metoda učenja, uključujući grupne rasprave, zajedničke vježbe, vođene simulacije i studije slučaja iz stvarnog života. Poseban će naglasak biti na korištenju alata za učenje RockChain, digitalne platforme razvijene u sklopu projekta za simulaciju blockchain temeljene na sljedivosti i radnim tokovima pametnih ugovora. Završna jedinica uključivat će integrativni projekt, gdje će učenici primijeniti svoje znanje i vještine na praktični izazov, jačajući učenje kroz iskustvenu primjenu.

Tijekom tečaja promicat će se poduka i učenje među vršnjacima kako bi se podržali sudionici s nižom razinom digitalnog samopouzdanja, osiguravajući inkluzivnost i potičući međugeneracijsku razmjenu znanja. Treneri će djelovati kao facilitatori, potičući aktivno sudjelovanje, kritičko razmišljanje i autonomiju. Svi materijali kolegija bit će osmišljeni radi jasnoće i pristupačnosti, s naglaskom na relevantnost u stvarnom svijetu i prenosivost među sektorima.

## 5. UKUPNI ISHODI UČENJA

### 5.1 Očekivani ishodi znanja

Nakon uspješnog završetka RockChain tečaja, polaznici će steći čvrsto i multidisciplinarno znanje koje pokriva industriju ukrasnog kamena, kružno gospodarstvo, osnove i primjenu blockchain tehnologije te širi kontekst digitalne transformacije i održivih inovacija.

Očekivani ishodi znanja grupirani su u četiri komplementarna područja:

#### A. Znanje o sektoru arhitektonsko-građevnog kamena i njegovim ekološkim izazovima

Ovo područje uspostavlja sektorski kontekst potreban za povezivanje naknadnih područja znanja s stvarnim industrijskim izazovima i prilikama za stvaranje vrijednosti. Polaznici će razumjeti:

- Struktura i funkcioniranje lanca vrijednosti ukrasnih stijena, od vađenja i transformacije do distribucije i krajnje upotrebe, uključujući ključne aktere i međuovisnosti u lancu opskrbe.
- Vrste ukrasnih kamenih materijala (npr. mramor, granit, škriljevac, vapnenac), njihova svojstva i tipične primjene u građevinarstvu, urbanom dizajnu i arhitekturi.
- Tehničke i ekonomske karakteristike otpada nastalog u kamenolomskoj industriji, uključujući fine čestice, pilani mulj, razbijene komade i ostatke kamenoloma.
- Ekološke posljedice lošeg upravljanja otpadom, poput zauzimanja zemljišta, onečišćenja zraka i vode te neučinkovitog korištenja prirodnih resursa.
- Ključni izazovi s kojima se sektor suočava, uključuju nisku digitalizaciju, rastuće regulatorne zahtjeve, nedostatak kvalificirane radne snage i javni pritisak na održive prakse.

#### B. Poznavanje načela cirkularnog gospodarstva i valorizacije otpada

Ovo područje znanja omogućuje učenicima da održivost uključe u tehničko donošenje odluka, usklađivanje politika i planiranje inovacija. Polaznici će razumjeti:

- Temeljni koncepti kružnog gospodarstva (CE), uključujući sustave zatvorene petlje, otpad kao resurs, produženi životni ciklus proizvoda i sustavno razmišljanje.
- Razlike između linearnih i kružnih modela te prednosti CE pristupa u smislu ekonomske otpornosti, učinkovitosti materijala i regulatorne usklađenosti.

- Strategije za cirkularnost u sektoru kamena, uključujući valorizaciju nusproizvoda, sekundarne sirovine, industrijsku simbiozu i dizajn za ponovnu upotrebu.
- Europski i nacionalni regulatorni okviri vezani su uz kružno gospodarstvo i otpad (npr. Direktiva o okviru o otpadu, Protokol o građevinskom i rušenom otpadu, EU Zeleni plan).
- Pojam nultog utjecaja i regenerativnog dizajna, osobito u vezi s rehabilitacijom kamenoloma, ekološkim dizajnom proizvoda i smanjenjem emisija.

### C. Znanje o blockchainu i sustavima digitalne sljedivosti

Ovo područje osigurava da polaznici razviju funkcionalno i primijenjeno razumijevanje blockchaina, bez potrebe za prethodnim tehničkim ili IT znanjem. Polaznici će razumjeti:

- Osnovna arhitektura blockchain sustava, uključujući blokove, hash funkcije, distribuirane knjige, protokole konsenzusa, čvorove i validaciju transakcija.
- Glavne prednosti blockchaina u industrijskim kontekstima: nepromjenjivost, decentralizacija, pouzdana verifikacija, transparentnost i sprječavanje prijevara.
- Koncept i funkcioniranje pametnih ugovora, uključujući njihov potencijal za automatizaciju usklađenosti, koordinaciju radnih tokova i izvještavanje o okolišu.
- Razlike između blockchaina i tradicionalnih baza podataka, uključujući integritet podataka, pristupačnost i sigurnosne mehanizme.
- Uloga blockchaina u sustavima sljedivosti, omogućujući sigurnu registraciju podrijetla, kretanja, obrade i ponovne upotrebe materijala i otpada kroz lance s više aktera.
- Kako se blockchain može kombinirati s drugim tehnologijama poput IoT-a, pametnih senzora, digitalnih blizanaca i cloud sustava kako bi se ojačala pouzdanost i revizija podataka.

### D. Znanje o digitalizaciji, zelenoj tranziciji i cjeloživotnom učenju

Ovaj posljednji stup znanja podržava holističkiju i na čovjeka usmjerenu viziju usvajanja tehnologije, pripremajući učenike da djeluju i kao profesionalci i kao građani u brzo mijenjajućem kontekstu. Polaznici će razumjeti:

- Transformativna uloga digitalnih tehnologija u modernizaciji tradicionalnih sektora i poboljšanju ekoloških rezultata kroz bolje podatke, praćenje i automatizaciju.
- Odnos između digitalizacije i Zelenog dogovora, osobito u kontekstu dvostruke tranzicije i Europske agende vještina.
- Važnost etike podataka, kibernetičke sigurnosti i odgovornih digitalnih praksi, osobito pri upravljanju okolišnim ili operativnim podacima među dionicima.

- Potreba za cjeloživotnim učenjem i kontinuiranim usavršavanjem, osobito za profesionalce starije od 45 godina u niskodigitalnim sektorima, kako bi se prilagodili novim alatima i očekivanjima.
- Društvene, organizacijske i kulturne dimenzije digitalne transformacije, uključujući otpor promjenama, praznine u digitalnoj pismenosti i međugeneracijsko učenje.
- Potencijal za osnaživanje i uključivost kroz pristupačne programe obuke poput RockChaina, koji omogućuju odraslim polaznicima da povrate samopouzdanje i relevantnost na tržištu rada.

## 5.2 Očekivani ishodi natjecanja

Kurikulum RockChaina osmišljen je kako bi potaknuo spoj tehničkih, digitalnih i transversalnih kompetencija koje osposobljavaju učenike za aktivno i odgovorno sudjelovanje u digitalnoj transformaciji sektora ukrasnog kamena, s posebnim naglaskom na upravljanje otpadom i strategije cirkularnog gospodarstva koje omogućuje blockchain tehnologija.

Polaznici koji završe tečaj razvijat će kompetencije u tri ključna područja:

### A. Sektorske i tehničke kompetencije.

Ove kompetencije omogućuju polaznicima da djeluju kao informirani tehničari, nadzornici kvalitete ili službenici za održivost u tvrtkama za vađenje, transformaciju ili upravljanje otpadom u industriji prirodnog kamena. Polaznici će moći:

- Mapirati i analizirati lanac vrijednosti ukrasnih stijena, identificirati faze u kojima nastaje otpad i gdje se mogu uvesti ili ojačati kružne strategije.
- Karakterizirajte različite vrste kamenog otpada, procjenjujući njihova fizička i kemijska svojstva te potencijal za ponovnu upotrebu, recikliranje ili oporavak.
- Procijenite trenutne prakse upravljanja otpadom u sektoru kamena i usporedite ih s načelima i propisima cirkularnog gospodarstva.
- Predložiti kružne alternative za kameni otpad, uzimajući u obzir tehničku izvedivost, utjecaj na okoliš, potražnju na tržištu i isplativost.
- Dizajnirajte ili interpretirajte osnovne dijagrame toka sustava upravljanja kamenim otpadom, identificirajući ključne kontrolne točke za sljedivost i usklađenost.

## B. Digitalne i blockchain kompetencije.

Ove kompetencije pripremaju polaznike za sudjelovanje u procesima digitalizacije unutar industrijskih konteksta, osobito u ulogama gdje su relevantni integritet podataka, automatizacija usklađenosti ili sustavi sljedivosti. Polaznici će moći:

- Opišite temeljnu logiku blockchain sustava, uključujući način na koji se informacije pohranjuju, osiguravaju i dijele na decentraliziranim mrežama.
- Djelujte unutar pojednostavljenog blockchain okruženja za učenje, uključujući mogućnost unosa podataka, praćenja transakcija i simulacije ponašanja pametnih ugovora.
- Primijenite blockchain logiku na radne tokove praćenja, identificirajući kako se materijalni podaci mogu bilježiti, verificirati i povezivati s akterima unutar lanca vrijednosti.
- Dizajnirajte osnovne scenarije pametnih ugovora za rukovanje otpadom, poput automatskog evidentiranja potvrda dostave, označavanja neusklađenosti ili aktiviranja upozorenja kada se prekorače pragovi.
- Povežite blockchain podatke s ulazima iz stvarnog svijeta sa senzora ili sustava za nadzor, osiguravajući točnost podataka i smanjujući rizike od manipulacije.

## C. Kompetencije održivosti i cirkularnog gospodarstva.

Te su kompetencije ključne za razvoj proaktivne, ekološki osviještene radne snage, sposobne doprinijeti ciljevima Zelenog plana EU i Akcijskog plana za cirkularno gospodarstvo. Polaznici će moći:

- Objasnite principe cirkularnog gospodarstva i kako se oni primjenjuju na kamenu industriju i druge sektore koji zahtijevaju mnogo materijala.
- Tumačite ekološke propise i kriterije održivosti, uključujući hijerarhiju otpada EU, EPR (proširenu odgovornost proizvođača) i EU Pravilnik o taksonomiji.
- Integrirati principe cirkularnosti i održivosti u tehničko donošenje odluka, uravnotežujući operativne, okolišne i ekonomske čimbenike.
- Kritički procijenite utjecaj linearnih procesa na okoliš i predložite alternativne modele usklađene s klimatski neutralnim i ciljevima bez otpada.
- Jasno i učinkovito komunicirajte poboljšanja vezana uz održivost kolegama, klijentima ili institucionalnim dionicima.

## D. Transverzne i meke kompetencije.

Ove transversalne kompetencije usklađene su s Europskim ključnim kompetencijama za cjeloživotno učenje, osobito digitalnim, osobnim i socijalnim kompetencijama te

kompetencijama građanstva u održivosti. Polaznici će također razviti ključne transversalne vještine koje podržavaju njihovu zapošljivost i sposobnost prilagodbe u promjenjivim industrijskim i tehnološkim okruženjima:

- Rješavanje problema i kritičko razmišljanje, osobito pri integraciji novih tehnologija u tradicionalne sektore.
- Timski rad i suradnja, uključujući sposobnost rada između disciplina (npr. IT i upravljanje okolišem) te komunikaciju s dionicima različitih tehničkih pozadina.
- Prilagodljivost tehnološkim promjenama, njegovanje načina razmišljanja usmjerenog na učenje u skladu s razvojem Industrije 4.0.
- Digitalna pismenost, izvan blockchaina, uključuje sigurno i odgovorno korištenje digitalnih alata, osnovno upravljanje podacima i tumačenje digitalnih radnih tokova.
- Tehnička komunikacija, s mogućnošću dokumentiranja, prezentacije i objašnjavanja tehničkih procesa jasno korištenjem odgovarajuće terminologije.

### 5.3 Stavovi, očekivani rezultati

Osim stjecanja znanja i razvoja kompetencija, RockChain tečaj ima za cilj potaknuti promjenu stavova, vrijednosti i profesionalnog identiteta među odraslim polaznicima u sektoru ukrasnog kamena. U skladu s ciljevima Europske agende vještina i Preporukom Vijeća o ključnim kompetencijama za cjeloživotno učenje, tečaj promiče stavove koji omogućuju polaznicima da postanu aktivni pokretači promjena u svom radnom okruženju i zajednicama.

Nakon uspješnog završetka tečaja, od polaznika se očekuje da pokažu sljedeće stavove:

#### **A. Stavovi prema održivosti i kružnom gospodarstvu.**

Ti stavovi podržavaju kulturu odgovornosti i upravljanja, gdje se učenici ne vide samo kao operateri ili tehničari, već i kao čuvari prirodnih resursa i pokretači pozitivnih promjena.

- Iskrena predanost održivosti kao vodećem principu u njihovoj profesionalnoj praksi, osobito u vezi s učinkovitošću resursa, smanjenjem otpada i zaštitom okoliša.
- Cijenjenje razmišljanja o kružnoj ekonomiji, ne samo kao obveze usklađenosti, već i kao strateške prilike za stvaranje vrijednosti i inovacije unutar sektora kamena.
- Spremnost na preispitivanje ustaljenih praksi i prihvaćanje redizajna procesa koji pogoduju obnovi okoliša i smanjenoj eksploataciji.
- Sve veća svijest o dugoročnim utjecajima industrijske aktivnosti na ekosustave, klimu i zajednice.

## **B. Stavovi prema digitalnim inovacijama i usvajanju tehnologije.**

Ovi stavovi ključni su za prevladavanje digitalizacijskog jaza s kojim se suočavaju profesionalci stariji od 45 godina i za olakšavanje lakših prijelaza u procesima industrijske modernizacije.

- Otvoren i znatiželjan način razmišljanja prema novim tehnologijama, uključujući blockchain, čak i kada su nepoznati ili izvan prethodnog iskustva.
- Povećano samopouzdanje u eksperimentiranju s digitalnim alatima, platformama i sučeljima te smanjen otpor prema tehnološkim promjenama.
- Konstruktivan pristup učenju, uključujući samostalno učenje i usavršavanje kao stalne profesionalne odgovornosti.
- Proaktivan stav prema integraciji digitalnih rješenja u tradicionalna radna okruženja, razumijevanje njihovog potencijala za poboljšanje transparentnosti, sljedivosti i suradnje.

## **C. Stavovi prema suradnji, etici i profesionalnom razvoju.**

Ovi stavovi doprinose izgradnji otporne i prilagodljive radne snage, sposobne za snalaženje u neizvjesnosti, prihvaćanje promjena i aktivno sudjelovanje u oblikovanju budućnosti svog sektora.

- Duh suradnje, koji cijeni međusektorsku i međugeneracijsku razmjenu znanja, osobito u multidisciplinarnim timovima koji se bave održivošću i digitalnom transformacijom.
- Snažan osjećaj profesionalne etike, uključujući poštivanje integriteta podataka, transparentnosti i pravednog uključivanja dionika u sustave sljedivosti.
- Osjećaj inicijative i autonomije, prepoznajući svoju ulogu ne samo kao učenika, već i kao potencijalnih pokretača promjena unutar svojih organizacija.
- Veće samopouzdanje i motivacija, koja proizlazi iz sposobnosti angažmana s novim tehnologijama i sudjelovanja u projektima relevantnosti i utjecaja.

## **D. Ukupni očekivani utjecaj stavova**

Ova promjena stava omogućuje polaznicima da preoblikuju svoj profesionalni identitet i smisleno sudjeluju u kontinuiranoj tranziciji sektora prema održivosti, cirkularnosti i digitalnom povjerenju. Ukupni očekivani rezultat je internalizacija dvostruke svjesnosti:

- Prvo, da se sektor kamena razvija te da okolišni i digitalni pritisci nisu prijetnje, već poluge za transformaciju.
- Drugo, da je njihova uloga kao zrelih profesionalaca i dalje ključna — ne unatoč pojavi novih tehnologija, već upravo zbog njihovog sektorskog iskustva, operativnog znanja i novostečene digitalne svijesti.

## 6. STRUKTURA KOLEGIJA

### JEDINICA 1. Uvod u industriju ukrasnog kamena i rudarstva.

- 1.1. Pregled sektora: opseg, utjecaj, glavne zemlje.
- 1.2. Vrste ukrasnog kamena (mramor, granit, škriljevac, vapnenac...).
- 1.3. Od kamenoloma do tržnice: industrijski proces.
- 1.4. Ključni dionici: MSP, udruge, institucije.
- 1.5. Trenutni izazovi: troškovi energije, emisije CO<sub>2</sub>, sljedivost.
- 1.6. Pravni i okolišni kontekst (Europski zeleni dogovor, taksonomija...).

### JEDINICA 2. Osnove blockchaina.

- 2.1. Što je blockchain? Podrijetlo i evolucija.
- 2.2. Osnovni pojmovi: blokovi, lanac, hash, vremenska oznaka, kriptografija.
- 2.3. Distribuirane knjige i decentralizacija.
- 2.4. Pametni ugovori: definicija i upotreba.
- 2.5. Usporedba s tradicionalnim bazama podataka.
- 2.6. Primjene u logistici, financijama, upravljanju otpadom i rudarstvu.

### JEDINICA 3. Kružna ekonomija u kontekstu A-G kamena.

- 3.1. Definicija i stupovi kružnog gospodarstva (smanji, ponovno upotrijebi, recikliraj).
- 3.2. Od linearnih do kružnih modela: izazovi i prednosti.
- 3.3. Kružne prakse u ekstrakciji, transformaciji i dizajnu proizvoda.
- 3.4. Valorizacija kamenog otpada: agregati, punila, dekoracija itd.
- 3.5. CE i digitalizacija: sljedivost, podaci, praćenje životnog ciklusa.
- 3.6. Kontekst EU: Zeleni dogovor, Akcijski plan za kružno gospodarstvo, taksonomija.

### JEDINICA 4. Blockchain primijenjen u upravljanju otpadom.

- 4.1. Tokovi otpada u obradi ukrasnog kamena: vrste i odredišta.
- 4.2. Pravne obveze i zahtjevi za izvještavanjem u upravljanju otpadom.
- 4.3. Blockchain aplikacije: materijalne putovnice, digitalni blizanci, decentralizirani registri.
- 4.4. Pametni ugovori za usklađenost, izvještavanje i poticaje.
- 4.5. Integracija blockchaina s IoT-om i alatima za prikupljanje podataka.

### JEDINICA 5. RockChain. Završna praktična vježba: integrativni projekt.

- 5.1. Funkcionalnosti RockChain platforme (navigacija, moduli, korisničke uloge).
- 5.2. Predlošci i radni procesi za registraciju sljedivosti i simulaciju pametnih ugovora.
- 5.3. Struktura studije slučaja: akteri, imovina, tokovi, kontrolne točke, koraci usklađenosti.
- 5.4. Najbolje prakse izvještavanja i dokumentacije.

## JEDINICA 1. Uvod u industriju ukrasnog kamena i rudarstva.

Ova jedinica pruža polaznicima temeljno razumijevanje industrije ukrasnog kamena, od vađenja do tržišta, uključujući ključne materijale, dionike, industrijsku strukturu i izazove održivosti. Ona postavlja kontekst za cijeli RockChain kurikulum, omogućujući učenicima da shvate složenost i potrebe transformacije ovog tradicionalno nedigitalnog sektora.

### 1.1. Pregled sektora: opseg, utjecaj, glavne zemlje.

Predstavlja ekonomsku i geografsku važnost sektora ukrasnog kamena u EU i globalno.

### 1.2. Vrste arhitektonsko-građevnog kamena (mramor, granit, škriljevac, vapnenac...).

Objašnjava glavne kategorije prirodnog kamena i njihove tipične industrijske primjene i svojstva.

### 1.3. Od kamenoloma do tržnice: industrijski proces.

Opisuje glavne industrijske faze od vađenja sirovih blokova do distribucije proizvoda.

### 1.4. Ključni dionici: MSP, udruge, institucije.

Uvodi mrežu aktera koji oblikuju industriju, uključujući javna i privatna tijela.

### 1.5. Trenutni izazovi: troškovi energije, emisije CO<sub>2</sub>, sljedivost.

Analizira najvažnija ekološka i operativna pitanja koja danas utječu na sektor.

### 1.6. Pravni i okolišni kontekst (Europski zeleni dogovor, taksonomija...).

Opisuje relevantne okvire politika koji potiču promjene u sektorima eksploatacije i prerade kamena.

## JEDINICA 2. Osnove blockchaina.

Ova jedinica jasno i pristupačno uvodi osnovne principe i komponente blockchain tehnologije. Omogućuje polaznicima bez prethodnog tehničkog znanja da razumiju kako blockchain funkcionira, kako se razlikuje od tradicionalnih sustava i kako može podržati transparentnost i decentralizaciju u različitim sektorima.

### 2.1. Što je blockchain? Podrijetlo i evolucija.

Predstavlja pojavu blockchaina, od njegovih početaka u kriptovalutama do šire industrijske primjene.

## 2.2. Osnovni pojmovi: blokovi, lanac, hash, vremenska oznaka, kriptografija.

Objašnjava kako su podaci strukturirani i zaštićeni u blockchain sustavu.

## 2.3. Distribuirane knjige i decentralizacija.

Objašnjava kako decentralizirana arhitektura povećava povjerenje i otpornost u podatkovnim sustavima.

## 2.4. Pametni ugovori: definicija i primjena.

Uvodi učenike u programabilnu logiku unutar blockchain mreža.

## 2.5. Usporedba s tradicionalnim bazama podataka.

Ističe operativne i strateške razlike između blockchaina i naslijeđenih sustava.

## 2.6. Primjene u logistici, financijama, upravljanju otpadom i rudarstvu.

Predstavlja primjere specifične za sektore, gradeći relevantnost za učenike u industriji prirodnih resursa.

# JEDINICA 3. Kružna ekonomija u kontekstu arhitektonsko-građevnog kamena.

Ova jedinica istražuje principe kružne ekonomije i njihovu primjenu na lanac vrijednosti ukrasnog kamena. Objasnjava kako se otpad može smanjiti, ponovno koristiti ili pretvoriti u nove resurse, te kako EU okviri potiču ovu tranziciju kroz politike, regulaciju i poticaje za inovacije.

## 3.1. Definicija i stupovi kružnog gospodarstva (smanji, ponovno upotrijebi, recikliraj).

Objasnjava temeljne CE koncepte i kako se razlikuju od linearnih industrijskih modela.

## 3.2. Od linearnih do kružnih modela: izazovi i koristi.

Analizira sistemski pomak potreban za cirkularnost i prepreke usvajanju.

## 3.3. Kružne prakse u ekstrakciji, transformaciji i dizajnu proizvoda.

Ističe primjere kako cirkularnost može biti ugrađena kroz cijeli lanac vrijednosti.

## 3.4. Valorizacija kamenog otpada: agregati, punila, dekoracija itd.

Istražuje načine ponovne upotrebe i potencijalna tržišta za kameni otpad i nusproizvode.

## 3.5. CE i digitalizacija: sljedivost, podaci, praćenje životnog ciklusa.

Uvodi ulogu podataka i digitalnih alata u omogućavanju implementacije CE-a.

### 3.6. Kontekst EU: Zeleni dogovor, Akcijski plan za kružno gospodarstvo, taksonomija.

Povezuje koncepte CE-a s zakonodavnim pokretačima EU i okvirima financiranja.

## **JEDINICA 4. Blockchain primijenjen u upravljanju otpadom.**

Nadovezujući se na prethodne jedinice, ova jedinica primjenjuje blockchain tehnologiju na specifičan kontekst upravljanja otpadom u industriji kamena. Polaznici istražuju kako digitalni sustavi sljedivosti mogu poboljšati usklađenost, nadzor i učinkovitost resursa.

### 4.1. Tokovi otpada u obradi ukrasnog kamena: vrste i odredišta.

Kategorizira tokove otpada iz kamene industrije i opisuje tipične putove upravljanja.

### 4.2. Pravne obveze i zahtjevi za izvještavanjem u upravljanju otpadom.

Sažima regulatorne odgovornosti vezane uz kontrolu otpada i dokumentaciju.

### 4.3. Blockchain aplikacije: materijalne putovnice, digitalni blizanci, decentralizirane knjige.

Istražuje alate temeljene na blockchainu za transparentnost životnog ciklusa i trajnost podataka.

### 4.4. Pametni ugovori za usklađenost, izvještavanje i poticaje.

Pokazuje kako sustavi temeljeni na logici mogu automatizirati i osigurati operacije upravljanja otpadom.

### 4.5. Integracija blockchaina s IoT-om i alatima za prikupljanje podataka.

Objašnjava kako blockchain platforme mogu komunicirati sa senzorima i pametnom opremom.

## **JEDINICA 5. RockChain. Završna praktična vježba: Integrativni projekt.**

Ova završna jedinica omogućuje učenicima konsolidaciju stečenog znanja primjenom u simuliranom ili stvarnom slučaju koristeći RockChain platformu za učenje. Kroz suradnički ili individualni rad, simulirat će radne tokove praćenja otpada koristeći blockchain logiku i generirati rezultate usklađene sa stvarnim potrebama.

### 5.1. Funkcionalnosti RockChain platforme (navigacija, moduli, korisničke uloge).

Pruž a uvod u digitalno okruženje u kojem će se odvijati praktična vježba.

### 5.2. Predlošci i radni tokovi za registraciju sljedivosti i simulaciju pametnih ugovora.



Podržava učenike u primjeni znanja kroz strukturirane projektne alate.

5.3. Struktura studije slučaja: akteri, imovina, tokovi, kontrolne točke, koraci usklađenosti.

Opisuje kako će učenici simulirati scenarij lanca vrijednosti u kontekstu kružnog gospodarstva.

5.4. Najbolje prakse izvještavanja i dokumentacije.

Podučava kako izraditi jasne, revizijske zapise o sljedivosti i usklađenosti.

## 7. NASTAVNA METODOLOGIJA

| Djelatnost                                              | Nastavne tehnike                                                                                                                                                                        | Studentski rad     | Sati |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|
| Teorijski kolegiji.                                     | Ekspozitivne klase teorijskog sadržaja, koristeći metodu nastavnog dijaloga. Rješavanje sumnji koje su iznijeli studenti.                                                               | Na licu mjesta:    | 5    |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: |      |
| Rješavanje problema i praktičnih slučajeva.             | Rješavanje praktičnih slučajeva. Zадaci se predlažu učenicima za njihovo rješavanje. Prijedlog vježbi za rješavanje kod kuće.                                                           | Na licu mjesta:    |      |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: | 2    |
| Traženje i proširenje dokumentacije.                    | Pretraživanje informacija, upravljanje bazama podataka i korištenje alata.                                                                                                              | Na licu mjesta:    |      |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: | 5    |
| Kooperativne radne aktivnosti.                          | Rješavanje praktičnih slučajeva. Radne skupine bit će formirane koristeći RockChain e-learning alat, prateći sudjelovanje članova grupe.                                                | Na licu mjesta:    |      |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: | 5    |
| Tutorijali.                                             | Rješavanje sumnji o teoriji, problemima, praksama i seminarima.                                                                                                                         | Na licu mjesta:    |      |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: | 5    |
| Seminari i posjeti tvrtkama i objektima.                | Na seminarima će se proširiti specifične teme teorijskog nastavnog plana. Ovisno o dostupnosti, bit će obavljen posjet ili će biti dogovorena pomoć stručnjaka za upravljanje okolišem. | Na licu mjesta:    |      |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: | 4    |
| Rad / individualno učenje.                              | Proučavanje teme pomoću RockChain platforme.                                                                                                                                            | Na licu mjesta:    | 0    |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: | 20   |
| Djela / Informira / Formativne evaluacijske aktivnosti. | Ostvarenje radova i izvještaji o praksama koje student treba predati. Praćenje i razvoj djela, praksi i izvještaja.                                                                     | Na licu mjesta:    | 0    |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: | 2    |
| Službeni ispiti                                         | Priprema, ispravljanje i pregled pisanih testova.                                                                                                                                       | Na licu mjesta:    |      |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: | 1    |
| Izložba radova                                          | Evaluacija i ispravljanje ekspozicija koje odgovaraju različitim radovima koje student treba izvesti.                                                                                   | Na licu mjesta:    |      |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         | Ne na licu mjesta: | 1    |
|                                                         |                                                                                                                                                                                         |                    | 50   |

## 8. METODOLOGIJA EVALUACIJE I PRAĆENJA

### 8.1 Predloženi sustav evaluacije

| Aktivnosti                                                   | Sustavi i kriteriji procjene                                           | Postotak težine (%) |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Pisani testovi na RockChain platformi.                       | Teorijsko-praktično znanje koje student stekne bit će evaluirano.      | 50                  |
| Procjena slučajeva praksi pomoću RockChain e-learning alata. | Znanje stečeno u praksama s ICT podrškom bit će evaluirano.            | 20                  |
| Individualni i timski rad procjenjuju                        | Ocjenjivat će se razvoj i prezentacije individualnih i grupnih radova. | 30                  |
| Ostale aktivnosti procjene                                   | Ocjenjivat će se prisustvo i sudjelovanje na nastavi iz predmeta.      | 10                  |

### 8.2 Nadzor kolegija i mehanizmi povratnih informacija

Kontrola i praćenje učenja učenika provodit će se sljedećim radnjama:

- Aktivno sudjelovanje u raspravama, praktičnim sesijama i grupnom radu.
- Stalne povratne informacije o zadacima, projektima i prezentacijama.
- Redovito slanje ažuriranja o napretku na individualnim ili grupnim projektima.
- Zakazujem tutorijale za podršku učenicima i rješavanje poteškoća.
- Ispunjavanje upitnika za samoprocjenu radi poticanja refleksivnog učenja.
- Procjena putem pisanih testova i evaluacija individualnih i grupnih istraživačkih zadataka.

## 9. NASTAVNI RESURSI I PREPORUČENA BIBLIOGRAFIJA

### 9.1 Bibliografija

- Allesch, A., & Brunner, P.H. (2015). Material flow analysis as a decision support tool for waste management: A literature review. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 753–764.
- European Commission. (2020). A New Circular Economy Action Plan: For a Cleaner and More Competitive Europe. COM(2020) 98 final.
- European Environment Agency (EEA). (2021). Circular Economy and Climate Change Mitigation: Policies and Practices in the EU. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232.
- Köhler, J., et al. (2019). Transformational change for sustainability: The critical role of innovation. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31, 1–8.
- Lamichhane, M. (2017). A Smart Waste Management System Using IoT and Blockchain Technology [Master's thesis]. ITMO University, Department of Information Technologies, St. Petersburg, Russia.
- Lim, M.K., Li, Y., Wang, C., & Tseng, M.L. (2021). A literature review of blockchain technology applications in supply chains: A comprehensive analysis of themes, methodologies and industries. *Computers & Industrial Engineering*, 154, 107133.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117–2135.
- World Economic Forum. (2019). Building Value with Blockchain Technology: How to Evaluate Blockchain's Benefits. Geneva: World Economic Forum.
- Zeyen, A., Beckmann, M., & Wolter, C. (2021). Blockchain and environmental sustainability: A review and research agenda. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 3883–3898.

### 9.2 Propisi

Circular Economy Action Plan (COM(2020) 98 final): A key component of the European Green Deal, promoting waste prevention, product lifecycle extension, and resource efficiency.

Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives.

Directive (EU) 2010/75/EU on industrial emissions (IED): Establishes measures to prevent or reduce emissions into air, water and land from industrial activities, including quarrying and processing.

Digital Europe Programme (Regulation (EU) 2021/694): Promotes the adoption of advanced digital technologies, including blockchain and data infrastructure.

EU Construction and Demolition Waste Protocol and Guidelines: Non-binding guidelines issued by the European Commission to improve the traceability and management of C&D waste.

EU Data Act (Proposal COM/2022/68): Proposed regulation to ensure fair access to and use of data, including environmental and industrial data.

EU Data Governance Act (Regulation (EU) 2022/868): Establishes mechanisms for trustworthy data sharing across the EU.

EU Green Deal (2019): Strategic policy aiming to make Europe the first climate-neutral continent, with relevance for circularity, industrial transition and sustainability.

European Strategy for Data (COM(2020) 66 final): Lays the foundation for a European single market for data, supporting environmental and industrial data exchanges.

Level(s) (European Commission framework): A common EU approach to assess and report on the sustainability of buildings and construction materials.

Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment (EU Taxonomy Regulation).

## 9.3 Online resursi i drugi resursi

[www.rockchain.eu](http://www.rockchain.eu)

[www.bkstoneproject.com](http://www.bkstoneproject.com)

[www.circularbim.eu](http://www.circularbim.eu)

[www.oerco2.eu](http://www.oerco2.eu)