



## WP2-A4. Definiranje najprikladnije metodologije učenja za izračun kamenog otpada primjenom Blockchain tehnologije.



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. NASTAVNA METODOLOGIJA.....                                              | 4  |
| 2.1 Plan rada i aktivnosti učenja (indikativno opterećenje: 50 sati) ..... | 6  |
| 2.2 Put učenja i integracija s RockChain platformom .....                  | 7  |
| 3. METODOLOGIJA PROCJENE .....                                             | 8  |
| 3.1 Put učenja i integracija s RockChain platformom .....                  | 8  |
| 3.2 Komponente i indikativno ponderiranje.....                             | 9  |
| 3.3 Ciklus prikupljanja dokaza i povratnih informacija .....               | 10 |
| 4. ZAKLJUČCI .....                                                         | 11 |



## 1. UVOD

Ovaj rezultat predstavlja predloženu metodologiju učenja za kurikulum RockChaina u kontekstu aktivnosti WP2-A4, koja ima za cilj odrediti najprikladniji pedagoški pristup za omogućavanje odraslim učenicima razumijevanja, izračunavanja i upravljanja tokovima kamenog otpada uz primjenu blockchain logike na procese praćenja i usklađenosti.

RockChain je smješten na raskrižju triju domena: (i) industrije ukrasnog kamena i rudarstva te njezinih tokova otpada; (ii) načela kružnog gospodarstva i valorizacija otpada; i (iii) tehnologije digitalnog povjerenja, osobito blockchain i pametni ugovori, kao pokretači sigurne razmjene podataka među više dionika. Tečaj je prvenstveno namijenjen odraslim polaznicima (s naglaskom na profesionalce starije od 45 godina) i tehničkom osoblju koje radi u ekosustavima kamena, građevinarstva i upravljanja otpadom.

Iz pedagoške perspektive, predložena metodologija služi kao most između ishoda učenja (definiranih u WP2-A3) i konkretnog nastavnog plana i raspodjele opterećenja konsolidiranih u kurikulumu RockChain (WP2-A6). Također predviđa zahtjeve za implementaciju alata za učenje RockChain (WP4), osiguravajući da učenici mogu napredovati od konceptualnog razumijevanja do praktične simulacije registracije sljedivosti, izračuna protoka otpada i ponašanja pametnih ugovora u vođenom okruženju za učenje.

## 2. NASTAVNA METODOLOGIJA

Metodologija podučavanja RockChaina temelji se na principima učenja odraslih (andragogija) i posebno je prilagođena profilu ciljne skupine: iskusni profesionalci (često 45+) koji rade u ekosustavima ukrasnog kamena, građevinarstva i upravljanja otpadom, koji mogu imati visoku sektorsku stručnost, ali neujednačeno digitalno samopouzdanje. Pristup stoga daje prednost relevantnosti, praktičnosti, autonomiji i poštovanju prethodnog iskustva, dok osigurava podržavajuće okruženje za učenje koje smanjuje strah od neuspjeha pri korištenju digitalnih alata. Učenje je organizirano kroz progresivno podizanje, prelazeći korak po korak iz sektorskog konteksta (industrijski procesi i tokovi otpada) prema digitalnoj primjeni (modeli sljedivosti, blockchain logika i simulacija pametnih ugovora), kako bi sudionici mogli graditi kompetencije postupno i smisleno.

Metodologija kombinira nekoliko komplementarnih načina poučavanja. Aktivno učenje provodi se kroz strukturirane zadatke, demonstracije i vođenu praksu, omogućujući sudionicima da uče kroz praksu (npr. mapiranje tokova otpada, identificiranje kontrolnih točaka sljedivosti, izrada jednostavnih struktura zapisa podataka). Zajedničko učenje naglašava se kroz rad u malim grupama i razmjenu vršnjaka, koristeći profesionalno znanje sudionika i omogućujući međusobnu podršku, što je osobito korisno kada grupe uključuju mješovite razine digitalnih vještina. Učenje temeljeno na problemima i slučajevima čini srž pedagoškog toka, koristeći realistične scenarije upravljanja kamenim otpadom i logistike (generiranje, skladištenje, transport, obrada, izvještavanje) za oblikovanje aktivnosti učenja i učvršćivanje apstraktnih koncepata u stvarnosti radnog mjesta. To osigurava da se blockchain predstavlja kao odgovor na konkretne operative i usklađene potrebe, a ne kao izolirana tehnološka tema.

Program se također oslanja na učenje potpomognuto tehnologijom, prvenstveno putem platforme i aplikacije RockChain, koje pružaju sigurno okruženje za eksperimentiranje s blockchain konceptima—poput nepromjenjivih zapisa, uloga aktera, validacije transakcija i lanaca praćenja—bez potrebe za naprednim IT znanjem. Sudionici koriste pojednostavljena sučelja i vođene predloške kako bi simulirali stvarne radne tokove (npr. registracija podrijetla otpada, dokumentiranje prijenosa, provjera koraka obrade na odredištu i vizualizacija kako "blockchain-sličan" log sprječava manipulaciju). Kroz cijeli tečaj, kontinuirana formativna povratna informacija (tutorijali, kontrolne točke, brza povratna informacija o zadacima, vršnjačka recenzija i upitnici za samoprocjenu) kombinira se sa sumativnom procjenom (testovi, individualni zadaci i grupni rezultati). Ovaj dvostruki pristup jača motivaciju i samopouzdanje, podržava upornost i osigurava da učenici dobiju pravovremene smjernice za ispravljanje nesporazuma prije nego što postanu prepreke.



Ukratko, RockChain metodologija temelji se na principima učenja odraslih (andragogija), progresivnom podupiranju i praktički vođenom putu od sektorskog konteksta do digitalne primjene. Kombinira:

- Aktivno učenje kroz strukturirane zadatke, demonstracije i vođenu praksu.
- Suradničko učenje kroz rad u malim grupama i razmjenu vršnjaka, koristeći profesionalno iskustvo sudionika.
- Učenje temeljeno na problemima i slučajevima koristeći realistične scenarije upravljanja otpadom i logistike.
- Učenje potpomognuto tehnologijom putem RockChain platforme i aplikacije, omogućujući sigurno eksperimentiranje s blockchain logikom.
- Kontinuirana formativna povratna informacija uz sumativnu procjenu, kako bi se podržalo jačanje povjerenja kod nisko-digitalnih profila.

Zaključno, metodologija je u potpunosti usklađena sa strukturom kolegija od pet jedinica i osmišljena je tako da svaka jedinica daje opipljiv rezultat učenja koji se prenosi u završni integrativni projekt (Jedinica 5). Na primjer, jedinica 1 daje zajedničko razumijevanje lanca vrijednosti i žarišta otpada; Jedinica 2 uspostavlja osnovni blockchain vokabular i logiku; Jedinica 3 pruža kriterije cirkularne ekonomičnosti za valorizaciju otpada; Jedinica 4 to prevodi u blockchain podržane radne tokove sljedivosti; a jedinica 5 konsolidira sve rezultate u dokumentiranu studiju slučaja implementiranu putem alata RockChain. To osigurava koherentnost, jača prenosivost na radno okruženje i podržava mjerljiv napredak učenja od početnog angažmana do primijenjene kompetencije.

## 2.1 Plan rada i aktivnosti učenja (indikativno opterećenje: 50 sati)

| Aktivnost učenja*                              | Način rada                         | Radno vrijeme | Svrha                                                                                                                                                                 | Tipični dokazi                                      |
|------------------------------------------------|------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Theoretical sessions (dialogue-based lectures) | Uživo / sinkronizirano online      | 5             | Uvesti temeljne koncepte (sektor, CE, blockchain) i oblikujte praktičnu primjenu.                                                                                     | sudjelovanje; Kratki zadaci u razredu               |
| Rješavanje problema i praktični slučajevi      | Online / blended                   | 2             | Primijeniti koncepte na pojednostavljene probleme protoka otpada i sljedivosti.                                                                                       | Riješene vježbe; Kratke refleksije                  |
| Searching for and expanding documentation      | Online (self-directed)             | 5             | Razviti informacijsku pismenost: propisi, standardi, najbolje prakse, slučajevi upotrebe.lop information literacy: regulations, standards, best practices, use cases. | Navedeni izvori; Bilješke                           |
| Zajednički rad u grupi s alatom RockChain      | Online / blended                   | 5             | Suradnička simulacija radnih tokova praćenja i registracije podataka.                                                                                                 | Grupni zapisi; Prijave na platformu                 |
| Tutorijali                                     | Online / blended                   | 5             | Ciljana podrška, rješavanje problema i personalizirane povratne informacije.                                                                                          | Bilješke iz tutorijala; Akcijski bodovi             |
| Seminari / stručne sesije / mogući posjeti     | Face-to-face / synchronous online  | 4             | Povezati učenje s profesionalnom praksom i trenutnim izazovima sektora.                                                                                               | Bilješke o pitanjima i odgovorima; Sažetak seminara |
| Individualna studija o platformi RockChain     | Online (asynchronous)              | 20            | Konsolidirati sadržaj jedinica putem mikroučenja, videa i vođenog čitanja.                                                                                            | Praćenje dovršenosti; Samovrednovanje               |
| Formativni zadaci (izvještaji / kratki zadaci) | Online                             | 2             | Izraditi sažetu dokumentaciju i dokaze za procjenu.                                                                                                                   | Kratki izvještaj; Kontrolni popis                   |
| Pisani test (temeljen na platformi)            | Online / supervised where feasible | 1             | Provjeriti usvajanje ključnih pojmova i vokabulara.                                                                                                                   | Rezultati testova                                   |
| Izložba / prezentacija radova                  | Face-to-face / synchronous online  | 1             | Komunicirati rezultate i primajte povratne informacije od vršnjaka/nastavnika.                                                                                        | Slajdovi; Rubrika za prezentaciju                   |

*(\*) Pružatelji obuke mogu prilagoditi raspodjelu lokalnim ograničenjima, uz održavanje ukupnog opterećenja od 50 sati i ravnoteže između vođene nastave, vježbe i samostalnog učenja.*

## 2.2 Put učenja i integracija s RockChain platformom

Put učenja slijedi progresiju od konteksta do primjene:

- Jedinica 1 uspostavlja industrijsku i ekološku osnovnu razinu te uvodi tipične tokove otpada i dionike.
- Jedinica 2 razvija konceptualne temelje blockchaina, fokusirajući se na distribuirane knjige, nepromjenjivost i pametne ugovore.
- Jedinica 3 uvodi razmišljanje o kružnoj ekonomiji i opcije valorizacije otpada relevantne za ostatke kamena.
- Jedinica 4 prevodi te elemente u primijenjene scenarije sljedivosti i usklađenosti (npr. digitalne zapise, materijalne putovnice i okidače za pametne ugovore).
- Na kraju, Jedinica 5 konsolidira učenje kroz integrativni projekt implementiran na RockChain platformi, gdje polaznici simuliraju aktere, imovinu, tokove i kontrolne točke te proizvode revizijske izvještajne rezultate.

U praktičnim aktivnostima, polaznici se usmjeravaju na:

- (i) identificirati tok otpada;
- (ii) definirati mjerne jedinice i izvore podataka;
- (iii) izračunati osnovne količine i kretanja (proizvodnja, skladištenje, transport, obrada, ponovna upotreba);
- (iv) registrirati događaje na platformi i;
- (v) promatrati kako svojstva blockchaina podržavaju integritet, transparentnost i nemogućnost manipulacije zapisima.

### 3. METODOLOGIJA PROCJENE

Procjena unutar RockChaina kombinira zahtjeve za sudjelovanjem, kontinuirane formativne povratne informacije i sumativne komponente kako bi odražavala potrebe odraslih učenika i praktičnu prirodu kurikuluma. Dizajniran je kako bi potaknuo stalno angažman—osobito za polaznike koji se vraćaju na obuku nakon dužeg razdoblja—dok osigurava da se i konceptualno razumijevanje (npr. osnove blockchaina, principi kružne ekonomije, regulatorni kontekst) i praktična primjena (npr. tokovi praćenja, registracija podataka, kontrolne točke usklađenosti) mogu pokazati na strukturiran i pravedan način. Model procjene podržava progresivno učenje vrednovanjem napretka kroz vrijeme, promicanjem izgradnje povjerenja kod osoba s niskim digitalnim profilom i osiguravanjem da rezultati ostanu mjerljivi i prenosivi na radno okruženje.

#### 3.1 Put učenja i integracija s RockChain platformom

Procjena je integrirana u put učenja i podržana platformom i aplikacijom RockChain, osiguravajući koherentnost između onoga što se podučava, što se prakticira i onoga što se ocjenjuje. Transparentnost se osigurava pružanjem polaznicima jasnih kriterija za ocjenjivanje, rubrika i primjera očekivanih rezultata od početka tečaja, uključujući smjernice o tome što se smatra "potpunim" zapisom o sljedivosti, predajom radnog toka ili izvještajem o projektu. Kontinuitet se postiže raspodjelom ocjenjivanja kroz sve jedinice (umjesto oslanjanja na jedan završni ispit), što omogućuje učenicima da pokažu napredak i smanjuje stres povezan s evaluacijom visokih uloga—što je posebno važan čimbenik u obrazovanju odraslih. Autentičnost je ključna: zadaci procjene odražavaju stvarne industrijske situacije, poput dokumentiranja nastanka otpada, praćenja koraka transporta i obrade, validacije unosa podataka te primjene logike cirkularnosti za predlaganje puteva valorizacije.

Podrška je ugrađena u proces kroz pravovremene, specifične povratne informacije usmjerene na poboljšanje ("feed-forward"), uključujući ciljne preporuke o tome kako poboljšati logiku tijeka rada, ojačati dokumentaciju ili ispraviti nesporazume. Na kraju, integritet se jača značajkama platforme poput log zapisa, verzioniranih predaja i pratljivih unosa, što instruktorima omogućuje provjeru rada učenika, praćenje doprinosa u grupnim zadacima i osiguravanje da predani rezultati odražavaju stvarni napredak u učenju. Točnije:

- Transparentnost: učenici dobivaju jasne kriterije, rubrike i primjere očekivanih rezultata.
- Kontinuitet: procjena je raspoređena po kolegiju kako bi se izbjegla jedna točka procjene visokog rizika.
- Autentičnost: praktični zadaci odražavaju stvarne radne tokove upravljanja otpadom i sljedivosti.

- Podrška: povratne informacije su pravovremene, specifične i usmjerene na poboljšanje (feed-forward).
- Integritet: platformski zapisi i verzionirani izvještaji podržavaju praćenje rada učenika.

## 3.2 Komponente i indikativno ponderiranje

Model procjene strukturiran je u komplementarne komponente koje odražavaju i teorijske i primijenjene dimenzije RockChaina. Pismeni testovi provedeni putem RockChain platforme procjenjuju osnovnu terminologiju, konceptualno razumijevanje i sposobnost tumačenja scenarija vezanih uz sektor (indikativna težina 50%). Praktični slučajevi razvijeni pomoću aplikacije/platforme RockChain procjenjuju sposobnost učenika da primijeni tokove sljedivosti, ispravno registrira podatke i interpretira procese s blockchainom u realnim uvjetima upravljanja otpadom (20%).

Individualni i grupni rad—uključujući kratke izvještaje, strukturirane vježbe i završni projekt—procjenjuju vještine oblikovanja problema, dizajna rješenja, kvalitete dokumentacije i prezentacije (30%). Sudjelovanje u raspravama, seminarima i radu vršnjaka uključeno je kao kvalitativna komponenta, jer je aktivno sudjelovanje snažan pokazatelj uspjeha u učenju odraslih i podržava zajednički prijenos znanja. Centri za obuku mogu operacionalizirati sudjelovanje ili kao minimalni zahtjev za prisutnost (preporučeno: 80%) ili kao kvalitativni čimbenik ugrađen u ocjenjivačke rubrike za praktični rad i projektnu izvedbu, ovisno o lokalnim pravilima ocjenjivanja i formatu provedbe.

| Komponenta                                                      | Što se procjenjuje                                                  | Indikativno ponderiranje     |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Pismeni ispit(i) na RockChain platformi                         | Temeljno teorijsko-praktično znanje i terminologija                 | 50%                          |
| Praktični slučajevi koristeći RockChain aplikaciju/platformu    | Primjena radnih tokova sljedivosti i registracije podataka          | 20%                          |
| Individualni i grupni rad (završni projekt i kratki izvještaji) | Oblikovanje problema, dizajn rješenja, dokumentacija i prezentacija | 30%                          |
| Sudjelovanje (rasprave, seminari, rad s vršnjacima)**           | Angažman i doprinos suradničkom učenju                              | Qualitative / centre-defined |

*(\*\*) Centri mogu operacionalizirati sudjelovanje ili kao minimalni zahtjev za prisustvom (preporučeno: 80%) ili kao kvalitativni faktor integriran u ocjenjivačku rubriku za praktični rad.*

### 3.3 Ciklus prikupljanja dokaza i povratnih informacija

Dokazi o učenju prikupljaju se kombinacijom platformskih prijava i izvedbe promatrane od strane tutora. To uključuje online testove, praktična rješenja slučajeva, unose u tijek rada i zapise o sljedivosti izrađene u RockChain okruženju, uz kratka pisana izvješća i završnu prezentaciju projekta. Nastavnici daju povratne informacije kroz zakazane tutorijale, komentare unutar platforme i strukturirane sesije pregleda nakon svake jedinice, osiguravajući da polaznici dobiju smjernice dok još ima vremena za napredak. Ciklus povratnih informacija slijedi logiku kontinuiranog poboljšanja: učenici predaju početni rezultat, dobivaju korisne povratne informacije i usavršavaju svoj rad u sljedećim iteracijama—osobito u praktičnim slučajevima i završnom projektu. Povratne informacije vršnjaka potiču se tijekom grupnog rada, radionica i prezentacija kako bi se ojačala refleksivna praksa, potaknula rasprava među profilima s različitim razinama digitalnog samopouzdanja i ojačao prijenos iz stvarnog svijeta izlaganjem učenika alternativnim pristupima. Ova petlja dokaza i povratnih informacija osigurava da je procjena ne samo evaluativna, već i aktivno formativna, pomažući polaznicima da izgrade kompetenciju, autonomiju i samopouzdanje u primjeni sljedivosti omogućene blockchainom u kružnom upravljanju otpadom u sektoru ukrasnog kamena.

## 4. ZAKLJUČCI

Metodologija predložena u WP2-A4 izravno podržava temeljni cilj RockChaina: omogućiti odraslim učenicima — osobito onima s niskim digitalnim samopouzdanjem — da povežu stvarne izazove upravljanja industrijskim otpadom u sektoru ukrasnog kamena s pouzdanim, provjerljivim i na podacima temeljenim pristupima sljedivosti koje omogućuje blockchain. Pristup je namjerno osmišljen da poveže "sektorsku stvarnost" (tokove otpada, logistička ograničenja, obveze usklađenosti i ograničenu digitalizaciju) s "digitalnom prilikom" (integritet zapisa, zajednička vidljivost između aktera i automatizacija određenih koraka verifikacije putem pametnih ugovora). Time se stvara praktičan put za učenike da shvate ne samo *što je blockchain*, već i *zašto* je važan u cirkularnosti i upravljanju otpadom.

Ključna snaga metodologije je njezin kombinirani i progresivni dizajn učenja. Kombiniranjem kratkih konceptualnih ulaza s vođenom praksom, zadacima temeljenim na slučajevima i strukturiranom refleksijom, smanjuje kognitivno preopterećenje i podržava postupno stjecanje vještina. Formativno aktivnog učenja — poput mapiranja procesa, simulacija temeljenih na ulogama i vježbi s platformom — pomažu polaznicima prevesti koncepte u operativne radne tokove (npr. registracija podrijetla otpada, praćenje prijenosa, validacija odredišta, dokumentiranje kontrolnih točaka usklađenosti). Kontinuirane povratne petlje (tutorijali, povratne informacije o zadacima, vršnjačka recenzija i samoprocjena) osiguravaju da se učenje prati i prilagođava, uz održavanje motivacije i osjećaja postignuća kroz heterogene profile učenika.

Na kraju, metodologija je prenosiva i skalabilna kroz kontekste partnerskih zemalja jer je izgrađena oko zajedničkih nazivnika:

- (i) EU-usklađena načela kružnog gospodarstva i upravljanja otpadom;
- (ii) višekratne obrazovne resurse i predloške, i;
- (iii) dosljedan praktični okvir podržan alatom za učenje RockChain.

To omogućuje replikaciju u različitim organizacijskim okruženjima (mala i srednja poduzeća, sektorska udruženja, centri za obuku) i omogućuje budućim iteracijama kurikuluma da uključe nove sektorske podatke, promjenjive propise i naprednije digitalne komponente. Sveukupno, WP2-A4 pruža koherentnu pedagošku osnovu za postizanje mjerljivog učinka: poboljšanu svijest o održivosti, veću digitalnu spremnost i povećanu sposobnost dizajniranja prativih, kružnih praksi upravljanja otpadom u industriji ukrasnog kamena.