

WP4-A3. Funkcionalne specifikacije.



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

"Financirano sredstvima Europske unije. Izneseni stavovi i mišljenja su stavovi i mišljenja autora i ne moraju se podudarati sa stavovima i mišljenjima Europske unije ili Europske izvršne agencije za obrazovanje i kulturu (EACEA). Ni Europska unija ni EACEA ne mogu se smatrati odgovornima za njih."



Transilvania
University
of Brasov



Sadržaj

1. UVOD	4
2. PREGLED SUSTAVA I ULOGE	5
2.1. Koncept RockChaina i glavni scenariji treninga	5
2.2. Ciljani korisnici i uloge	5
2.2.1. Učenici (igrači)	5
2.2.2. Treneri / facilitatori	6
2.2.3. Tehnički administratori	6
2.3. Implementacija i okruženje za izvršavanje	6
2.3.1. Uređaji	7
2.3.2. Povezanost	7
2.3.3. Opseg i struktura sesije	7
3. FUNKCIONALNA ARHITEKTURA I MODULI	8
3.1. Arhitektura klijent–poslužitelj na visokoj razini	8
3.2. Front-end moduli	9
3.3. Backend moduli	11
4. DETALJNI FUNKCIONALNI ZAHTJEVI	14
4.1. Upravljanje korisnicima i autentifikacija	14
4.2. Kreiranje igara, pridruživanje i upravljanje lobijem	14
4.3. Životni ciklus igre i runde	15
4.4. Logika tržišta, resursa i kružne ekonomije	15
4.5. Rudarski izazovi i validacija rješenja	16
4.6. Bodovanje, nagrade i odabir industrije	17
4.7. Praćenje, evidentiranje i podaci potrebni za evaluaciju WP5	17
5. TOKOVI IGRE I PRIJELAZI STANJA	19
5.1. Ukupni životni ciklus igre	19
5.2. Okrugli životni ciklus	20
5.3. Tokovi igrača	22
5.4. Pravila sinkronizacije između klijenata	23
6. NEFUNKCIONALNI ZAHTJEVI	25
6.1. Performanse i skalabilnost u tipičnim VET/ADU okruženjima	25



6.2. Pouzdanost i otpornost na greške u uvjetima u učionici.....	25
6.3. Sigurnost, privatnost i zaštita podataka	26
6.4. Upotrebljivost i pristupačnost za odrasle učenike s heterogenim digitalnim vještinama.....	27
7. ZAKLJUČCI I SLJEDEĆI KORACI	28

1. UVOD

Ovaj dokument prikazuje rezultate aktivnosti WP4. O3: Funkcionalne specifikacije RockChain e-Learning alata. Nadograđujući bazu podataka i backend arhitekturu isporučenu u WP4. A1 i na usavršenoj, pilot-spremnoj verziji alata proizvedenoj u WP4. O2, ova aktivnost fokusira se na sažeto i strukturirano opisivanje onoga što se od RockChaina očekuje s funkcionalnog aspekta. Naglasak je na ponašanju alata kakvo doživljavaju polaznici, treneri i facilitatori tijekom stvarnih treninga, a ne na implementaciji na razini koda ili niskorazinskim tehničkim detaljima.

Glavni cilj WP4. A3 je pružiti jasan opis funkcija, modula i tokova koji čine RockChain e-Learning Tool nakon faze usavršavanja. To uključuje kako se korisnici autentificiraju i upravljaju, kako se kreiraju i orkestriraju sesije igre i runde, kako se ponašaju mehanike tržišta i rudarenja te kako se generiraju bodovi, nagrade i osnovni pokazatelji za igranje i evaluaciju. Specifikacije prikazuju kako se ti elementi međusobno preklapaju u tipičnim scenarijima strukostrukog i obrazovnog osposobljavanja i učenja odraslih, s malim grupama sudionika, često starijim od 45 godina i s heterogenim digitalnim vještinama, koje vodi trener koji koristi igru kao polazište za raspravu o kružnom gospodarstvu i upravljanju otpadom.

U praktičnom smislu, funkcionalne specifikacije služe kao most između konceptualnog i pedagoškog dizajna RockChaina i njegove tehničke implementacije. Oni prevode zahtjeve identificirane u ranijim Radnim paketima u promatrana ponašanja i pravila koja se mogu koristiti kao zajednička referenca za programere, trenere i donositelje odluka: što uvijek mora funkcionirati, koje informacije moraju biti dostupne na ekranu i pod kojim uvjetima sustav treba napredovati iz jednog stanja u drugo. Dokument se odnosi na postojeću arhitekturu temeljenu na React Native mobilnom klijentu, Firebase servisima i sloju komunikacije u stvarnom vremenu, ali zadržava fokus na ulogama, odgovornostima i očekivanom ponašanju sustava. Na taj način, WP4. A3 podržava pripremu smjernica za trenere u WP4. A4, rad na pakiranju i implementaciji u WP4. A5 i evaluacijskim aktivnostima u WP5, osiguravajući da se RockChain alat za e-učenje može održavati, ponovno koristiti i prilagođavati nakon trajanja projekta na dosljedan i ponovljiv način.

2. PREGLED SUSTAVA I ULOGE

RockChain je ozbiljna igra za više igrača osmišljena kako bi pomogla odraslim učenicima da istraže kako podaci, tržišta i mehanizmi validacije mogu podržati strategije cirkularne ekonomije u sektorima ukrasnog kamena i građevinarstva. U svakoj sesiji, mala grupa učenika pridružuje se zajedničkoj igri na svojim mobilnim uređajima i odigra jednu ili više rundi u kojima kupuju i transformiraju proizvode, stvaraju i smanjuju otpad, rješavaju rudarske izazove i vide kako njihove odluke utječu na ekonomske i ekološke ishode.

2.1. Koncept RockChaina i glavni scenariji treninga

Alat je namijenjen prvenstveno za korištenje u sesijama koje vodi trener, a ne kao samostalna aplikacija. Tipični scenariji uključuju:

- Kratki interaktivni blokovi unutar kolegija ili radionice (npr. segment od 45–90 minuta u kojem razred igra jednu ili dvije igre, a zatim raspravlja o rezultatima).
- Demonstracijske sesije u kojima trener koristi RockChain za ilustraciju pojmova poput lanaca vrijednosti, tokova otpada, sljedivosti i poticaja za kružne prakse.
- Kombinirane aktivnosti u kojima učenici prvo dobivaju teorijski input (npr. u WP3 materijalima ili drugim modulima), a zatim koriste RockChain za eksperimentiranje s odlukama i promatranje utjecaja na otpad, troškove i nagrade.

U svim slučajevima, RockChain nije zamišljen kao zamjena za podučavanje, već kao praktični pokretač istraživanja i rasprave, pružajući zajedničko iskustvo koje se može analizirati tijekom debriefinga.

2.2. Ciljani korisnici i uloge

Funkcionalne specifikacije razmatraju tri glavne vrste korisnika:

2.2.1. Učenici (igrači)

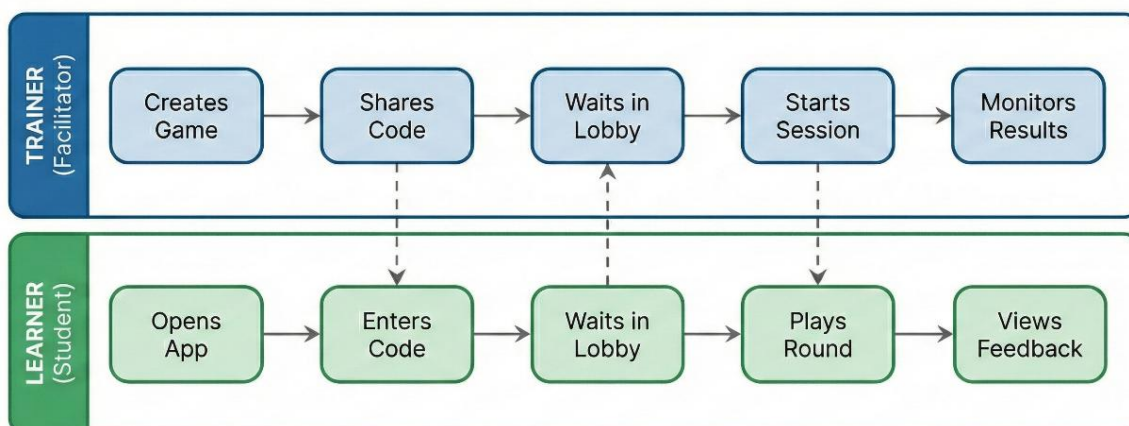
- Odrasli sudionici u stručnom obrazovanju i obrazovanju odraslih, mnogi od njih stariji od 45 godina i s heterogenim digitalnim vještinama.
- Koristite RockChain na svojim Android ili iOS uređajima kako biste se pridružili igri, donosili odluke tijekom rundi i vidjeli ishode.
- Komunicirajte isključivo s mobilnim klijentom: prijavite se, pridružite se igri putem koda, navigirajte između tržišta, rudarenja, recikliranja, statističkih i profilnih ekrana te primajte povratne informacije i nagrade.

2.2.2. Treneri / facilitatori

- Nastavnici, treneri ili konzultanti odgovorni za provedbu nastavne aktivnosti.
- Koristite RockChain za postavljanje i upravljanje sesijama: kreiranje ili organiziranje igara, pomoć učenicima da se priključe, odlučivanje kada započeti i završiti runde te usmjeravanje rasprave na temelju rezultata.
- Može također pregledavati osnovne pokazatelje (rezultate, razine otpada, pobjedničke industrije, odabrane strategije) kako bi podržao analizu i procjenu.
- Ne trebaju duboke tehničke vještine; njihova interakcija uglavnom se odvija putem istog klijentskog sučelja, moguće s projekcijom ili dijeljenim ekranom.

2.2.3. Tehnički administratori

- Zaposlenici u partnerskim institucijama ili tehničkim centrima koji implementiraju i održavaju backend (Firebase projekt, real-time server, verzije mobilne aplikacije).
- Pobrinite se da su autentifikacija, baza podataka, konfiguracija mreže i ažuriranja ispravno postavljeni za institucije koje koriste RockChain.
- Obično ne sudjelujete u svakodnevnim treninzima, već pružajte podršku druge linije kada se uvode nove verzije ili su potrebne promjene infrastrukture.



Slika 1: Vođena sesija od strane trenera.

Funkcionalno ponašanje navedeno u ovom dokumentu usmjereno je uglavnom na učenike i trenere, dok tehnički administratori djeluju kao pokretači okruženja u kojem alat radi.

2.3. Implementacija i okruženje za izvršavanje

Funkcionalno, RockChain pretpostavlja uobičajeni obrazac implementacije koji odražava realne uvjete za stručno usavršavanje i učenje odraslih:

2.3.1. Uređaji

- Polaznici koriste pametne telefone ili tablete s mobilnom aplikacijom RockChain (Android ili iOS).
- Treneri također mogu koristiti mobilni uređaj, tablet ili emulator na prijenosnom računalu, a mogu opcionalno projicirati svoj ekran na prikaz učionice kako bi prikazali zajedničke prikaze (npr. čekaonica, rezultati na kraju runde).

2.3.2. Povezanost

- Očekuje se da će se sesije odvijati uz stabilan pristup internetu: obično Wi-Fi u učionici ili institucionalne mreže, ali mogući su i mobilni podaci.
- Sustav mora tolerirati kratke prekide (npr. Wi-Fi smetnje, stanje mirovanja uređaja) i omogućiti klijentima da se ponovno povežu i priključe trenutnoj igri bez gubitka svoje pozicije.
- Potpuno offline korištenje nije podržano, jer RockChain ovisi o backendu hostiranom u oblaku.

2.3.3. Opseg i struktura sesije

- Igre su osmišljene za male grupe (na primjer, 3–10 učenika po utakmici), s mogućnošću igranja više igara paralelno u jednom razredu ako je potrebno.
- Treneri planiraju sesije tako da ima dovoljno vremena za: prijavu i onboarding, igranje jedne ili više igara te fazu debriefinga u kojoj se ishodi u igri povezuju s sadržajem tečaja.

Ove pretpostavke o uređajima, povezivosti i korištenju učionice oblikuju funkcionalne zahtjeve opisane u sljedećim odjeljcima: one određuju što sustav mora učiniti kako bi podržao glatke sesije vođene od strane trenera u tipičnim okruženjima za učenje i stručno osposobljavanje i učenje odraslih.

3. FUNKCIONALNA ARHITEKTURA I MODULI

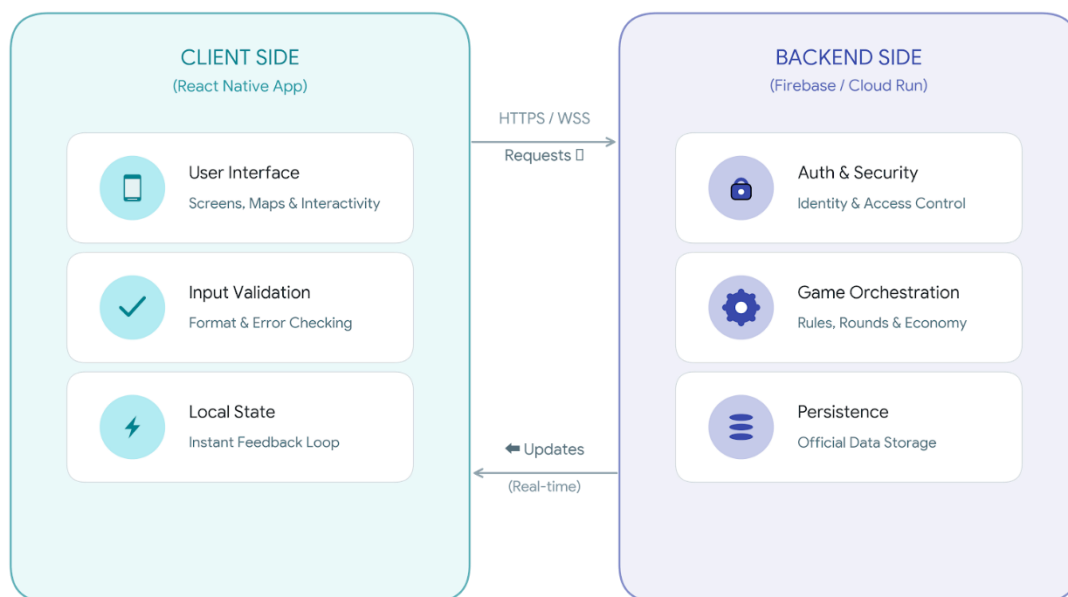
RockChain e-Learning Tool slijedi klijent–server arhitekturu u kojoj mobilna aplikacija pruža korisničko sučelje za učenike i trenere, dok skup backend usluga upravlja autentifikacijom, logikom igre, postojanošću i sinkronizacijom u stvarnom vremenu. WP4-A1 je već tehnički detaljno opisao ovu arhitekturu; WP4-A3 koristi istu strukturu i fokusira se na funkcionalne odgovornosti svakog dijela: što klijent mora učiniti, što backend mora jamčiti i kako oba surađuju kako bi pružili koherentno iskustvo učenja.

3.1. Arhitektura klijent–poslužitelj na visokoj razini

Na visokoj razini, RockChain se sastoji od tri suradnička sloja:

- React Native mobilni klijent (izgrađen u Expo-u) koji radi na Android i iOS uređajima. Ovaj klijent je jedina komponenta koju izravno koriste polaznici i treneri. Odgovoran je za interakciju s korisnicima, upravljanje lokalnom državom tijekom sesije te vizualnu prezentaciju stanja igre, povratnih informacija i rezultata.
- Firebase backend koji pruža autentifikaciju, trajnu pohranu i kontroliranu poslovnu logiku:
 - o Firebase autentifikacija identificira korisnike i izdaje vjerodajnice.
 - o Cloud Firestore pohranjuje igre, korisnike, tržišne prikaze, događaje rudarenja i podatke vezane uz učenje koji moraju preživjeti kroz sesije.
 - o Firebase funkcije implementiraju operacije na strani poslužitelja koje zahtijevaju validaciju i pouzdan pristup (na primjer, kreiranje igara, pridruživanje igrama, ažuriranje statusa rundi, izračunavanje nagrada ili ažuriranje napretka korisnika).
- Autoritativni server u stvarnom vremenu koji koordinira runde i brze interakcije između igrača koristeći WebSockets. Ovaj server održava prikaz u memoriji svake aktivne igre (igrači, inventari, tajmeri, problemi s rudarenjem) i emitira autoritativne događaje (početak runde, kraj runde, ažuriranja tržišta, problemi s rudarenjem) svim povezanim klijentima.

Funkcionalno, mobilni klijent nikada ne pokušava sam odlučiti kakvo bi stanje igre trebalo biti. Reagira na autoritativne informacije koje dolaze s backenda i servera u stvarnom vremenu te šalje korisničke radnje kao zahtjeve (putem HTTPS-a ili WebSocketsa) koje poslužitelj provjerava i primjenjuje prije nego što se napravi bilo kakva trajna promjena.



Slika 2: Dijagram arhitekture

3.2. Front-end moduli

Na strani klijenta, ponašanje je organizirano u skup modula i ekrana, svi podržani kontekstima zajedničkih stanja (za podatke iz igre, rudarenje i napredak učenja):

Autentifikacija i onboarding (prijava / registracija): Upravlja prijavom korisnika i prijavom putem Firebase autentifikacije, osnovnim kreiranjem profila i početnim provjerama (na primjer, hošta li korisnik hosta igru ili se pridružuje postojećoj). S funkcionalnog aspekta, ovaj modul uvijek mora voditi korisnika ili na stvaranje nove igre ili na unos valjanog koda igre.

Čekaonica (Lobby): Nakon kreiranja ili pridruživanja igri, svi igrači se vode u čekaonicu.

- pokazuje tko se pridružio i njihov status (čeka/spreman)
 - označava tko djeluje kao domaćin ili trener
 - dopušta voditelju da započne igru kada je grupa kompletna
 - prikazuje bilo koje odbrojavanje ili poruku vezanu uz početak prve runde.
- Njegova glavna funkcija je održati grupu usklađenom prije početka igre

GameTabs kontejner i zajedničko zaglavlje: Nakon što igra započne, korisnik ulazi u glavno područje unutar igre, strukturirano kao skup kartica (Tržište, Rudarstvo, Recikliranje, Statistike, Profil, Chat) obavijenih zajedničkim zaglavljem. Zaglavlje prikazuje ključne pokazatelje (okrugli broj, preostalo vrijeme, ključni resursi) na dosljedan način na svim karticama. Funkcionalne specifikacije zahtijevaju da ovo

zaglavlje uvijek odražava autoritativno stanje koje dolazi iz backenda kako bi se učenici mogli osloniti na njega pri svojim odlukama.

MarketScreen: Prikazuje proizvode dostupne u trenutnom krugu, njihove cijene, implikacije otpada i druge karakteristike. Omogućuje igračima kupnju ili prodaju predmeta, uz pravila koja provodi backend. Funkcionalno, ovaj ekran mora:

- uvijek odražava tržišnu konfiguraciju trenutne runde
- spriječiti nevažeće operacije (npr. trošenje više RockCoina nego što je dostupno)
- Ažurirajte lokalni prikaz odmah kada transakcije uspiju

MiningScreen: Prikazuje probleme rudarenja (jednostavne aritmetičke ili logičke zadatke) povezane s određenim događajima u igri i omogućuje igračima da predaju odgovore pod vremenskim pritiskom. Ekran mora:

- pokazuju aktivne probleme i njihova vremenska ograničenja
- Onemogućite slanje kada problem više nije aktivan
- jasno naznačiti kada je pobjednik određen za blok

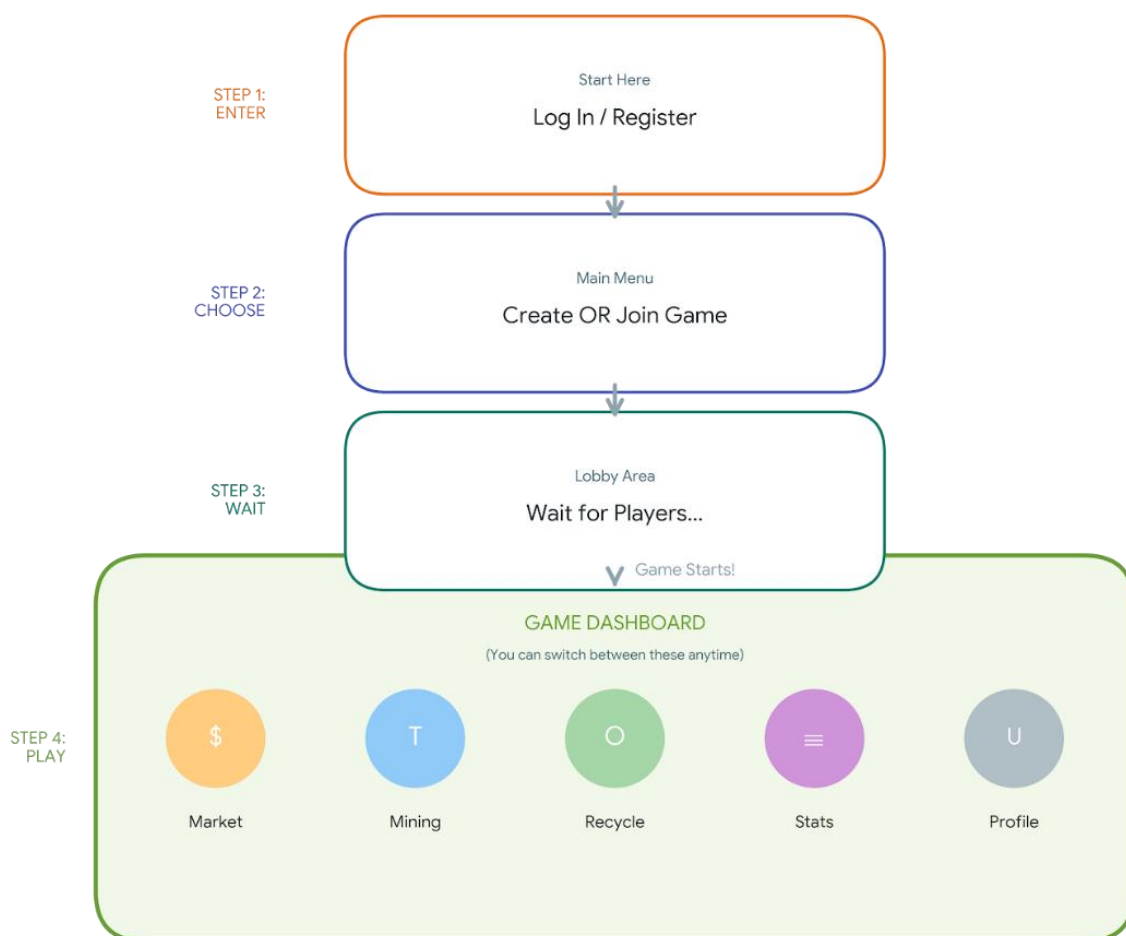
RecycleScreen: Omogućuje igračima da dijelove svog inventara ili otpada pretvore u vrijednija stanja ili smanje nakupljeni otpad prema pravilima igre. Njegova funkcionalna uloga je učiniti kružne strategije vidljivima i provedivima te vratiti ažurirane vrijednosti otpada i resursa natrag u cjelokupno stanje igre.

StatsScreen: Pruža pregled učinka: rezultati, razina rasipanja, rangiranje i drugi pokazatelji po rundi ili po igri. To je ključni modul za debriefing unutar sesije, pomažući i polaznicima i trenerima da protumače što se dogodilo i koje su strategije bile učinkovitije.

ProfileScreen i postavke: Omogućuje korisnicima pregled i prilagodbu njihovog profila (ime, avatar, jezične postavke) te pregled njihovih prošlih aktivnosti ili postignuća u trenutnoj igri. Također služi kao ulazna točka za osnovne opcije pristupačnosti i lokalizacije.

ChatScreen i pomoćne komponente: Pruža jednostavan chat kanal koji pomaže igračima u koordinaciji tijekom igre. Pomoćne komponente (poput mrežnog statusnog banner-a ili preklapanja tutorijala) informiraju korisnike o problemima s povezivanjem, pružaju kontekstualnu pomoć i podržavaju glade onboarding.

Zajedno, ti moduli definiraju što učenici i treneri mogu vidjeti i raditi u svakom trenutku. Funkcionalne specifikacije osiguravaju da svaki zaslon predvidljivo reagira na promjene u stanju pozadine i na akcije korisnika.



Slika 3: Dijagram frontend modula

3.3. Backend moduli

Na backend strani, funkcionalnost je grupirana u nekoliko logičkih modula, implementiranih kroz Firebase Functions, Firestore pravila i real-time server:

- Upravljanje korisnicima i profilima: Upravlja registracijom, autentifikacijom i pohranom osnovnih korisničkih podataka u Firestoreu. Funkcionalno, ovaj modul mora osigurati da:
 - Svaki autentificirani korisnik ima jedinstveni i stabilni identifikator.
 - Ažuriranja profila su potvrđena i dosljedna.
 - I samo ovlašteni korisnici mogu pristupiti ili mijenjati vlastite podatke.

- Orkestracija igre i rundi: Obuhvaća životni ciklus igara i rundi: kreiranje i brisanje igara, pridruživanje i izlaske, pokretanje i završavanje rundi te određivanje kada igra završava. Ovaj modul definira valjane prijelaze stanja i jamči da:
 - Kodovi igara su jedinstveni i rješivi.
 - Ne više od dopuštenog broja igrača može se pridružiti igri.
 - Promjene statusa (čekanje, u tijeku, kraj runde, završeno) primjenjuju se dosljedno za sve igrače.
- Logika tržišta i resursa: Upravlja generiranjem tržišnih konfiguracija po rundi, pravilima o cijenama i otpadu te validacijom transakcija. Iz funkcionalne perspektive, ovaj modul osigurava da:
 - Tržište svake runde poštuje unaprijed definirana pravila i ograničenja slučajnosti.
 - Inventari i balansi igrača ažuriraju se atomski i dosljedno.
 - Dobiveni podaci mogu se pratiti unatrag za analizu (npr. putem snimki ili logova).
- Logika rudarenja i validacije: Generira probleme rudarenja, bilježi odgovore i određuje pobjednike prema pravilima igre. Ovaj modul mora:
 - Pobrinite se da su problemi povezani s određenim kontekstom igre.
 - Zabilježite pokušaje na način koji se može revidirati.
 - Primijenite pravedne kriterije (npr. Prvi točan odgovor) pri dodjeli nagrada.
- Sloj za koordinaciju u stvarnom vremenu: Implementira WebSocket-bazirani server koji održava aktivno stanje igre u memoriji i emitira autoritativne događaje. Njegove funkcionalne odgovornosti uključuju:
 - Održavanje usklađenosti svih povezanih igrača u pogledu statusa rundi, tajmera i ažuriranja ključeva.
 - Rješavanje prekida i ponovnih veza kako bi se igrači mogli ponovno pridružiti tekućim rundama kad god je moguće.
 - Interakcija s firestoreom i funkcijama na jasno definiranim točkama (na primjer, pri zadržavanju rezultata na kraju runde).
- Napredak u učenju i vođenje evidencije: Bilježi relevantne događaje i sažetke potrebne za obrazovno praćenje i kasniju evaluaciju u WP5. Ovaj modul definira koje se akcije i ishodi (npr. iskopani blokovi, smanjenje otpada, izbor industrije)



pohranjuju kao pokazatelji učenja i kako se mogu dohvatiti i agregirati na razini korisnika, igre ili kohorte.

Jasnim dodjeljivanjem ovih odgovornosti front-end i backend modulima, funkcionalna arhitektura osigurava da se RockChain ponaša na predvidljiv, testabilni i proširiv način. Sljedeći odjeljak nadograđuje ovu strukturu kako bi detaljnije definirao temeljne funkcionalne zahtjeve.

4. DETALJNI FUNKCIONALNI ZAHTEJEVI

Sljedeći zahtjevi opisuju što RockChain alat za e-učenje mora raditi s aspekta učenika, trenera i konteksta obuke. Nadograđuju arhitekturu opisanu gore, ali se izražavaju kroz promatrano ponašanje i sustavna pravila, a ne kroz detalje implementacije.

4.1. Upravljanje korisnicima i autentifikacija

Sustav mora dosljedno identificirati korisnike kroz sesije i održavati njihove osnovne informacije i sudjelovanje u igri u stabilnom obliku.

Funkcionalno, to znači da sustav mora:

- Zahtijevajte od korisnika da se autentificiraju prije pristupa bilo kojoj funkcionalnosti vezanoj uz igru.
- Kreirajte i održavajte jedinstveni, stabilni identifikator korisnika i osnovni profil (npr. naziv prikaza, jezične preferencije) za svakog autentificiranog korisnika.
- Omogućiti korisnicima ažuriranje odabranih profilnih polja, a pritom sačuvati poveznice na prošle igre i podatke o učenju.
- Ograničite pristup tako da svaki korisnik može čitati ili mijenjati samo svoj profil i stanje unutar igre, osim informacija koje su eksplicitno podijeljene unutar igre (npr. javne rang-liste).

4.2. Kreiranje igara, pridruživanje i upravljanje lobijem

Sustav mora omogućiti trenerima ili određenim domaćinima da kreiraju igre i drugim korisnicima da im se jednostavno pridruže, osiguravajući da su svi sudionici ispravno registrirani prije početka igre.

Sustav će:

- Dopustite korisniku da kreira novu igru i automatski dodijeli jedinstveni kod igre i identifikator.
- Pobrinite se da novokreirana igra bude inicijalizirana s zadanim parametrima (broj rundi, tajmeri, maksimalan broj igrača, početni resursi).
- Dopustite korisnicima da se pridruže postojećoj igri unosom valjanog koda igre, uz jasnu povratnu informaciju ako je kod netočan ili se igra ne može pridružiti.
- Uvedite ograničenja broja igrača po utakmici i spriječite kasne priključke nakon što igra prijeđe dogovorenu točku.

- Omogućite prikaz čekaonice (lobby) gdje su svi pridruženi igrači i njihov status spremnosti vidljivi, te gdje domaćin može započeti igru kad su ispunjeni uvjeti.

4.3. Životni ciklus igre i runde

Nakon što je igra stvorena, sustav mora upravljati njezinim životnim ciklusom na kontroliran način, krećući se između jasno definiranih stanja koja se dosljedno odražavaju na svim klijentima.

Sustav će:

- Održavajte jasan status igre (npr. Čeka, u tijeku, završeno) i status runde (npr. Nije započeto, aktivno, rješava se, završeno) za svaku igru.
- Dopustite samo valjane prijelaze između tih stanja, pokrenute ovlaštenim radnjama (npr. pokretanje igre od strane domaćina, istek tajmera runde, eksplicitni kraj igre).
- Započnite svaku rundu emitiranjem potrebnih informacija (broj runde, preostalo vrijeme, početno tržište i konfiguracija rudarenja) svim igračima.
- Svaku rundu završite prema autoritativnim uvjetima (tajmer, dovršetak potrebnih koraka) i osigurajte da svi klijenti dobiju jasan znak da je igra zaustavljena.
- Označite igru kao završenu kada je konfigurirani broj rundi završen ili kada domaćin eksplicitno završi sesiju i spriječi daljnje akcije u toj igri nakon toga.

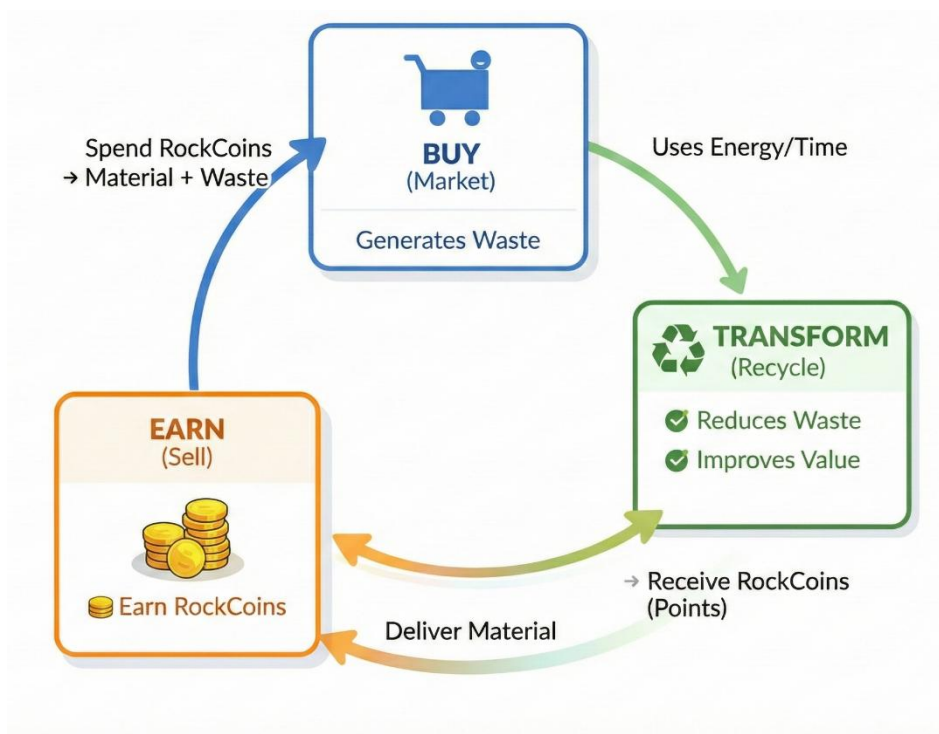
4.4. Logika tržišta, resursa i kružne ekonomije

Mehanika tržišta i resursa RockChaina mora odražavati namjeravani fokus učenja na strategije otpada, vrijednosti i cirkularnog sustava.

Sustav će:

- Za svaku rundu generirajte skup dostupnih proizvoda s pripadajućim atributima (vrsta, materijal, kvaliteta, cijena, implikacije na otpad) prema unaprijed definiranim pravilima.
- Svakom igraču predstavite tržišni prikaz koji odražava autoritativno stanje za tu rundu i ažurirajte ga kada se proizvodi kupuju ili prodaju.
- Validirajte sve transakcije prema trenutnim resursima igrača (npr. Rockcoins, inventar) i spriječite radnje koje bi kršile ograničenja.

- Ažurirajte inventare igrača, bilance i razine otpada dosljedno nakon svake važeće transakcije.
- Osigurajte da se konfiguracija tržišta i rezultirajuća stanja mogu rekonstruirati naknadno za analizu (npr. putem pohranjenih snimaka ili izvedenih podataka).



Slika 4: Kružna ekonomija u Rockchainu.

4.5. Rudarski izazovi i validacija rješenja

Događaji rudarenja donose vremenski ograničene izazove koji povezuju odluke i mehanizme validacije s narativom inspiriranom blockchainom igre.

Sustav će:

- Generirajte probleme rudarenja koji su jasno povezani s igrom i kontekstom rundi i učinite ih dostupnima samo dok su aktivni.
- Obavijestite sve relevantne igrače kada se pojavi novi problem rudarenja i naznačite koliko dugo će problem ostati otvoren.
- Prihvaćajte i snimajte odgovore uređaja dok je problem aktivan, odbijajući kasne prijave nakon što je problem zatvoren ili riješen.
- Odredite pobjednike prema jasno definiranim pravilima (npr. Prvi točan odgovor) i osigurajte da se po svakom zadatku zabilježi samo jedan pobjednik.

- Ažurirajte stanje igre (npr. nagrade za rudarenje, povijest riješenih problema) i transparentno obavijestite sve igrače o ishodu.

4.6. Bodovanje, nagrade i odabir industrije

Bodovanje i nagrade moraju pomoći učenicima da razumiju posljedice svojih odluka na ekonomske rezultate i pokazatelje rasipanja/cirkularnosti.

Sustav će:

- Održavajte, za svakog igrača, trenutni rezultat i ključne pokazatelje poput akumuliranog otpada i resursa.
- Dopustite igračima da odaberu ili potvrde industriju ili strategiju gdje je to relevantno i koriste te informacije u izračunu nagrada na kraju svake runde.
- Izračunajte nagrade po rundi na temelju transparentnih pravila koja kombiniraju ponašanje tržišta, rezultate rudarenja i odluke kružne ekonomije.
- Primijenite te nagrade atomski na stanja igrača (ažurirajte rezultate, razine otpada i inventare) i pohranite sažetak rezultata rundi po igraču.
- Predstavljajte sažetke na kraju i na kraju utakmice koji jasno prikazuju kako su dobiveni rezultati i pokazatelji, podržavajući debriefing i raspravu.

4.7. Praćenje, evidentiranje i podaci potrebni za evaluaciju WP5

Na kraju, sustav mora zabilježiti dovoljno informacija za podršku obrazovnoj evaluaciji u WP5 i budućoj analizi, uz poštivanje načela zaštite podataka.

Sustav će:

- Zabilježite ključne događaje i stanja relevantna za analizu učenja, poput kupljenih i prodanih proizvoda, generiranog i smanjenog otpada, pokušaja rudarenja i uspjeha te izbora industrije ili strategije.
- Povežite te zapise s pseudonimnim korisničkim identifikatorima i identifikatorima igara kako bi se obrasci mogli analizirati na razini igrača, igre i kohorte.
- Omogućiti način za izdvajanje ili agregaciju tih informacija (npr. putem namjenskih zbirki ili snimaka) za partnere odgovorne za evaluaciju i izvještavanje.

- Bilježite tehničke događaje (npr. prekide veze, ponovne veze, pogreške) na način koji pomaže u tumačenju anomalija u igri i podržava kontinuirano poboljšanje.
- Poštivanje politika minimizacije i zadržavanja podataka dogovorene u projektu, osiguravajući da se zapisi i podaci o učenju pohranjuju samo onoliko dugo koliko je potrebno za evaluaciju i izvještavanje.

Ovi osnovni funkcionalni zahtjevi definiraju što RockChain mora pouzdano raditi u svakoj implementaciji, služeći kao zajednička referenca za detaljnije tokove i nefunkcionalna ograničenja opisana u sljedećim odjeljcima.

5. TOKOVI IGRE I PRIJELAZI STANJA

Funkcionalno ponašanje RockChaina organizirano je oko malog broja ponavljajućih tokova koji se ponavljaju u svakoj sesiji. Ti tokovi određuju kako igra počinje, kako prolaze runde, što se događa kad istekne vrijeme i kako sustav reagira ako se igrači isključe i ponovno povežu. Oni su okosnica koju treneri i polaznici doživljavaju tijekom korištenja, i moraju ostati predvidljivi kroz različite implementacije.

5.1. Ukupni životni ciklus igre

S funkcionalnog stajališta, svaka igra slijedi zajednički životni ciklus:

Postavke igre

- Nova igra se kreira prilikom prijave i prima kod igre.
- Igra se inicijalizira s zadanim parametrima (maksimalan broj igrača, broj rundi, trajanje runde, početni resursi) i označava se kao čekanje.

Faza pridruživanja i lobiranja

- Polaznici se autentificiraju i unose kod igre kako bi se pridružili istoj sesiji.
- Sustav registrira svakog igrača u igri, prikazuje ga u čekaonici i prati njegov status spremnosti.
- Voditelj prati tko se pridružio i odlučuje kada je grupa kompletna.

Igra u tijeku

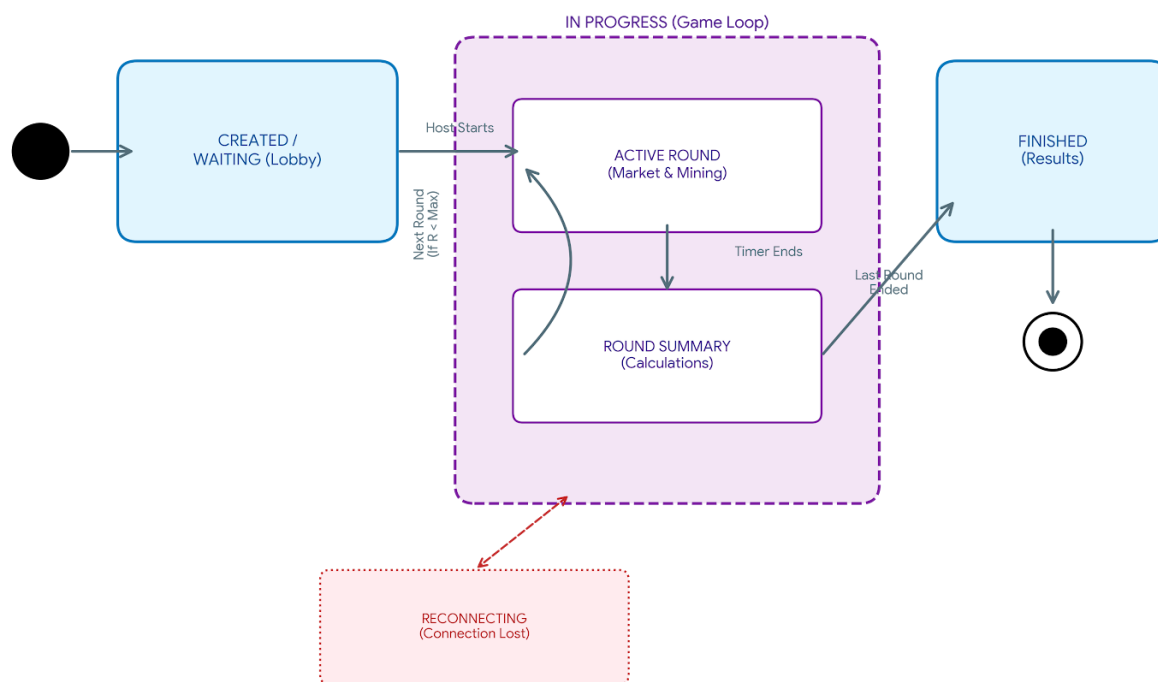
- Kada voditelj započne igru, status se mijenja u tijek i prva runda se inicijalizira.
- Igrači se uvode u područje unutar igre (kartice za tržište, rudarenje, reciklažu, statistike itd.) dok zajednički zaglavlje prikazuje trenutnu rundu i preostalo vrijeme.
- Igra se odvija kroz određeni broj rundi, od kojih svaka slijedi životni ciklus opisan u nastavku.

Kraj igre i izvještaj

- Nakon konfiguriranog broja rundi, ili ako voditelj odluči prekinuti igru ranije, sustav označava igru kao završenu.
- Završni sažetak prikazuje rezultate, pokazatelje rasipanja i ključne ishode za sve igrače.

- Treneri mogu koristiti ovaj sažetak, zajedno sa pohranjenim podacima, kao osnovu za raspravu i razmišljanje.

Nakon završetka igre, u toj sesiji nisu dopuštene daljnje radnje; Učenici mogu napustiti ili se pridružiti novoj igri ako trener odluči voditi drugu.



Slika 5: Dijagram automata stanja

5.2. Okrugli životni ciklus

Unutar same igre, svaka runda ima svoj unutarnji životni ciklus. Sustav upravlja ovim životnim ciklusom tako da svi igrači doživljavaju iste faze u isto vrijeme:

Inicijalizacija rundi

- Na početku runde, backend definira autoritativno stanje: broj runde, vrijeme završetka, konfiguraciju tržišta i bilo koji početni kontekst rudarenja.
- Te se informacije emitiraju svim povezanim klijentima, koji u skladu s tim ažuriraju svoje prikaze. Zaglavlje pokreće odbrojavanje.

Aktivna faza igre

- Tijekom aktivne igre, igrači mogu:
 - Komunicirajte s tržištem (kupnjom/prodajom proizvoda).
 - Rješavajte rudarske probleme kad je moguće.

- Koristite opcije recikliranja.
- Konzultirajte statistiku ili razgovarajte.
- Sve radnje šalju se kao zahtjevi backendu; samo validirane operacije primjenjuju se i odražavaju na druge igrače.

Faza rješavanja

- Kada istekne autoritativni tajmer ili kada sustav odluči da su svi potrebni uvjeti ispunjeni, runda ulazi u stanje rješavanja.
- Nove radnje su blokirane ili ograničene. Backend izračunava:
 - Pobjednici i nagrade u rudarstvu.
 - Bonusi vezani uz industriju.
 - Promjene u rezultatima, inventarima i razinama otpada.
- Konzistentan skup rezultata zapisuje se u trajnu pohranu i emitira svim klijentima.

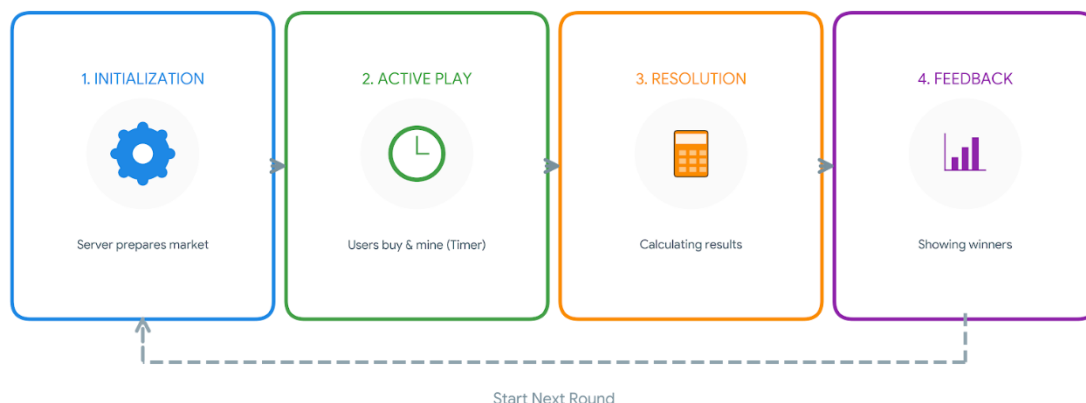
Povratna informacija na kraju kruga

- Igrači vide sažetak na kraju runde: svoje ažurirane resurse, razine otpada, osvojene nagrade i sve pobjedničke industrije.
- Treneri mogu koristiti ovaj pogled za komentiranje strategija i povezivanje s konceptima kružne ekonomije prije početka sljedećeg kruga.

Prijelaz u sljedeću rundu

- Ako ostane još rundi, voditelj ili sustav pokreće sljedeću rundu.
- Ciklus inicijalizacije, aktivne igre, rezolucije i povratne informacije ponavlja se dok igra ne završi.

Ovaj okrugli životni ciklus osigurava da svi učenici u svakoj grupi dožive jasan ritam: *pripremiti se → djelovati → vidjeti posljedice → reflektirati*.



Slika 6: Okrugli životni ciklus.

5.3. Tokovi igrača

U stvarnim treninzima sudionici mogu kasniti, privremeno izgubiti vezu ili slučajno zatvoriti aplikaciju. RockChain definira funkcionalna pravila za glatko rješavanje ovih situacija:

Pridruživanje prije početka

- Igrači se mogu slobodno pridružiti igri dok je u stanju **čekanja**.
- Sustav prikazuje kasne dolaske u predvorju i ažurira popis za sve.
- Kada voditelj započne igru, nova pridruživanja su ili spriječena ili ograničena prema dogovorenim pravilima (na primjer, nema pridruživanja nakon početka prve runde).

Ponovni ulazak tijekom tekuće igre

- Ako igrač privremeno izgubi vezu ili zatvori aplikaciju:
 - o Nakon ponovnog povezivanja i prijave, sustav koristi njihov identitet kako bi ih ponovno povezao s trenutnom igrom kad god je to moguće.
 - o Vraćaju se na odgovarajući ekran i u krug, s primijenjenim trenutnim autoritativnim stanjem.
- Ako ponovno povezivanje više nije moguće (npr. igra je završila), sustav obavještava korisnika i nudi povratak u glavni izbornik.

Ponašanje tijekom prekida veze

- Dok je offline, korisnik ne može izvoditi radnje koje mijenjaju stanje igre.

- Sučelje može označavati ograničen ili status "čeka na ponovno povezivanje"; Nakon što se povezivost uspostavi, dohvaća se najnovije stanje i prikaz se ažurira.

Dobrovoljni izlazak

- Igrač koji namjerno napusti igru (na primjer, putem opcije za izlazak) označava se kao odsutan.
- Njihovi prethodni doprinosi ostaju u povijesti igre, ali više ne sudjeluju u kasnijim akcijama ili nagradama osim ako se ponovno ne pridruže prema pravilima koje definira trener.

Ovi tokovi osmišljeni su kako bi smanjili prekide u situacijama u učionici gdje su česti problemi s kratkotrajnom povezanošću ili uređajima, uz održavanje dosljednog i pravednog stanja igre za sve sudionike.

5.4. Pravila sinkronizacije između klijenata

Budući da je RockChain alat za multiplayer u stvarnom vremenu, središnji aspekt njegovog funkcionalnog ponašanja je održavanje svih klijenata usklađenima oko jedne, autoritativne slike igre. Glavna pravila sinkronizacije su:

Autoritativno stanje pozadine

- Backend, a ne pojedinačni uređaji, odlučuje:
 - Koja igra i runda su aktivne?
 - Kad počnu i završe runde.
 - Koje tržišne i rudarske konfiguracije se odnose.
 - Koji su trenutnačni rezultati i pokazatelji.
- Klijenti slušaju ovu državu i prilagođavaju svoje lokalne stavove u skladu s tim.

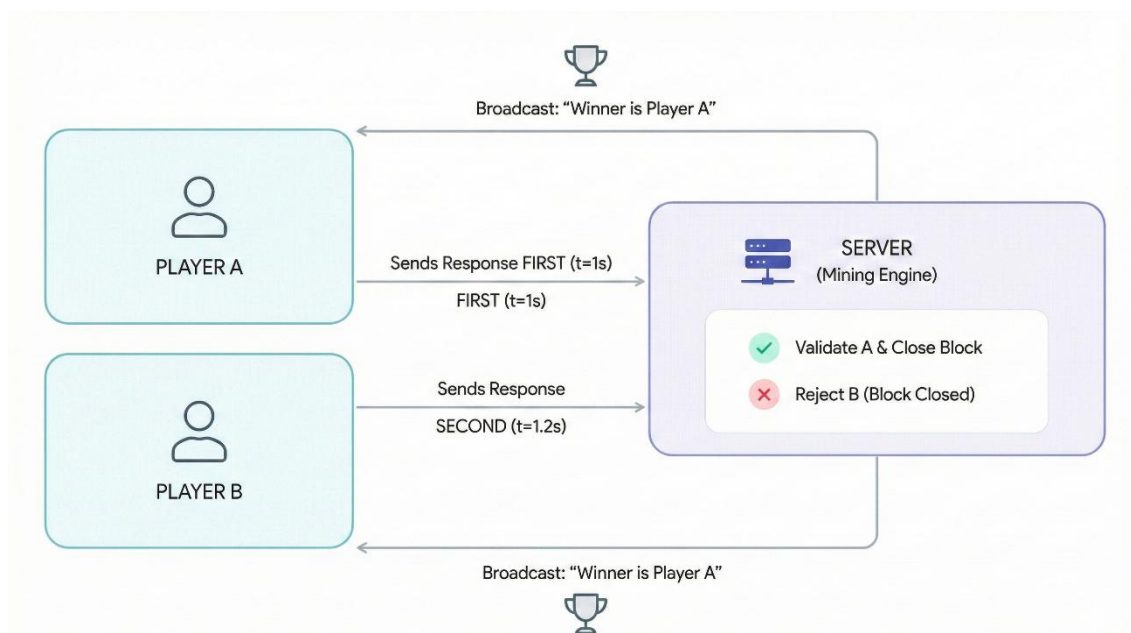
Zajednička vremenska referenca

- Odbrojanje rundi i vremenski ograničeni izazovi koriste zajedničko referentno vrijeme koje pruža backend.
- Klijenti mogu prikazati preostalo vrijeme uz manje lokalne prilagodbe, ali odluka o završetku runde ili zatvaranju rudarskog problema uvijek slijedi autoritativni timer, a ne sat uređaja.

Dosljedna ažuriranja

- Kada se izvrši valjana radnja (kupnja, prodaja, uspjeh rudarenja, operacija recikliranja), backend:

- Ažurira stanje igre.
 - Održava relevantne promjene.
 - Emitira ažurirano stanje ili događaj svim igračima.
- Klijenti ažuriraju svoja sučelja tek nakon potvrde, osiguravajući da svi vide iste rezultate.



Slika 7: Odgovor na rudarenje i povezivanje sa serverom.

Graciozno postupanje s kasnim ili proturječnim radnjama

- Radnje koje dolaze nakon završetka runde ili rješavanja problema odbijaju se, uz jasnu povratnu informaciju korisniku.
- Ako bi se dvije radnje sukobile (npr. dva igrača koja se natječu za istu nagradu za rudarenje), backend primjenjuje deterministička pravila (kao što je "prvi ispravan odgovor") i obavještava sve klijente o konačnom rezultatu.

Ova pravila sinkronizacije osiguravaju da, čak i u prisutnosti mrežne varijabilnosti, RockChain funkcioniše kao jedna zajednička igra, a ne kao skup neovisnih lokalnih simulacija. Za trenere i polaznike, to se prevodi u koherentno iskustvo gdje runde počinju i završavaju zajedno, svi uređaji dogovaraju rezultate, a rasprava nakon svake runde može se ovisiti o stabilnom i pouzdanom prikazu onoga što se dogodilo.

6. NEFUNKCIONALNI ZAHTEVI

Osim onoga što RockChain mora funkcionalno obavljati, alat mora zadovoljiti i skup nefunkcionalnih zahtjeva kako bi se mogao pouzdano koristiti u stvarnim okruženjima za učenje i učenje odraslih. Ti zahtjevi odnose se na performanse, pouzdanost, sigurnost i zaštitu podataka te upotrebljivost alata za odrasle učenike s heterogenim digitalnim vještinama.

6.1. Performanse i skalabilnost u tipičnim VET/ADU okruženjima

RockChain nije namijenjen masovnoj online igri, već malim i srednjim grupama u učionicama ili radionicama. U tom kontekstu, sustav će:

- Podržavati najmanje 2–5 istovremenih igrača po igri, s mogućnošću paralelnog pokretanja više igara unutar jedne institucije, bez primjetnog smanjenja vremena odziva.
- Osigurajte da se osnovne interakcije u stvarnom vremenu (početak runde, ažuriranja tržišta, događaji rudarenja) odražavaju na klijentskim uređajima u kratkom i predvidljivom kašnjenju (reda veličine sekundi, a ne desetaka sekundi), pod uobičajenom povezošću učionice.
- Održavajte prihvatljive performanse kada se igra više rundi zaredom, bez potrebe za ponovnim pokretanjem ili ručnim intervencijama između partija.
- Izbjegavajte prekomjernu potrošnju resursa uređaja (CPU, memorije, baterije) kako bi aplikacija mogla raditi glatko na tipičnim pametnim telefonima i tabletima srednje klase koje koriste odrasli polaznici.

Ta očekivanja performansi odražavaju realnu primjenu u VET/ADU tečajevima i osiguravaju da tehnička ograničenja ne zasjene iskustvo učenja.

6.2. Pouzdanost i otpornost na greške u uvjetima u učionici

U stvarnim sesijama česti su privremeni mrežni problemi, stanje mirovanja uređaja ili kratki prekidi veze. RockChain mora biti dovoljno otporan da se nosi s takvim situacijama bez ometanja aktivnosti. Sustav će:

- Tolerirajte kratke prekide povezošći dopuštajući klijentima da se ponovno povežu i sinkroniziraju s trenutnom igrom i rundom, kad god je tehnički izvedivo.
- Spriječiti oštećenje podataka ili nedosljedna stanja kada dođe do prekida veze tijekom kritičnih operacija (npr. izračuni na kraju runde, dodjela nagrade).

- Izbjegavajte rušenja ili nepopravljive pogreške u mobilnom klijentu tijekom normalne upotrebe, pružajući jasne poruke ako dođe do kritične pogreške.
- Osigurajte da treneri mogu odraditi planiranu sesiju (jednu ili više igara) bez potrebe za ponovnim pokretanjem infrastrukture, čak i ako pojedini igrači naiđu na prolazne tehničke probleme.

Cilj je da zabrinutost oko pouzdanosti ne postane prepreka za trenere koji možda imaju ograničeno vrijeme i tehničku podršku tijekom nastave.

6.3. Sigurnost, privatnost i zaštita podataka

Zahtjevi za sigurnost, privatnost i zaštitu podataka nadopunjuju tehničke mjere zaštite već definirane za backend i baze podataka u WP4. O1. S funkcionalnog stajališta, sustav će:

- Osigurajte da samo autentificirani korisnici mogu pristupiti sesijama igre i da kodovi u igri nisu pogodljivi u praksi.
- Ograničite pristup osobnim i podacima vezanim uz igre tako da svaki korisnik može vidjeti samo:
 - o Njihov vlastiti profil i stanje u igri.
 - o Informacije koje su eksplicitno podijeljene unutar igre (npr. rezultati i rangiranja vidljivi svim igračima u toj utakmici).
- Pohranjajte i obrađujte samo minimalne osobne podatke potrebne za vođenje sesija i procjenu ishoda učenja, koristeći pseudonimne identifikatore gdje god je to moguće.
- Podržati obveze projekta prema propisima o zaštiti podataka (npr. GDPR), uključujući:
 - o Mogućnost poštivanja zahtjeva za pristup, ispravak ili brisanje osobnih podataka.
 - o Primjena dogovorenih razdoblja zadržavanja za dnevnik i podatke o učenju.
 - o Sigurno rukovanje vjerodajnicama i konfiguracijskim tajnama.
- zaštititi komunikaciju između klijenta i backenda (na primjer, korištenjem šifriranih kanala) i primijeniti odgovarajuće mjere zaštite za sprječavanje neovlaštenog pristupa ili manipulacije stanjima igre.

Ovi zahtjevi osiguravaju da se RockChain može koristiti u obrazovnim ustanovama bez ugrožavanja privatnosti učenika ili institucionalnih politika.

6.4. Upotrebljivost i pristupačnost za odrasle učenike s heterogenim digitalnim vještinama

Na kraju, alat mora biti upotrebljiv odraslim učenicima, od kojih su mnogi stariji od 45 godina, koji možda nisu upoznati s mobilnim igrima ili složenim sučeljima. Sustav će:

- Predstavite jednostavnu i dosljednu navigacijsku strukturu, s jasnim oznakama i minimalnim koracima između prijave, pridruživanja igri i početka igranja.
- Koristite jezik i vizualne elemente koji su laki za razumjeti, izbjegavajući nepotreban tehnički žargon i pružajući kratka objašnjenja gdje je potrebno (npr. za tajmere, nagrade ili industrijske odluke).
- Držite ključne informacije (preostalo vrijeme, zaokruženi broj, osnovni resursi) vidljivima na stabilnoj lokaciji na ekranu, kako učenici ne bi morali tražiti te informacije prilikom donošenja odluka.
- Podržite korištenje više jezika dopuštajući trenerima i polaznicima da odaberu željeni jezik među onima iz projekta, te osiguravajući da su ključne poruke i povratne informacije dostupne na tim jezicima.
- Ponašajte se predvidljivo kada učenici griješe ili im treba više vremena da reagiraju, pružajući jasne povratne informacije i izbjegavajući nagle promjene koje bi mogle izazvati zbunjenost ili tjeskobu.

Ispunjavanjem ovih zahtjeva za upotrebljivost i pristupačnost, RockChain se može integrirati u tečajeve s raznolikom odraslom publikom, smanjujući potrebu za stalnom tehničkom pomoći i omogućujući trenerima da se usmjere na facilitaciju i raspravu umjesto na rješavanje problema s alatom.

7. ZAKLJUČCI I SLJEDEĆI KORACI

WP4. A3 je konsolidirao RockChain e-Learning Tool u jasno definiran funkcionalni sustav, izravno nadograđujući podatkovni sloj i backend arhitekturu isporučenu u WP4. A1 i dorade provedene u WP4. A2. Dok su ranije aktivnosti bile usmjerene na tehničku robusnost i pedagošku upotrebljivost RockChaina, ovi rezultati obuhvaćaju što se od alata očekuje u praksi: kako se korisnici autentificiraju i organiziraju u igre, kako se odvijaju runde, kako se ponašaju tržišta i izazovi rudarenja, kako se generiraju rezultati i indikatori te koji se događaji moraju zabilježiti radi podrške evaluaciji. Time se ciljevi učenja projekta prevode u skup opaženih ponašanja i pravila koja se mogu dosljedno primjenjivati, testirati i ponovno koristiti.

Ove funkcionalne specifikacije sada služe kao zajednička referentna točka za tehničke i pedagoške partnere. Za WP4-A4, oni pružaju temelj za smjernice za trenere i materijale za facilitaciju: korak-po-korak opise tokova igre, stanja i ekrana koje treneri vide prilikom pripreme i vođenja sesija. Za WP4-A5 smanjuju neizvjesnost u konačnom pakiranju i implementaciji, jer je očekivano ponašanje alata stabilno i dokumentirano, što partnerima omogućuje da se usmjere na dovršavanje asseta, prijevoda i konfiguracija izgradnje bez preispitivanja osnovnih mehanika. Iste specifikacije također pojašnjavaju koji su podaci i indikatori dostupni za analizu, izravno informirajući kako WP5 može planirati svoje instrumente za evaluaciju i strategije prikupljanja podataka.

Gledajući unaprijed, ponašanje definirano u WP4. A3 je zamišljen da bude dovoljno robusan za pilot upotrebu i dovoljno fleksibilan za buduće prilagodbe. Pilot-projekti u WP5 testirat će ove specifikacije u stvarnim uvjetima u različitim zemljama, institucijama i profilima učenika, pružajući dokaze o tome koliko dobro funkcionalni dizajn podržava učenje o kružnoj ekonomiji i otpadu u sektoru ukrasnog kamenja. Povratne informacije od tih pilota mogu dovesti do postupnih prilagodbi, ali se očekuje da će temeljni tokovi i zahtjevi opisani ovdje ostati referentni okvir. Na taj način, WP4. A3 označava prijelaz s dizajniranja i usavršavanja RockChaina na sustavnu implementaciju i korištenje, osiguravajući da se alat može održavati, replicirati i, ako je potrebno, produžiti nakon trajanja projekta.