RAZISKOVALNA NALOGA:

BLOCKCHAINI IN PAMETNE POGODBE PRI NFT TEHONOLOGIJI

PODROČJE: RAČUNALNIŠTVO

RAZRED: 9

Avtor: Nejc Donko

Mentor: Petra Škofic Valjavec

Somentor: Tomislav Mučič

Ljubljana, Februar 2023

KAZALO VSEBINE

KAZALO SLIK

KAZALO GRAFOV

1 POVZETEK (ABSTRAKT)

Decentralizirani in deljeni sistemi so prihodnost interneta in lastništva podatkov. Tehnologije prihodnosti – blockchain in pametne pogodbe imajo veliko aktualnih problemov in na enega od teh je osredotočena raziskovalna naloga.

Naloga je namenjena odgovoru na vprašanje, kateri blockchain in pametna pogodba sta najprimernejša za zagonska podjetja, ki prodajajo decentralizirano aplikacijo v obliki NFT žetona. Izbira se izvaja med rivaloma na področju nezamenljivih žetonov in pametnih pogodb, Ethereum in Polygon blockchainom.

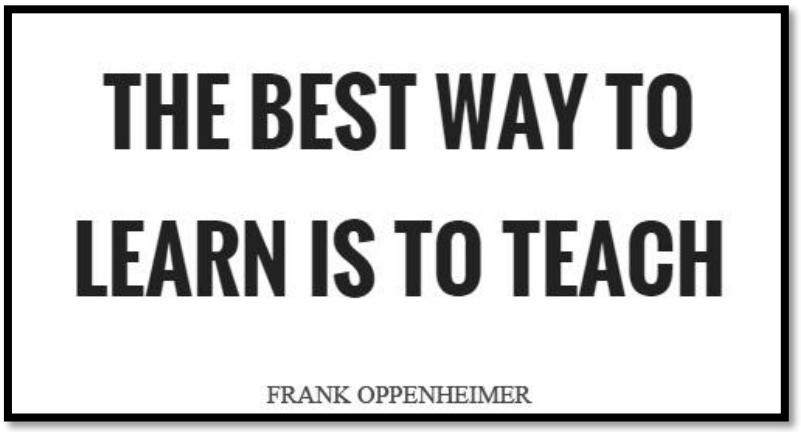
KLJUČNE BESEDE: Blockchain, pametna pogodba, nezamenljivi žetoni, davek gas, Ethereum, Polygon

2 UVOD

Blockchain in tehnologija kriptovalut me spremlja že nekaj let. Januarja 2022 sem se ob šolskem delu začel poglabljati vanjo in odkril tehnologijo pametnih pogodb, zamenljivih in nezamenljivih žetonov.

Začel sem najrazličnejše projekte, preučeval tehnologijo, programiral aplikacije, ko sem zasledil številne probleme: Kateri blockchain in pametna pogodba sta najprimernejša za razvoj decentralizirane aplikacije, ki deluje neposredno na blockchainu kot NFT? Koliko stanejo transakcije na Ethereumovem blockchainu, koliko pa na drugorazrednem omrežju Polygon? Na katerem blockchainu bo imela aplikacija največji uspeh?

Na podlagi vprašanj sem sestavil enotno raziskovalno vprašanje, da sebi, tehnologom in razvijalcem v tej smeri pomagam, poleg tega pa razširim lastno znanje o tehnologiji z raziskovalnim delom.



Slika 1: Posvetilo Franka Oppenheimerja (Vir: HubSpot, najboljši citati)

2.1 RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

Kateri blockchain in vrsta pametne pogodbe sta najprimernejša izbira zagonskemu podjetju, ki lansira decentralizirano aplikacijo kot NFT, vsa njena dejanja pa bodo transakcije na blockchainu?

2.2 HIPOTEZA 1

Polygon bo primernejši, saj ima hitrejše in cenejše transakcije, kar bo finančno ugodneje za zagonsko podjetje, poleg tega pa bo aplikacija hitreje delovala.

2.3 HIPOTEZA 2

Pametna pogodba ERC 1155 bo primernejša, saj lahko ustvari več kopij unikatne aplikacije, ne le eno kot pametna pogodba ERC 721.

3 TEORETIČNI DEL

3.1 TEHNOLOGIJA BLOCKCHAIN

Blockchain je nov razred informacijske tehnologije, ki združuje kriptografijo s porazdeljenim računalništvom, da ustvari pravično razdeljen, zaupanja vreden podatkovni sistem.

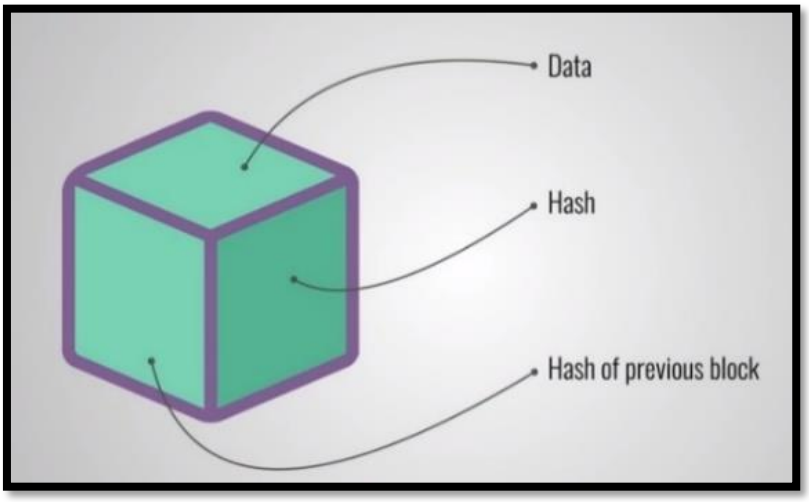
Prizadeva si k poštenemu, bolje porazdeljenemu bančnemu sistemu, kjer bi vsaka stranka imela svoj denar v lasti. Blockchain je zbirka blokov, ki vsebujejo informacije o transakcijah.

Transakcije, ki se jih želi izvršiti, se vstavijo v blok, ki se ustvari in preveri (validira) na način PoW ali PoS, ko pa se to dokonča je transakcija izvedena. Oba principa stvaritve in validacije blokov sta predstavljena v nadaljevanju te naloge. Vsak računalnik, ki želi transakcijo ustaviti v blok, mora imeti kopijo celotnega blockchaina. S porazdeljenim lastništvom sistema dosežemo decentralizacijo.

Sistem je zgrajen na porazdeljenem konsenznem algoritmu. Če se želi blok uveljaviti na blockchainu, se mora 51 % računalnikov v omrežju strinjati, da je skladen s pravili in ne vsebuje lažnih informacij.

Bloki so sestavljeni iz naslednjih funkcij:

- Podatki o transakcijah (vsaka transakcija ima te podatke prilagojene njenim namenom):
  - naslov denarnice pošiljatelja,
  - naslov denarnice sprejemnika,
  - količino poslanega žetona ali kovanca.
- Hash novega bloka,
- Hash prejšnjega bloka v blockchainu.

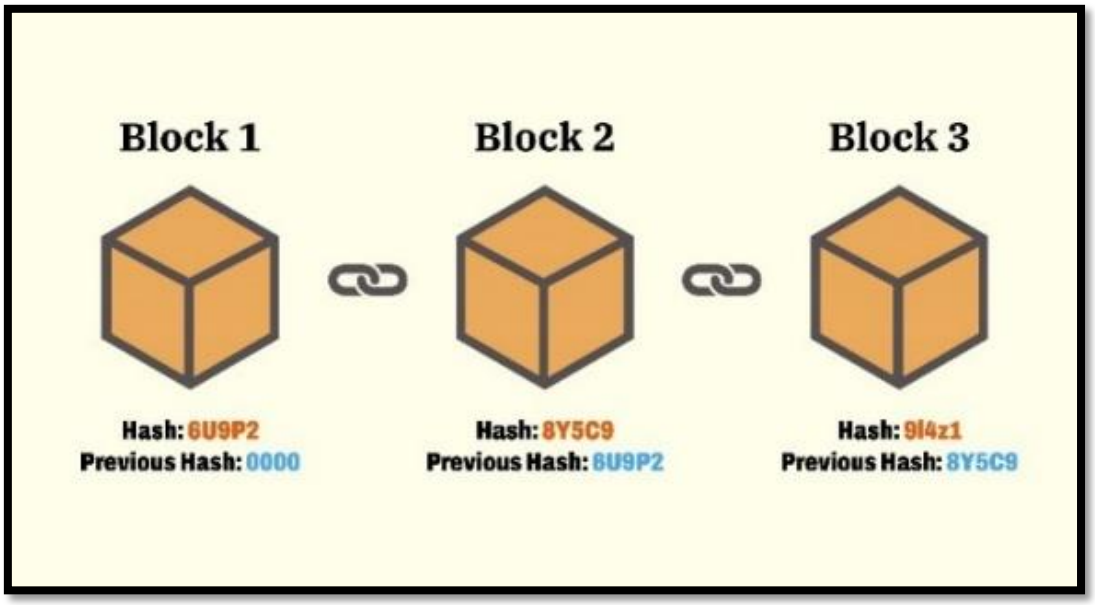


Slika 2: (Vir: Calsoftinc, kreacija blokov)

Hash je unikaten identifikator bloka, ki je glede na vrsto blockchaina različno dolg. Ethereumovi so za višji nivo varnosti dolgi 64 naključnih izbranih številskih in črkovnih simbolov.

Novonastali blok se z funkcijo previous hash poveže na zadnji nastali blok, vsi bloki povezani pa tvorijo blockchain. Hash bloka se spremeni v primeru, da odkrijejo lažno vsebino, kar vodi do izločitve in prekinitve kompatibilnosti s samim blockchainom.

Povezovanje blokov v blockchain s hash funkcijo:



Slika 3: (Vir: Money.com, kaj je blockchain?)

3.1.1 UPORABA BLOCKCHAINA

Blockchain že danes uporabljamo za shranjevanje zgodovine transakcij na področju kripto financ, v prihodnosti pa bo blockchain služil tudi kot podatkovna infrastruktura za beleženje podatkov zdravstvenega sistema, interneta, prodaje nepremičnin …

Slika 4: (Vir: Leway Hertz, Blockchain usecases)

3.1.2 NASTANEK BLOKOV

Poznamo več načinov nastanka in preverjanja blokov, najpogostejša sta principa PoW in PoS.

3.1.2.1 PoW – Proof Of Work (dokaz o delu)

PoW ali Proof Of Work (dokaz o delu) je princip iskanja blokov za priključitev v blockchain z uporabo računalniške moči. Računalniki, ki sprejmejo nalogo minerjev (rudarjev), porabljajo računalniško moč za reševanje kompleksnih matematičnih izračunov, s katerimi iščejo hash novega bloka – povezavo do njega, da ga priključijo v sistem.

Če blok najdejo, bo slednji preverjen in dodan v sistem blockchain. Da se rudarjem opravljeno delo obrestuje, so po uspeli najdbi poplačani z odstotkom vsake transakcije, ki se v blok ustavi. Ta davek se imenuje DAVEK GAS ali GORIVO ZA TRANSAKCIJE.

Pow je energetsko izjemno neučinkovit, zato ga številni blockchaini nadomestujejo s PoS (dokaz o imetju ali deležu). Do danes so vsi PoW blockchaini porabili toliko električne energije kot država Švica, odkar je nastala.

3.1.2.2 PoS – Proof Of Stake (dokaz o deležu ali imetju)

PoS ali Proof Of Stake (dokaz o deležu ali imetju) je princip iskanja blokov, kjer validator (potrjevalec) zaklene nekaj finančnih sredstev, s čimer išče primeren blok, ki se bo dodal v blockchain. Če blok uspešno najdejo, prejmejo zaklenjena sredstva in davek gas na vse transakcije, ki se v najdeni blok ustavijo. Če bloka ne najdejo, ali izvedejo kakšno napako, za kazen izgubijo delež zaklenjenih finančnih sredstev.

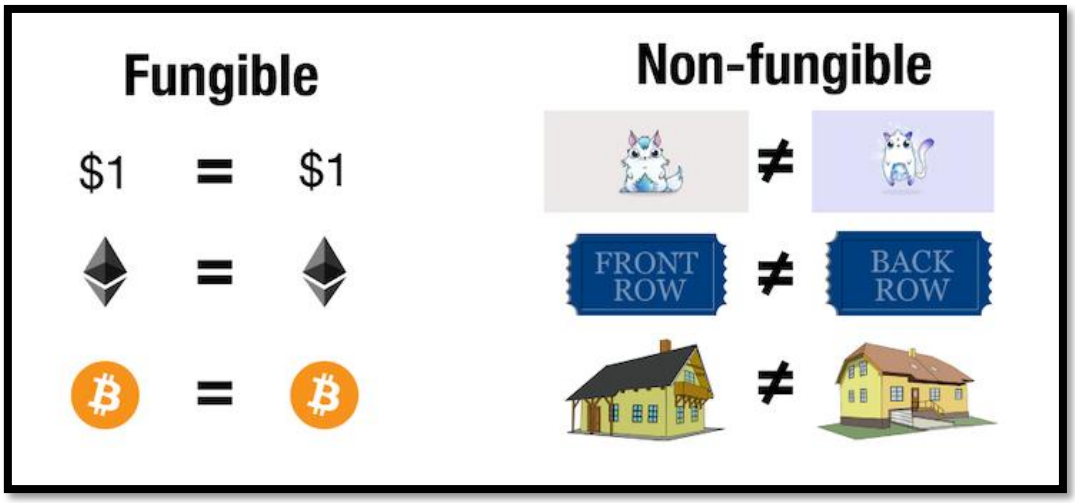
Energetsko je PoS veliko varčnejši, celoten sistem se odvija digitalno in ni odvisen od računalniške moči in porabe elektrike. Večina blockchainov zamenjuje PoW za PoS.

Slika 5: (Vir: Hackernoon, konsenzni mehanizmi)

3.2 ŽETONI

Žetone delimo na zamenljive in nezamenljive. Glavna razlika med njima je ravno zamenljivost. Zamenljive lahko zamenjaš za manjšo različico sebe, medtem ko NFT žetona ne moreš zamenjati za manjšo lastno različico.

Delujejo kot kosi programske kode na blockchainu (kot pametne pogodbe) in jim lahko spreminjamo lastnosti po želji.



Slika 6: (Vir: Vulcanpost, kaj je NFT?)

3.2.1 FUNGIBLE TOKENS – ZAMENLJIVI ŽETONI

FT-ji ali zamenljivi žetoni so kovanci na blockchainu, ki imajo neko vrednost. Lahko jih zamenjamo za manjšo različico kovanca, hkrati pa bomo vedno imeli kupca na borzi.

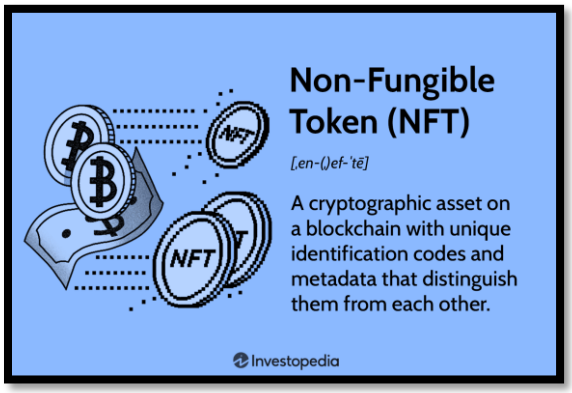
Primer FT-ja je ETH, to je kovanec na Ethereum blockchainu, čigar vrednost je količnik količine vloženega denarja in števila obstoječih žetonov.

Slika 7: (Vir: Opensea help center, kaj je NFT tehnologija?)

3.2.2 NON FUNGIBLE TOKENS – NEZAMENLJIVI ŽETONI

NFT-ji ali nezamenljivi žetoni (Non Fungible Tokens) temeljijo na pametnih pogodbah – kosih kode. Imajo lastnosti žetona, le da je vedno na borzi potreben neposreden kupec, če pa slednjega ni, vaš žeton ne bo prodan.

Delujejo lahko kot dokazilo o lastništvu, certifikat, vse kar v svetu ne moremo izmenjati za manjši kos samega sebe. Bankovec za 100EUR je lahko prav tako prikazan kot dva bankovca za 50EUR, medtem ko avto ni zamenljiv za dve manjši različici. NFT-ji bi lahko v tem primeru naredili avto.



Slika 8: (Vir: Investiopedia, kako deluje NFT?)

Za zdaj je trg nezamenljivih žetonov v dobi prodaje umetniških del in slik, ker se sama tehnologija šele uveljavlja. Konec leta 2021 je bila v tej panogi revolucija in kar naenkrat so vsi ustvarjali slikice, kot so te, ki so prikazane na *sliki 9*.

Vsak tak NFT ima v pametni pogodbi v funkcijo pripeto hiperpovezavo, ki vodi do metadata ali datoteke, ki vodi s še eno povezavo do fotografije, ta pa je shranjena na IPFS (digitalnem skladišču za datoteke). Ta slika je le referenca in v bistvu nima nobenega pomena, hkrati pa ni na blockchainu.

Slika 9: (Vir: Opensea marketplace, BAYC kolekcija)

Primer uspešnosti NFT kolekcije: Bored Ape Yacht Club – projekt, ki je s prodajo umetniško ustvarjenih 10.000 opic naredil 1 milijardo bruto evrov prodaje.

3.2.2.1 Metadata

Metadata ni del NFT žetona, vendar je v trenutnem času prodaje umetnosti in ponavljajoče ustvarjenih likovnih del popularna, zato jo bom opisal.

Želeli so, da bi lahko pripeli fotografijo, video ali neko podatkovno datoteko na NFT žeton, vendar bi to porabilo veliko prostora na blockchainu. Velja namreč, da manjši, kot je blockchain, tem bolje je, saj mora vsak njen pripadnik imeti kopijo.

Domislili so se rešitve, da so naredili še dodatno datoteko Metadata z željeno fotografijo, ki ne bi bila na blockchainu, ampak na internetu, na NFT žeton pa povezana s povezavo. V tem primeru sam NFT zavzema manj prostora. V pametni pogodbi NFT žetona je pripeta povezava do metadata.

PRIMER METADATA

{
"name": "Ethereum ERC1155 NFT",
"description": "A simple ethereum chain erc1155 protocol NFT made for research purposes. Metadata is frozen and immutable on ipfs.",

"image": "ipfs://QmYcNBPXoYz83SCA2L3TsmYFxteWzbaBAkH1aJLS8541wX",

"edition": 1,
"artist": "Nejc",
"surname": "Donko",
"external_url": "https://twitter.com/nejc_donko",
"attributes": [
{
"trait_type": "SCHOOL",
"value": "Primary school Vižmarje Brod"
},
{
"trait_type": "USECASE",
"value": "Research work"
},
{
"trait_type": "CHAIN",
"value": "Ethereum"
}
}

3.3 TEHNOLOGIJA PAMETNIH POGODB

Z naraščajočo tehnologijo blockchain 2.0 je glavna novost zmožnost zagona programske kode za opravljanje določenih nalog na blockchainu.

Pametne pogodbe delujejo na principu »*če se kaj naredi, se zgodi slednje*«. Največji ponudnik storitve pametnih pogodb je projekt Ethereum.

So odseki kode večinoma napisane v Solidity programskem jeziku (Ethereumova verzija JavaScripta), v katerih so podane vse funkcije, ki opravljajo nalogo pametne pogodbe.

Primer uporabe pametnih pogodb je za uveljavljanje bančne funkcije posojanja in izposojanja. Posojilodajalec denar vloži, pametna pogodba ta denar s funkcijami v zasnovani kodi preusmeri k jemalcu posojila. Na ta način so zasnovali AAVE – kripto platformo za izposojanje in posojanje kripto zamenljivih kovancev.

Drugi primeri uporabe pametnih pogodb:

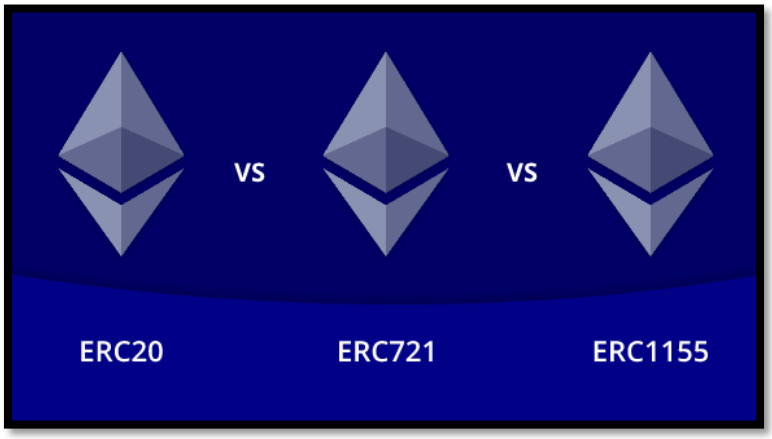
- zavarovanje,
- hitra posojila,
- NFT-ji.

3.3.1 VRSTE PAMETNIH POGODB PRI ŽETONIH

Najuporabnejše vrste pametnih pogodb pri žetonih so ERC 721, ERC 20 in ERC 1155. ERC 721 je za nezamenljive žetone, ERC 20 za zamenljive žetone in ERC 1155 za žetone z lastnostmi nezamenljivih in zamenljivih žetonov.

ERC so le standardi za žetone, ki potrebujejo funkcije za menjavo lastništva, uničenje in stvaritev žetonov.

V raziskovalni nalogi primerjam hitrosti pametnih pogodb standardov ERC 721 in ERC 1155, saj lahko obe ustvarita nezamenljive žetone.



Slika 10: (Vir: LewayHertz, standardi žetonov)

3.4 PROJEKT ETHEREUM

3.4.1 SVOJEVRSTEN BLOCKCHAIN

Ethereum je podjetje in projekt, ki je leta 2015 kripto svetu doprinesel večnamenski layer 1 (plast 1) blockchain in programski jezik Solidity (predelan JavaScript), namenjen pisanju programov za blockchain. Koda jezika Solidity se izvaja na EVM ali Ethereum Virtual Machine.

Gradi na inovaciji Bitcoina z nekaj velikimi razlikami. Največji plus Ethereuma je, da ga je mogoče programirati. To pomeni, da lahko ustvarite aplikacije, pametne pogodbe in NFT-je, ki uporabljajo blockchain za izvršitev kode, shranjevanje podatkov in nadzor nad obratovanjem naših aplikacij.

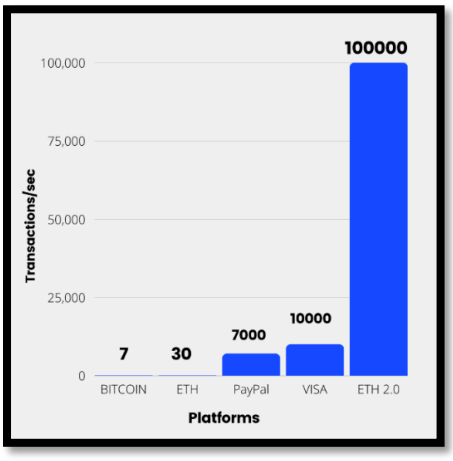
Ethereum blockchain dovoljuje ostalim projektom in žetonom, da uporabljajo njegovo arhitekturo in izdajo lastne ERC-20 žetone. Posledica tega je blockchain za splošen namen, ki ga je mogoče uporabiti za karkoli. Ker zmožnosti Ethereuma niso omejene, omogoča velike inovacije v prostoru tehnologije.

3.4.2 HITROST BLOCKCHAINA

Ethereum je kompleksen, visoko decentraliziran blockchain, kar pomeni, da mora imeti svoje slabosti. Primer slabosti je, da zaradi počasne stvaritve blokov dovoljuje le okoli 30 transakcij na sekundo, velika konkurenca pri izvajanju transakcij na omrežju pa poviša plačilo davka gas.

Gorivo za transakcijo je davek na transakcijo, ki jo njen izvajalec poplača rudarjem, ki so blok za to transakcijo našli, da te nadaljujejo svoje delo in imajo poplačilo za vložen trud.

Davek gas ocenjujemo v valuti GWEI, ki je 10^{-9} vrednosti ETH žetona.



Slika 11: (Vir: Alwaysmoving, dejstva, ki jih niste vedeli o ETH 2.0)

ETH 2.0 je planirana nadgradnja ETH 1.0, ki bo z več ustvarjenimi bloki na sekundo imela več dovoljenih transakcij. Razvijalci napovedujejo do 100.000 transakcij na sekundo v nekaj letih.

3.5 PROJEKT POLYGON

3.5.1 O PROJEKTU

Polygon je projekt, ki je nastal leta 2017, uporablja Ethereumovo blockchain arhitekturo in rešuje njegov glavni problem – dragih in počasnih transakcij. Poleg blockchaina ima še svoj žeton imenovan MATIC.

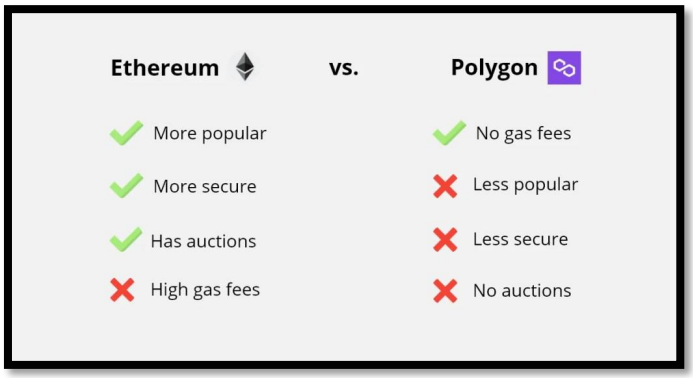
Ima vse funkcije Ethereuma, cenejše in hitrejše transakcije, glavna slabost pa je, da nima toliko dnevnih uporabnikov.

Slika 12: (Vir: CoinDesk, Polygon blockchain)

3.5.2 LASTNOSTI BLOCKCHAINA

Ethereum blockchain premore do okoli 30 transakcij na sekundo, medtem ko je Polygon zmožen opraviti 65.000 transakcij na sekundo. Da jim je uspelo doseči tolikšno število transakcij, so čas stvaritve in validacije bloka prestavili na 2.1 sekunde, pri ethereumu pa se to število giblje pri okoli 12.2 sekunde.

S tem so žrtvovali nekaj varnosti (manj časa za validacijo, manj računalnikov v sistemu uspe preveriti blok za lažno delovanje) za možnost ravnanja z več transakcijami.

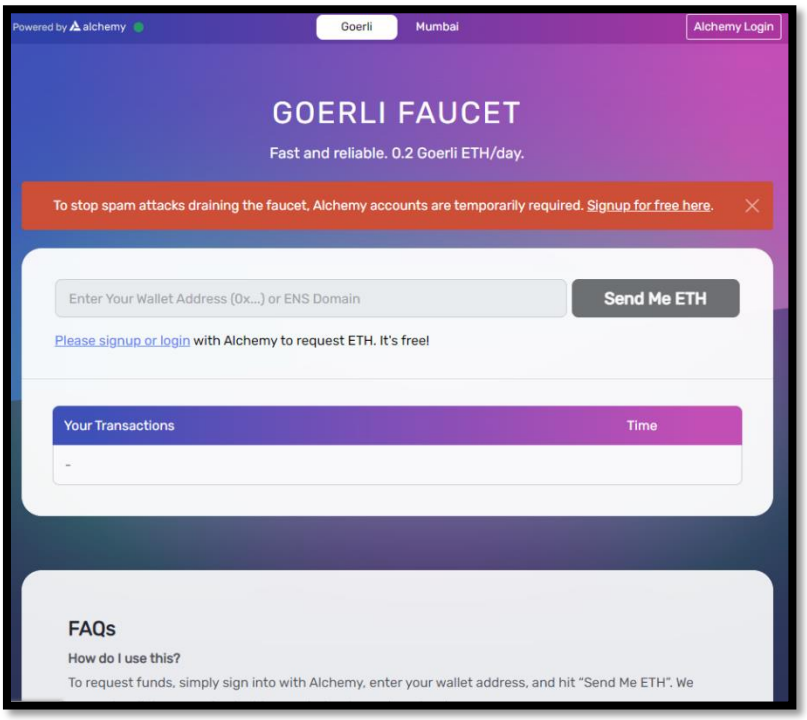


Slika 13: (Vir: Followchain, ETH vs MATIC)

3.6 TESTNA OMREŽJA

Razvijalci, ki imajo željo preizkusiti svojo kodo, ne da bi plačali davek gas, lahko uporabijo kopije blockchaina, na katerih lahko enako kot na glavnem blockchainu programsko kodo zaženeš.

Testni blockchaini imajo svoje žetone, ki so ničvredni in jih lahko pridobiš na spletnih straneh, kot so GOERLI FAUCET in MUMBAI FAUCET. Teh žetonov ne moremo zamenjati za prave ETH in MATIC žetone.



Slika 14: (Vir: Goerlifaucet, posnetek zaslona)

Najbolj priljubljeno Ethereumovo testno omrežje je GOERLI. Polygon ima tudi svoje testno omrežje, ki se imenuje MUMBAI. Vse transakcije ustvarjenih žetonov pri raziskovalni nalogi sem zagnal na MUMBAI in GOERLI blockchainu, saj nisem imel finančnih sredstev za glavna omrežja.

4 RAZISKOVALNI DEL

Naloga vsebuje raziskovalni del, ki je namenjen odgovoru na vprašanje, katera vrsta pametne pogodbe in blockchain sta najprimernejša za razvoj zagonskega podjetja, ki prodaja decentralizirano aplikacijo kot nezamenljivi žeton, in potrditvi zastavljene hipoteze, da je Polygon primernejši zaradi cenejšega in hitrejšega blockchaina.

Do podatkov o primernejšem blockchainu in uporabnejši pametni pogodbi za aplikacijo zagonskega podjetja sem prišel z dvema primerjavama, ki primerjata hitrost in ceno transakcij pri dveh opravilih. Blockchaina sem primerjal še v številu dnevnih uporabnikov.

Primerjavi sem izvajal na programiranih NFT žetonih, ki bi pri zagonskem podjetju predstavljali aplikacijo. Na teh sem v prvi primerjavi izvajal transakcije osnovnih zagonskih funkcij, v drugi primerjavi pa transakcije menjave lastništva. Transakcije zagona pogodb so mi podale podatke o hitrosti in ceni delovanja aplikacije, transakcije menjave lastništva pa več podrobnosti o ceni prodaje te aplikacije kot nezamenljiv žeton.

4.1 METODE DELA

Nezamenljive žetone sem ustvaril s programiranjem pametnih pogodb protokolov ERC 721 in ERC 1155 (programska koda za nezamenljive žetone je opisana v nadaljevanju raziskovalnega dela). Pridobil sem testna finančna sredstva za plačevanje goriva za transakcije, pametni pogodbi, na katerih delujejo NFT žetoni, pa sem zagnal in ju verificiral na spletni strani Etherscan. Kovance sem nato s funkcijo MINT ustvaril.

Prvo primerjavo sem izvedel sam ob postavljanju NFT žetonov na blockchain, za drugo pa sem potreboval 10 prostovoljcev, ki bi postorili transakcije kupovanja žetonov.

Izbrane prostovoljce 9. razreda sem poučil o decentraliziranih financah (ime za področje financ, neodvisnih od centraliziranih sistemov) s predavanjem in predstavitvijo, ki bo podana v *Prilogi 1*..Predaval sem jim vse kar je opisano tudi v teoretičnem delu te naloge, nekaj več pa o izdelavi kripto denarnice, kamor sem posameznikom naložil 0.01ETH in 0.01MATIC kovancev.

S kovanci so financirali davek gas ob transakcijah, ki so jih izvajali, podatke o njihovem plačilu tega goriva za nakup žetonov, pa sem si zapisal.

Metode dela pri raziskovalni nalogi so:

- zbiranje podatkov,
- poučevanje prostovoljcev o Decentraliziranih financah,
- merjenje časa transakcij,
- analiziranje podatkov in ustvarjanje grafov.

Potrebna oprema za raziskovanje:

- šolski tablični računalnik (vsak prostovoljec imel enega),
- platno in projektor (za predstavitev):

4.2 PRIPRAVLJANJE NEZAMENLJIVIH ŽETONOV

Nezamenljive žetone ustvarimo tako, da v programski kodi napišemo pametno pogodbo, jo zaženemo in ko ta deluje na blockchainu, uporabimo njene funkcije za stvaritev žetonov.

Pametne pogodbe za NFT žetone sem napisal v Ethereum-ovem online IDE-ju (Integriranem Razvojnem Okolju) imenovanem REMIX. Ustvaril sem štiri delovne prostore, vsak namenjen eni pogodbi na enem blockchainu. Napisal sem dve pametni pogodbi ERC 1155 in dve ERC 721.

4.2.1 PAMETNA POGODBA ERC 721

Razložil bom glavne funkcije in spremenljivke pametne pogodbe ERC 721, ki omogočajo delovanje nezamenljivih žetonov na blockchainu:

Najprej na vrhu datoteke podamo licenco (MIT v mojem primeru), ki je pomembna kasneje za verifikacijo pametne pogodbe na Etherscan spletni strani:

```
// SPDX-License-Identifier: MIT
```

Določimo verzijo Solidity programskega jezika:

```
pragma solidity >=0.7.0 <0.9.0;
```

Definiramo ERC 721 pogodbo in dovoljenje številk kot podatkovne vrste:

```
contract EtherERC721 is ERC721, Ownable {
using Strings for uint256;
using Counters for Counters.Counter;
```

Vnesemo potrebne knjižnice s funkcijami. V tej pogodbi potrebujemo knjižnico funkcij ERC 721, knjižnico Counters, s katero si zagotovimo cenejši davek gas (izvorna koda zavzema manj prostora) in Ownable, ki doda še funkcijo Only Owner, ki le lastniku dovoli uporabo ustvarjenih žetonov:

```
import "@openzeppelin/contracts/token/ERC721/ERC721.sol";
import "@openzeppelin/contracts/utils/Counters.sol";
import "@openzeppelin/contracts/access/Ownable.sol";
```

V teh treh funkcijah določimo ceno unikatnega žetona, maksimalno število ustvarjenih žetonov in koliko jih lahko ustvarimo na transakcijo:

```
uint256 public cost = 0.0001 ether;
uint256 public maxSupply = 20;
uint256 public maxMintAmountPerTx = 5;
```

Za varnost imamo še funkcijo zaustavljanja pametne pogodbe v primeru zlonamernih dejanj in funkcijo razkrivanja, ki ob izbranem TRUE veže žeton takoj z glavnim metadata:

```
bool public paused = true;
bool public revealed = true
;
```

Funkcija mintanja je namenjena dodajanju žetona na blockchain. Če ustrezajo cena, zaloga in nezaustavljena pogodba, bo žeton dodan v verigo blokov, če ne, pa bo izvajalca transakcij pogodba obvestila:

```
function mint(uint256 _mintAmount) public payable mintCompliance(_mintAmount) {
require(!paused, "The contract is paused!");
require(msg.value >= cost * _mintAmount, "Insufficient funds!");

_mintLoop(msg.sender, _mintAmount);}
```

MintForAddress funkcija določi ustvarjalca in denarnico, v kateri je ustvarjen žeton. Po navadi je to upravljalec pametne pogodbe ali lastnik:

```
function mintForAddress(uint256 _mintAmount, address _receiver) public
mintCompliance(_mintAmount) onlyOwner {
_mintLoop(_receiver, _mintAmount);}
```

Zalogo določi funkcija totalSupply, ki enostavno povrne število žetonov za zdaj ustvarjenih:

```
function totalSupply() public view returns (uint256) {
return supply.current(); }
```

4.2.2 PAMETNA POGODBA ERC 1155

Izvorna koda za žetone, ki se lahko spreminjajo med stanjem zamenljivosti in nezamenljivosti je napisana v pametni pogodbi ERC1155, ki je enostavnejša in vsebuje manj funkcij, saj je večina žetonov podobnih.

Določimo licenco kakor pri ERC 721:

```
// SPDX-License-Identifier: MIT
```

Podamo verzijo solidity programskega jezika:

```
pragma solidity ^0.8.0;
```

Uvozimo funkcije knjižnice OpenZeppelin za ERC 1155 (določijo vrsto žetona) in knjižnico ownable (doda funkcijo OnlyOwner, ki le lastniku dovoli uporabo funkcij pogodbe):

```
Import"https://github.com/OpenZeppelin/openzeppelincontracts/blob/master/contracts/token/
ERC1155/ERC1155.sol";
Import"https://github.com/OpenZeppelin/openzeppelincontracts/blob/master/contracts/access/
Ownable.sol";
```

Specificiramo pogodbo, funkcije pod to linijo kode so del pogodbe:

```
contract EtherERC1155 is ERC1155, Ownable {
```

Funkcija mint-anja ali t. i. ustvarjanja žetona. Koda se izvrši le, če ima ustvarjalec želene finance in je ustvarjalec pogodbe:

```
function mint(address _to, uint _id, uint _amount) external onlyOwner {
_mint(_to, _id, _amount, ""); }
```

Sledeča vrstica kode je namenjena nasprotni funkciji mint-anja – burnanju ali uničenju žetonov. Ko se lastnik odloči, da ne potrebuje tako veliko žetonov, jih enostavno izniči in odstrani iz blockchaina:

```
function burn(uint _id, uint _amount) external {
_burn(msg.sender, _id, _amount); }
```

Ta funkcija je posvečena dodajanju povezave do metadata datoteke, ki je namenjen pripenjanju slike k NFT žetonu:

```
function setURI(uint _id, string memory _uri) external onlyOwner {
tokenURI[_id] = _uri;
emit URI(_uri, _id); }
```

4.3 PRIDOBIVANJE FINANČNIH SREDSTEV ZA TESTNA OMREŽJA

4.3.1 GOERLI IN MUMBAI FAUCET

Token Fauceti (v slovenščini pipe za žetone) so spletne strani za pridobivanje testnih žetonov, ki so potrebni za plačanje goriva za transakcije na testnih omrežjih. Za Goerli testnet sem testne Ethereume pridobil na spletni strani:

https://goerlifaucet.com/

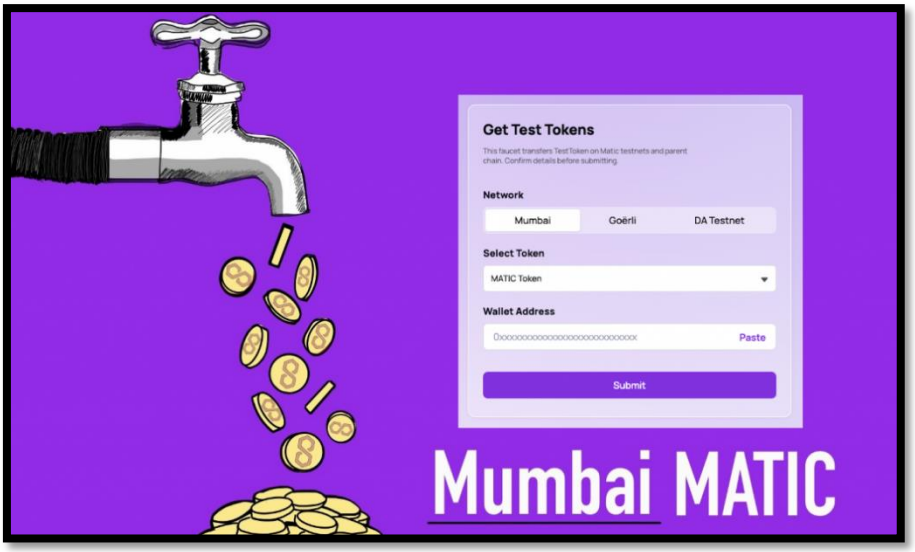
Za zagon pametne pogodbe in financiranje transakcij sem si na tej spletni strani pridobil 2 test ETH žetona.

Ker sem potreboval tudi MATIC testne žetone za Mumbai testnet, sem obiskal spleto stran:

https://faucet.polygon.technology/

Iz te strani sem skupaj pridobil le 2 MATIC žetona, saj več nisem potreboval zaradi cenejšega goriva za transakcije.

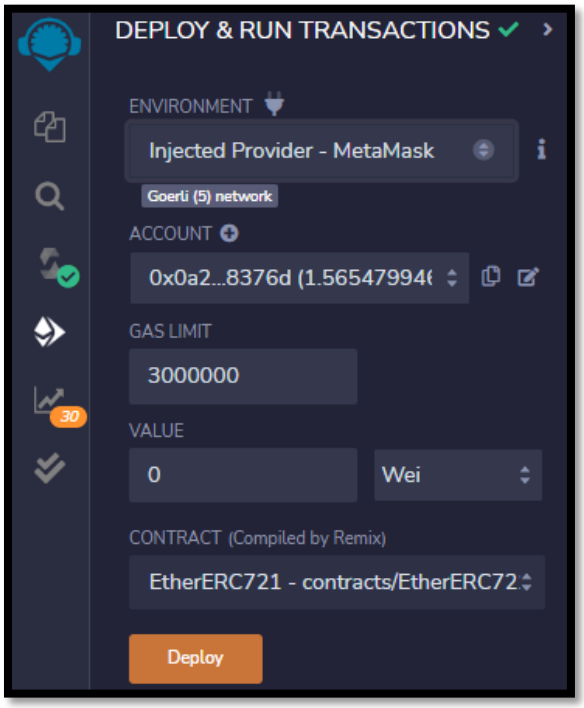
1ETH je v februarju 2023 imel ceno okoli 1.400,00 eur, medtem ko je imel 1MATIC ceno le 1,15 eur. To je razmerje 1200:1 pri potrebnih financah za zagon enostavnih odsekov programske kode za NFT žetone, kar ima vpliv na izbiro blockchaina za razvoj projekta pri zagonskem podjetju.



Slika 15: (Vir: Mumbaifaucet, posnetek zaslona)

4.4 AKTIVACIJA PAMETNIH POGODB

Pametne pogodbe sem zagnal v Ethereum REMIX pod rubriko na levem meniju deploy&run transactions.



Slika 16: (Vir: Remix ethereum, posnetek zaslona)

Pogodbe za NFT-je sem aktiviral z injektiranim providerjem na GOERLI in MUMBAI test blockchainu pod rubriko enviroment.

IZRAČUN GWEI:

1Gwei je 10^{-9} cene ETH žetona. Danes je potrebnih 30 Gwei za transakcijo, davek gas za slednjo pa izračunamo z množenjem limita davka in potrebnih Gwei za transakcijo.
Po financiranju zagona pogodb sem štopal potreben čas za zagon, ki je bil različen pri specifičnih blockchainih in pametnih pogodbah (gas imam nastavljen na medium, da so vse transakcije enako uveljavljene pri vstavljanju v blok):

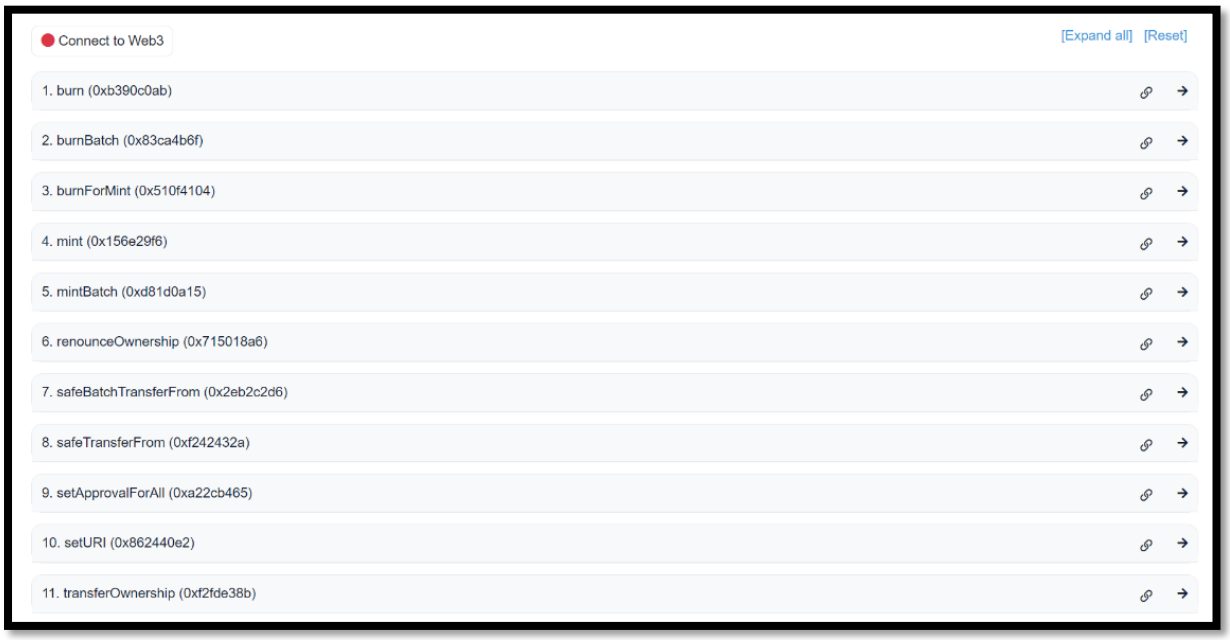
Ethereum ERC 721:	47s
Ethereum ERC 1155:	36s
Polygon ERC 721:	18s
Polygon ERC 1155:	15s

Vidno je, da ERC 721 pogodba splošno zavzema več časa. Sklepam, da je motiv obsežnejša pogodba z več uporabnimi funkcijami potrebnimi za delovanje žetona.

4.5 VERIFIKACIJA NA ETHERSCAN SPLETNI STRANI

Vse pogodbe sem verificiral na testnet Etherscan spletni strani, da so dostopne vsem za predogled (za odprtokodnost), poleg tega pa lahko kot ustvarjalec dostopam do funkcij napisanih pametnih pogodb za nezamenljive žetone.

Slika funkcij ERC 721 pametne pogodbe na Etherscanu:



Slika 17: (Vir: Etherscan write contract, posnetek zaslona)

4.6 TRANSAKCIJE

4.6.1 USTVARJANJE ŽETONOV

Zgodovina vseh transakcij ustvarjenih pametnih pogodb je dostopna pod povezavami, ki sem jih pripel ob slike, za več podrobnosti. Te povezave vpišete v testnet Etherscan spletno stran.

4.6.1.1 ERC 721

Po aktiviranih pogodbah in objavljenih na testnet Etherscan spletni strani je ustvarjanje žetonov enostavno, moramo le zagnati funkcijo MINT. Pri tej pogodbi sem izvedel štiri cikle – transakcije ustvarjanja ali mintanja žetonov (pogodba dovoljuje max. 5 mintov na transakcijo)

POLYGON ERC 721 contract hash:

0x1085fEC929bE59E3061fB2b130FE4C32553383a4

Slika 18: (Vir: Fotografija za metadata za NFT žetone)

ETHEREUM ERC 721 contract hash:

0xCE766CE84c22FEd90e15ad684Fd68175B7E3aFf4

Slika 19: (Vir: Fotografija za metadata za NFT žetone)

4.6.1.2 ERC 1155

Ta pogodba je drugačna od ERC 721, saj ne potrebuje posamično za vsak žeton zbrati metadata podatkov. To pomeni, da lahko ves set žetonov z enako metadata datoteko uveljavimo na blockchainu z eno samo transakcijo MINT.

Transakcije so cenejše in hitrejše zaradi manjše obsežnosti pogodbe.

POLYGON ERC 1155 contract hash:

0x95aF94a3955e024212A4548874d38986f20bE72f

Slika 20: (Vir: Fotografija za metadata za NFT žetone)

ETHEREUM ERC 1155 contract hash:

0x95aF94a3955e024212A4548874d38986f20bE72f

Slika 21: (Vir: Fotografija za metadata za NFT žetone)

4.6.2 TRANSAKCIJE PROSTOVOLJCEV

V decembru 2022 sem zbral 10 prostovoljcev, ki sem jim na kratko predstavil uvod v kripto svet in svet decentralizacije. Naučil sem jih ustvariti kripto denarnice in vsakemu poslal nekaj testnet kovancev. NFT žetone sem imel takrat že ustvarjene in postavljene na borzo Opensea, kjer je imel vsak žeton določeno ceno.

Prostovoljci so te žetone kupovali, delali transakcije prenosa lastništva, medtem ko sem jaz zbiral podatke o davku gas in hitrosti izvedenih transakcij.

Slika 22: (Vir: Opensea activity, posnetek zaslona aktivnosti prodaje)

Izvedenih je bilo 40 transakcij, 13 na MUMBAI in 27 na GOERLI testnetu.

4.7 UPORABNIKI NA ETHEREUM IN POLYGON

Število uporabnikov na omrežjih je pomembno, saj več kot ima blockchain uporabnikov, večjo možnost uspeha bo imelo zagonsko podjetje s svojo aplikacijo, saj bo imelo več možnih strank.

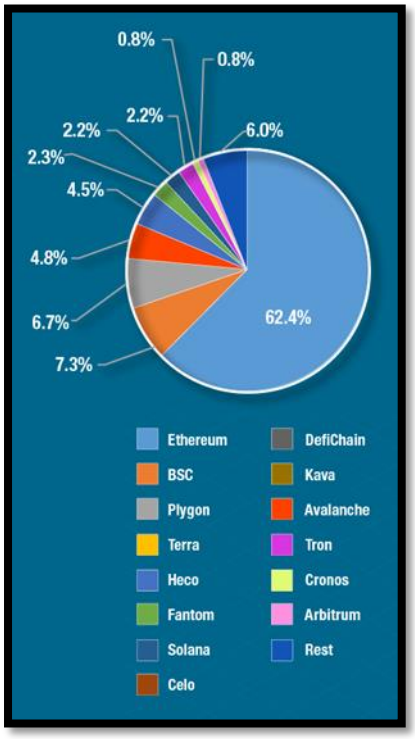
Omrežji bom primerjal v številu DeFi projektov in številu dnevnih validator-jev (aktivnih računalnikov, ki so del blockchain sistema).

4.7.1 DEFI PROJEKTI

DeFi ali decentralizirane finance so področje finančnih storitev, ki se izvajajo na blockchainu. Storitve, ki jih najpogosteje omogočajo, so možnost izposojanja in posojanja kripto kovancev (to izvaja decentralizirana avtonomna organizacija AAVE), hitre menjalnice kot so Uniswap in zavarovanje kripto denarja, ki ga ponuja protokol InsurAce.

Decentralizirane finance imajo kar 80 milijard dolarjev v skupni vrednosti zaklenjenih sredstev, s katerimi obratujejo.

Na spodnjem grafu je prikazan tržni delež decentraliziranih financ 15 najpopularnejših blockchainov, ki v svoji arhitekturi dovoljujejo pametne pogodbe:



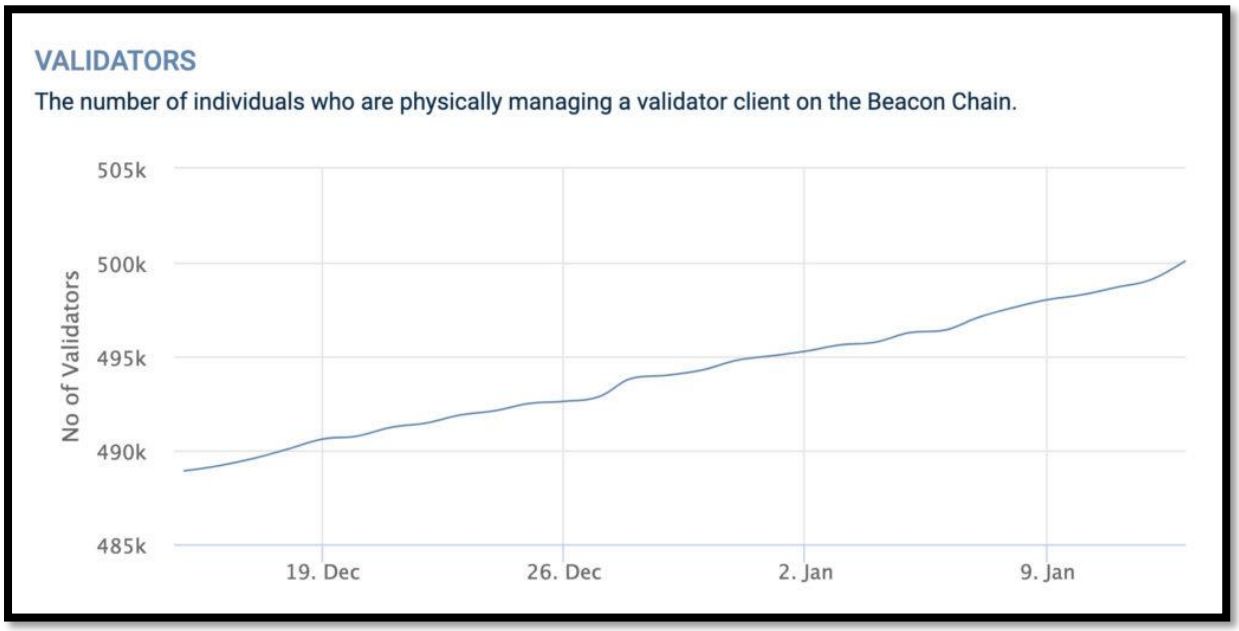
Slika 23: (Vir: The asian banker, Ethereum dominates DeFi market)

Ethereum prevladuje s 62 %, Polygon pa ima le 6.7 %. To je skoraj 10-krat več v številu DeFi projektov, kar ima vpliv pri izbiri zagonskega podjetja za omrežje.

4.7.3. ŠTEVILO DNEVNIH VALIDATORJEV

Validatorji so računalniki v omrežju, ki omogočajo stvaritev in preverjanje blokov. Splošno je znano, da več kot ima blockchain validatorjev, tem bolj bo sistem decentraliziran, poleg tega pa bo pomenilo, da ima več uporabnikov.

Ethereum blockchain ima danes aktivnih okoli 500.000 validatorjev, število pa mesečno narašča:



Slika 24: (Vir: Polygonscan, Charts and Statistics)

Polygon blockchain ima aktivnih le 100 validatorjev *(Vir: Polygon Technology, Responsibilities&Validators)*, da sistemu omogočijo tako veliko število transakcij na sekundo.

Večje število validatorjev dovoljuje varnost pri blockchainu in prav tako decentralizacijo. Ethereum omrežje je visoko decentralizirano in varno, razmerje v varnosti med Ethereum in Polygon blockchainom pa je 5000:1.

5 REZULTATI

5.1 ZBIRANJE PODATKOV V GRAFE

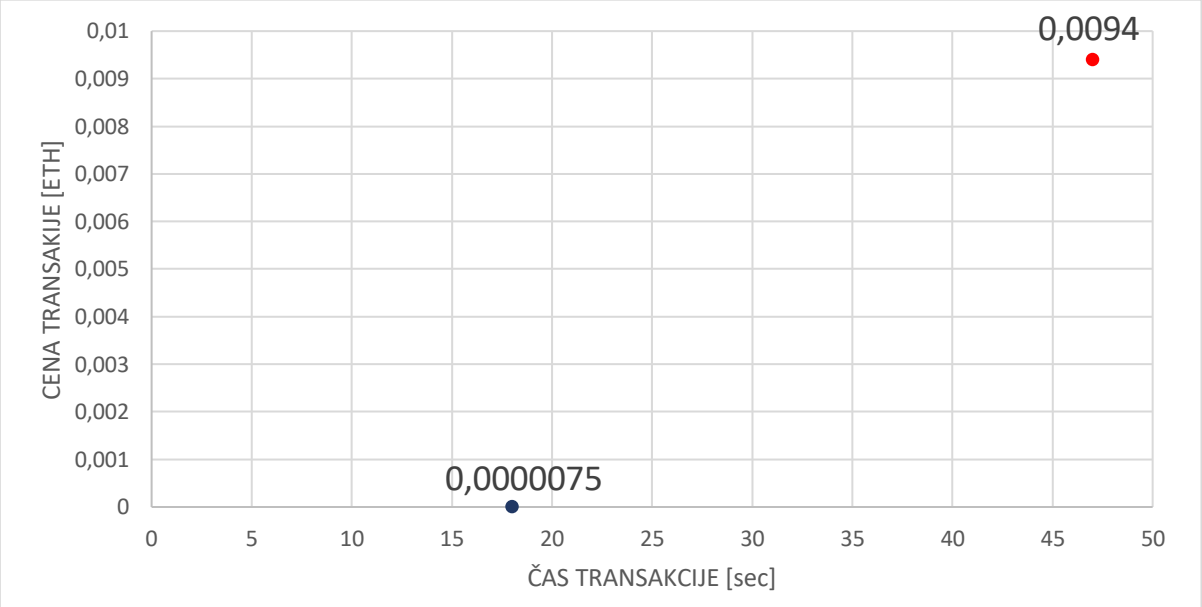
S transakcijami sem zbral podatke o ceni in hitrosti zagona pogodb in prodaje žetonov na vsakem blockchainu pri različnih pogodbah. Tu sem ustvaril grafe za prikaz podatkov.

5.1.1 PRIMERJAVA 1

Primerjal bom ceno in hitrost zagona pogodb na Polygon in Ethereum testnet blockchainu:

5.1.1.1 Pogodba ERC721

Graf 1:



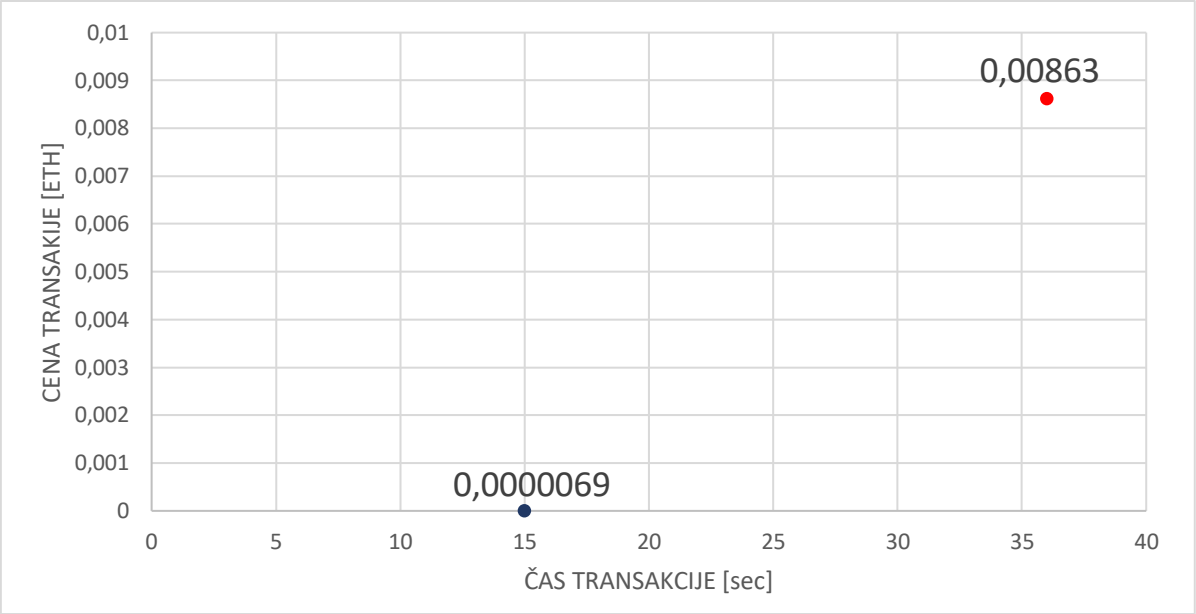
LEGENDA:

Polygon testnet ERC 721: Cena: 0.0000075ETH Čas: 18s
Ethereum testnet ERC 721: Cena: 0.0094ETH Čas: 47s

Iz grafa je razvidno, da ima Polygon veliko prednost pri ceni in hitrosti transakcij zagona določenih kosov kode.
Razmerje med cenama davka gas pri ERC 721 na Ethereum in Polygon blockchainu je 1253:1.

5.1.1.2 Pogodba ERC1155

Graf 2:



LEGENDA:

Polygon testnet ERC 1155: Cena: 0.0000069ETH Čas: 15s

Ethereum testnet ERC 1155: Cena: 0.00863ETH Čas: 36s

Pogodba ERC 1155 je hitrejša in cenejša kot ERC 721, razmerje med cenama na Ethereum in Polygon blockchainu je podobno 1250:1.

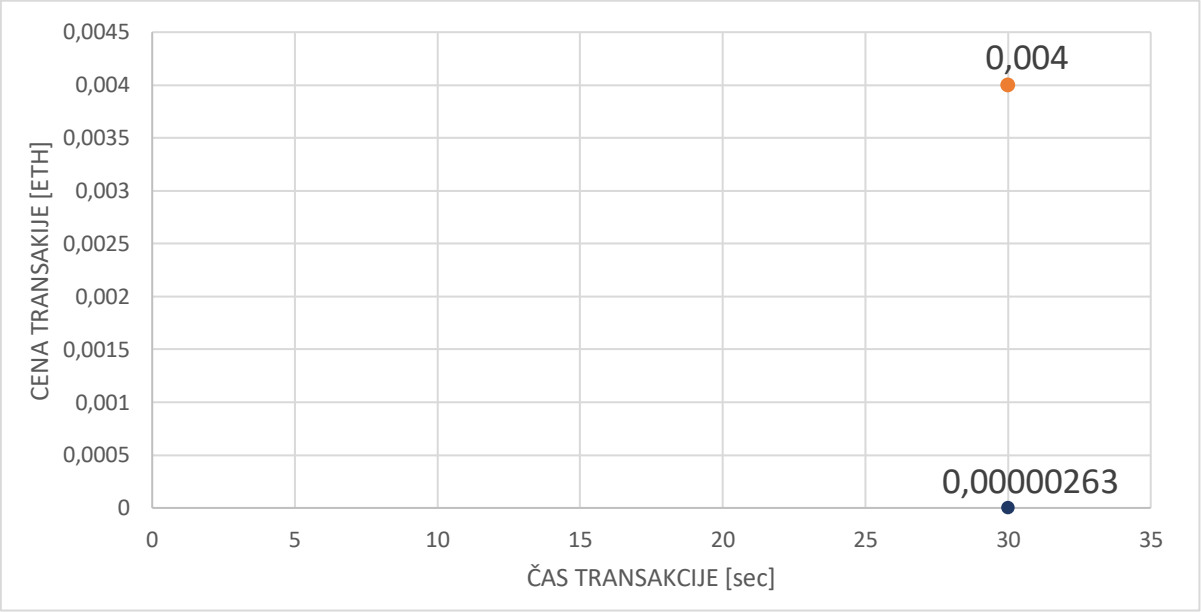
5.1.2 PRIMERJAVA 2

V drugem delu primerjam transakcije preprodaje ustvarjenih žetonov v ceni. Hitrost je pri vseh zanemarljivo podobna, okoli 30 sekund, tako da bom to primerjavo izpustil.

S to primerjavo sem želel dokazati kolikšna razlika bi bila med Ethereumom in Polygonom v hitrosti in ceni, v primeru delovanja decentralizirane aplikacije na enem o teh dveh omrežij.

5.1.2.1 Pogodba ERC721

Graf 3:



LEGENDA:

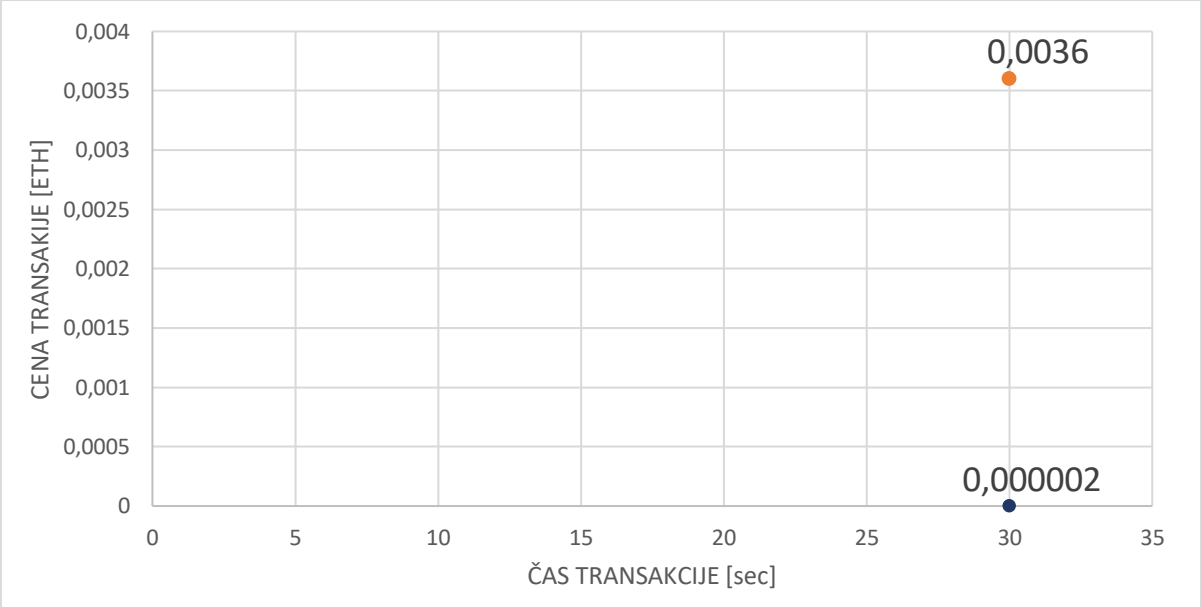
Polygon testnet ERC 721: Cena: 0.00000263 Čas: ~30s

Ethereum testnet ERC 721: Cena: 0.004ETH Čas: ~30s

Razmerje v tej primerjavi med Ethereum in Polygon blockchainom je 1520:1.

5.1.2.2 Pogodba ERC1155

Graf 4:



LEGENDA:

Polygon testnet ERC 1155: Cena: 0.000002ETH Čas: ~30s

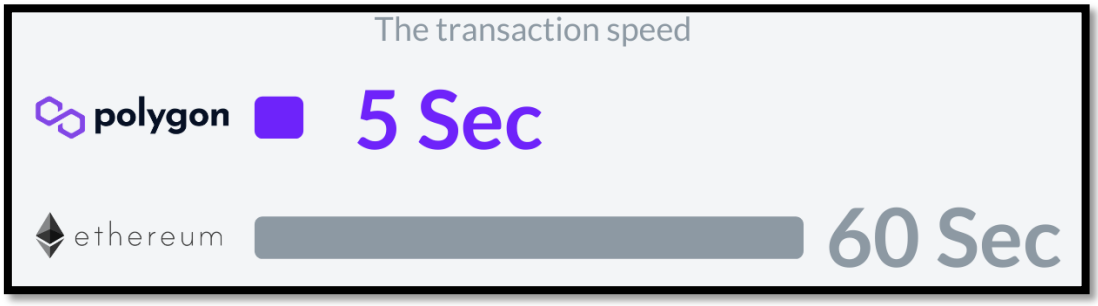
Ethereum testnet ERC 1155: Cena: 0.004ETH Čas: ~30s

Kot v prvi primerjavi je tudi v tej razvidna razlika v ceni transakcij ERC 721 in ERC 1155. Razmerje med cenama v tem primeru je 1800:1, kar je največja razlika v ceni goriva za transakcije med Ethereumom in Polygonom do zdaj.

5.2 RAZPRAVA

5.2.1 ETHEREUM IN POLYGON

Polygon blockchain ima, kakor sem dokazal, cenejše in hitrejše transakcije, za kar je krivo hitrejše ustvarjanje blokov. Hitrejša kot je proizvodnja blokov, več transakcij se lahko v njih vstavi in opravi. Posledično je konkurenca za izvedbo transakcije majhna, kar opazimo v cenejšem gorivu za transakcije.

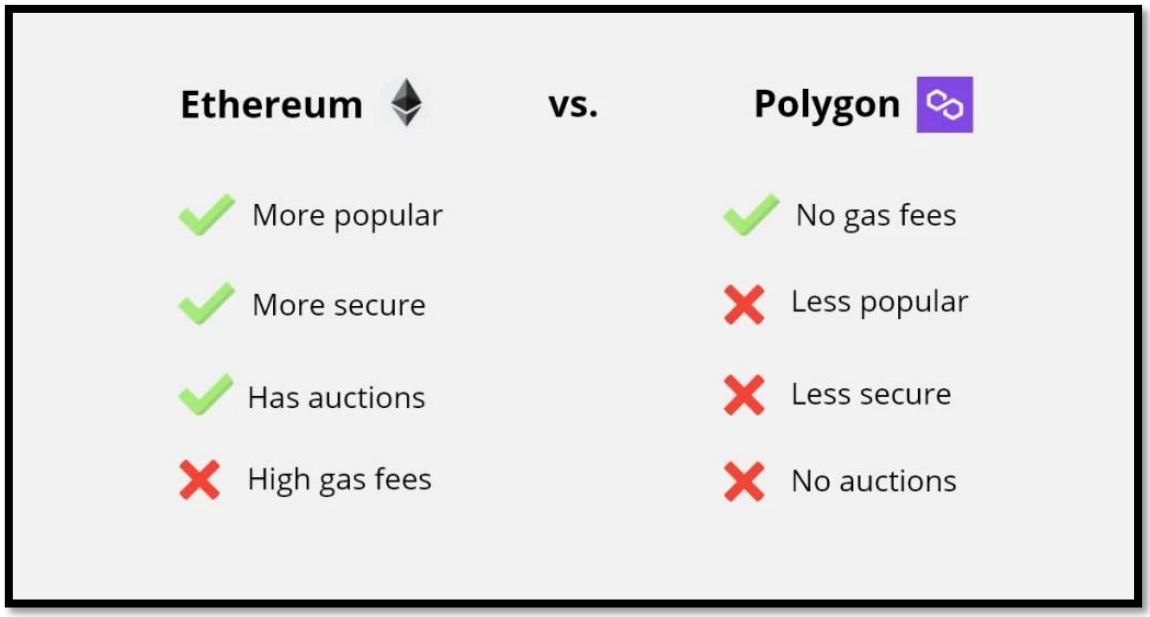


Slika 25: (Vir: Tokeny, partnerstvo s polygonom)

Polygon ima eno glavno slabost. Nima takšne tržne kapitalizacije, kakor Ethereum blockchain, poleg tega pa je manj decentraliziran.

V poglavju *4.7 UPORABNIKI NA ETHEREUM IN POLYGON* smo ugotovili, da ima Ethereum daleč največjo kapitalizacijo v trgu decentraliziranih financ (v ta trg sodi tudi aplikacija, ki jo zagonsko podjetje lansira).

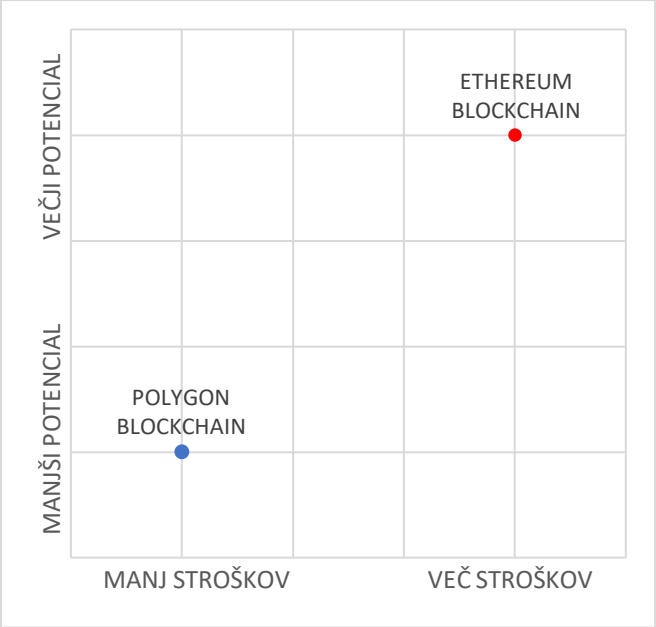
Poleg tržne kapitalizacije ima Ethereum več dnevnih uporabnikov. Za primerjavo: 10 največjih decentraliziranih aplikacij ima na Polygon blockchainu 100.000 dnevnih uporabnikov, na Ethereumu pa 1 milijon. To igra pomembno vlogo pri odločitvi razvijalcev za omrežje.



Slika 26: (Vir: Followchain, Ethereum VS Polygon)

Po mojih raziskavah bi Ethereum in Polygon blockchain tako uvrstil v graf glede na stroške in možnost uspeha aplikacij, zagnanih na teh dveh omrežjih:

Graf 5:

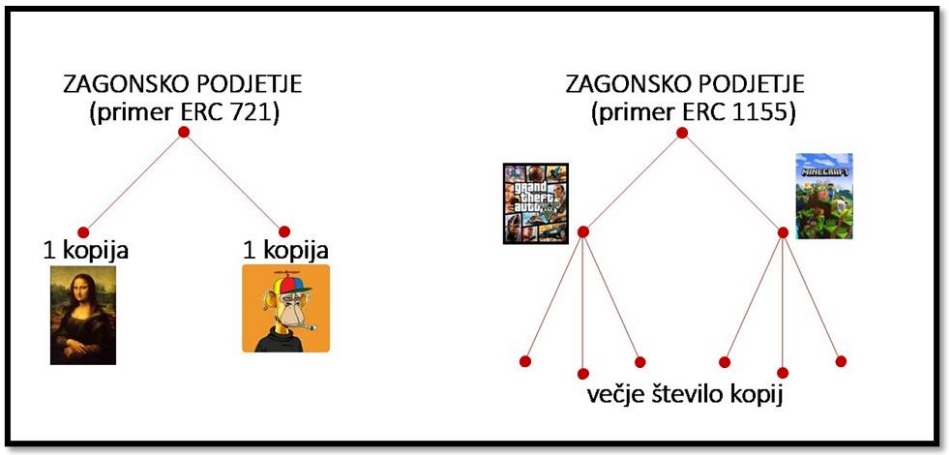


Aplikacije imajo večji potencial, če je več možnih uporabnikov. Ethereum je primernejši razvijalcem, saj ti potrebujejo večjo možnost uspeha, hkrati pa imajo več financ za plačilo stroškov. Lahko rečemo, da pri Ethereumu več plačaš za večji trg in imaš več možnosti za uspeh.

5.2.2 PAMETNI POGODBI ERC 721 IN ERC 1155

Pogodbi ERC 721 in ERC 1155 lahko ustvarita nezamenljive žetone, vendar ima ERC 1155 več uporabnosti z možnostjo tvorbe tako zamenljivih kot nezamenljivih žetonov.

V raziskavi je bilo opazno, da je cena transakcij NFT žetonov pametne pogodbe ERC 721 večja, saj je ta obsežnejša in vsebuje funkcije, specifične za vsak žeton. ERC 1155 je primeren za prodajo več kopij enakega produkta, ERC 721 pa za prodajo unikatnih izdelkov.



Slika 27: (Vir: Slika iz interneta)

5.3 ODGOVOR NA RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

Ethereum blockchain je primernejši, saj ima decentralizirana aplikacija zagonskega podjetja večjo možnost uspeha zaradi več dnevnih uporabnikov in večjo varnost (počasna, bolj preverjena izdelava blokov). Aplikacija zaradi tega deluje počasneje, njeno delovanje na blockchainu v obliki transakcij pa je dražje.

Pametna pogodba ERC 1155 je primernejši standard zaradi nezamenljivosti in zamenljivosti njenih žetonov, kar pomeni, da lahko ustvari unikatno vrsto decentralizirane aplikacije, kljub njeni unikatnosti pa na trg poda več njenih kopij.

5.4 ODGOVOR NA HIPOTEZO 1

Zastavljene hipoteze ne potrjujem. Izkazalo se je, da je Ethereum kljub svojim dragim in počasnim transakcijam primernejši za zagonska podjetja, saj je središče tehnološkega napredka v zvezi z decentraliziranimi sistemi. Poleg tega ima najaktivnejšo mrežo razvijalcev, inovatorjev in potencialnih strank za nakup aplikacije, lansirane kot NFT žeton.

5.5 ODGOVOR NA HIPOTEZO 2

Hipotezo potrdim. ERC 1155 je primernejši standard za prodajo aplikacij, saj lahko na trg podamo več njenih kopij in ne le en unikaten izvod.

6 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi smo spoznali aktualen problem Ethereum in Polygon blockchaina, v čem se razlikujeta in na katerih področjih uspevata, poleg tega pa smo proučili tudi pametne pogodbe, ki lahko ustvarijo nezamenljive žetone.

Na podlagi hitrosti, cen transakcij, varnosti in tržne kapitalizacije blockchaina, smo iskali najprimernejšega za zagonsko podjetje, ki na trg prinaša decentralizirano aplikacijo kot NFT.

Izkazalo se je, da je Ethereum kljub dragim in počasnim transakcijam primernejši izbor zagonskemu podjetju, saj mu ponuja večjo decentralizacijo in večji trg za aplikacijo. Polygon je najboljši drugorazredni blockchain na Ethereumovem sistemu, primeren začetnikom in razvijalcem, ki želijo neko aplikacijo testirati ali pa se le naučiti tehnologije, vendar z manjšo varnostjo in trgom ni najprimernejša izbira zagonskemu podjetju.

7 VIRI IN LITERATURA

(Vir: Smith C., Feb. 17., 2023, »Davek gas«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://ethereum.org/en/developers/docs/gas/)

(Vir: Xie L., Jan. 4., 2021, »A begginer's guide to NFTs«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: A beginner's guide to NFTs — Linda Xie (mirror.xyz))

(Vir: Makori J., Jan. 19., 2023, »Polygon vs. Ethereum«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://www.coingecko.com/learn/polygon-vs-ethereum)

(Vir: Dada T., Feb. 1., 2022, »Polygon vs Ethereum«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://medium.com/coinmonks/polygon-vs-ethereum-where-you-should-launch-your-nft-project-bdcb70a3e67c)

(Vir: Reiff N., Sep. 22., 2022, »What is Polygon (MATIC)«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://www.investopedia.com/polygon-matic-definition-5217569)

(Vir: Pasalkar V., Sep. 4., 2018, »Getting started with blockchain technology«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://calsoftinc.com/blogs/2018/09/getting-started-with-blockchain-technology.html)

(Vir: Rodriguez G., Jun. 2., 2022, »What is Blockchain«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://money.com/what-is-blockchain/)

(Vir: Schumann T., Apr. 5., 2018, »Consensus mechanisms explained«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://hackernoon.com/consensus-mechanisms-explained-pow-vs-pos-89951c66ae10)

(Vir: Chia J., Apr. 6., 2021, »Digital Art for 93M$«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://vulcanpost.com/739769/non-fungible-tokens-nft-arts-singapore/)

(Vir: Sharma R., Jan. 28., 2023, »How do NFTs wrok«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://www.investopedia.com/non-fungible-tokens-nft-5115211)

(Vir: Moving, Jul. 9., 2021, »101 Things you didn't know about ETH 2.0«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi:https://alwaysmoving.medium.com/101-things-you-didnt-know-about-eth-2-0-d4434784483b)

(Vir: How Wei L., Feb. 4., 2022, »Ethereum vs. Polygon«, pridobljeno Feb. 2023, na povezavi: https://www.followchain.org/author/how/)

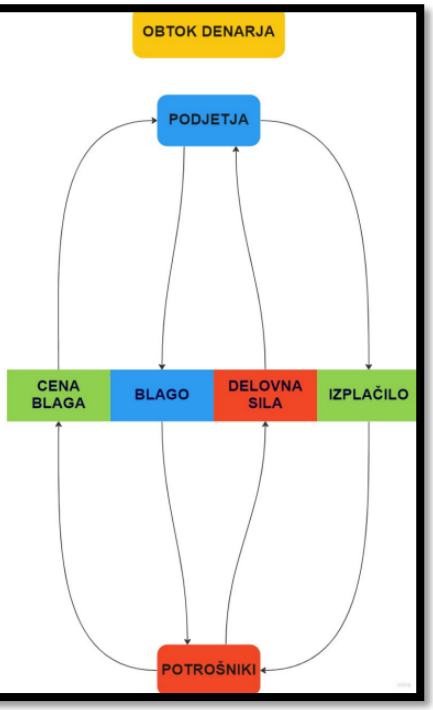
8 PRILOGA 1.


PREDSTAVITEV
Decentralizirane Finance
Revolucionarna tehnologija decentraliziracije ekonomije


Decentralizirance Finance
Obravnavali bomo:
• Probleme trenutnih financ,
• Tehnologijo decentraliziranih financ, primerjava z centraliziranimi,
• Sistem nove tehnologije, blockchain,
• Gradnike decentralizirane ekonomije,
• Kriptokovance,
• Tople, mrzle kripto denarnice, menjanice,
• Revolucionarno tehnologijo pametnih pogodb,
• Digitalno lastništvo, tehnologija NFT,

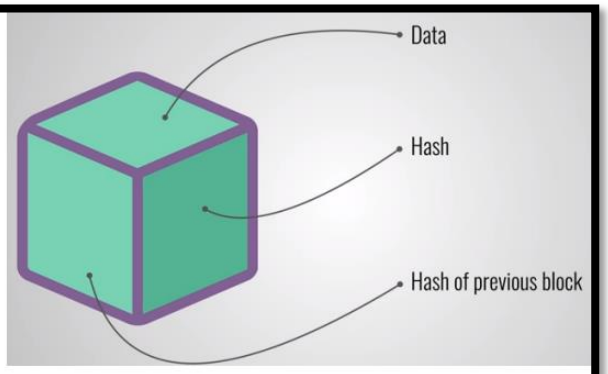
PROBLEMI DANAŠNJE EKONOMIJE:

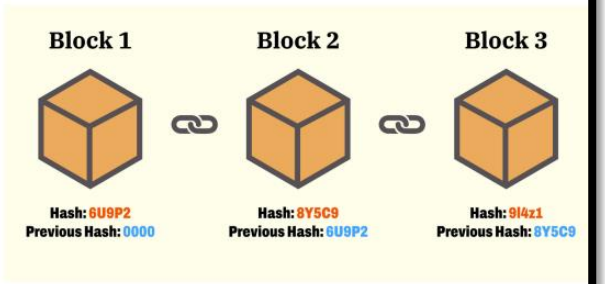
- Centralizirane ekonomske ustanove
- Nimamo celotnega lastništva nad denarjem,
- Neenakomerne pravice,
- Pomanjkanje varnosti,
- Davek na nakupe.



Sistem Blockchain:

- Sistem veriženja blokov s **informacijami o transakcijah**,
- Bloke ustvarjajo in jih validirajo **minerji**, ali **stakerji**,
- Vsak blockchain ima drugačen čas kreacije blokov,
- Bloki po validaciji **nespremenljivi**,
- Vsak uporabnik ima **kopijo** blockchaina,





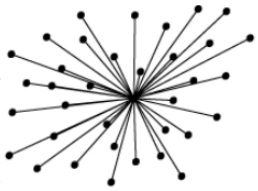
Decentralizirane Finance

- Temeljijo na reševanju problemov današnje centralizirane ekonomije,
- Njeni gradniki:

Stabilne valute	Posojanje, izposojanje	Shranjevanje denarja
• Valute na blockchainu, vezane na vrednost dolarja • Npr. Tether, USDC, Dai...	• deli kode, ki izvajajo funkcije posojanja in izposojanja, • Npr. AAVE,...	• Kripto denarnice, tople, mrzle, • Npr. metamask (topla), ledger (mrzla), trezor (mrzla)...

Centralizirane finance - CeFi

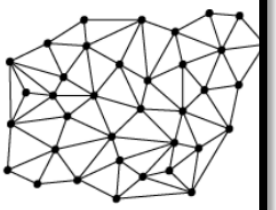
- Tretja oseba med transakcijami
- Digitalno omrežje na državnih strežnikih
- Transakcije obdavčene s strani države
- Sistem ni anonimen
- Podatki o transakcijah niso shranjeni



centralised

Decentralizirane finance - DeFi

- Transakcije odvijajo le med osebami, ki v njej nastopajo
- Omrežje razdeljeno med vsemi uporabniki,
- Transakcije niso obdavčene
- Anonimno
- Vse transakcije posnete
- Potrjene transakcije so nepovratne



distributed

Kriptokovanci

- Valute na blockchainu, z neko **vrednostjo**,
- **zamenljivi,**
- ceno določajo **količina vloženega denarja** in **število obstoječih kovancev**

Vrste kovancev

- **Stabilne valute,**
- **Kovanci (Svoj blockchain),**
- **Žetoni (na tujem blockchainu),**
- **volilni kovanci...**

#	Name	Price	1h %	24h %	7d %	Market Cap	Volume(24h)	Circulating Supply
1	Bitcoin BTC	$16,629.28	0.55%	0.47%	2.30%	$319,915,857,072	$14,267,102,634 856,401 BTC	19,238,112 BTC
2	Ethereum ETH	$1,175.39	0.81%	0.29%	6.20%	$143,836,695,812	$4,315,169,124 3,665,475 ETH	122,373,866 ETH
3	Tether USDT	$1.00	0.00%	0.01%	0.01%	$66,163,228,662	$18,381,069,023 18,378,904,839 USDT	66,157,105,100 USDT

Kripto denarnice

- Način **shranjevanja kriptovalut**,

Public key

Naslov na katerega pošljemo denar,

Private key

S tem **podpišemo** transakcijo,
imamo dostop do denarnice,

(Besedno geslo)

Način da **povrnemo izgubljeno denarnico,**
le **določene** imajo to funkcijo

TOPLE DENARNICE

- spletne strani ali aplikacije,
- ponujajo manjšo varnost,
- najpogostejša **Metamask**,

MRZLE DENARNICE

- **USB ključi,**
- Najvarnejša izbira,
- najpopularnejša **Ledger** in **Trezor**

Pametne pogodbe - **Smart contracts**

- **Algoritmi**, ki opravljajo določena opravila namesto ljudi,
- dovoljujejo le **določeni blockchaini**,
- **enakopravni, avtonomi, nezaupljivi, algoritmični ...**

DaPP

NFT's

DaO's

- Ključni sestavni del Decentraliziranih financ in prihodnjega web 3.0

NFT - Non Fungible Tokens - **Nezamenljivi žetoni**

- Certifikati **lastništva**,
- **Nezamenljivi**, potrebujejo kupca,
- Delujejo na **pametnih pogodbah**,
- Glavni člen koncepta **Web 3.0**

Difference between Fungible & Non-Fungible Tokens

Parameters	Fungible	Non-Fungible
Exchangability	Fungible tokens can be exchanged with other tokens of the same type	Non-Fungible tokens cannot be exchanged with similar type NFT's. For eg:- A car cannot be exchanged with another car
Uniformity	All Fungible tokens are identical to each other	NFT's are unique and not similar to each other
Fractionalisation	Fungible tokens can be divided into smaller units. For eg: a $100 note can be exchanged with another $100 or two $50 tokens	NFT's cannot be divided but are one entire unit

SLABOSTI:

- Nova tehnologija,
- ljudje o tehnologiji podajajo **špekulativna prepričanja brez tehnološkega znanja,**

PREDNOSTI

- Obdobje začetka tehnologije,
- Lahko jo še oblikujemo, na njej **inoviramo**,