UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

INOVATIVNI POSLOVNI MODELI NA PODROČJU TEHNOLOGIJE VERIŽENJA BLOKOV

Ljubljana, november 2023 GRIŠA ČERNE

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Griša Černe, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtor predloženega dela z naslovom Inovativni poslovni modeli na področju tehnologije veriženja blokov, pripravljenega v sodelovanju s svetovalko red. prof. dr. Matejo Drnovšek

I Z J A V L J A M

1. da sem predloženo delo pripravil samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani;
4. da se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobil vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označil;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnal v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi.
11. da sem preveril verodostojnost informacij, ki izhajajo iz zapisov na podlagi uporabe orodij umetne inteligence.

V Ljubljani, dne _____ Podpis študenta: _____

KAZALO

1 UVOD ... 1

2 TEHNOLOŠKE REVOLUCIJE ... 4

2.1 Definicija tehnoloških revolucij ... 4

2.2 Proces tehnoloških revolucij in pomen finančnih mehurčkov ... 4

2.3 Klasifikacije tehnoloških dob ... 6

3 TEORIJA POSLOVNIH MODELOV ... 7

3.1 Interpretacije pojma poslovni model ... 7

3.2 Ključni sestavni deli poslovnega modela ... 8

3.3 Inoviranje s poslovnimi modeli ... 9

3.4 Uspešnost poslovnih modelov ... 11

4 INTERNET IN MOTIVACIJA ZA TEHNOLOGIJO VERIŽENJA BLOKOV 11

4.1 Začetki in zgodovina ... 11

4.2 Ključne spremembe in gradniki ... 13

4.2.1 Vplivi interneta na gospodarstvo, panoge in konkurenčnost ... 13

4.2.2 Odprtokodnost ... 13

4.3 Internetni poslovni modeli ... 14

4.3.1 Mrežni učinki ... 15

4.3.2 Platforme ... 17

4.3.3 Večstranske platforme in mrežni učinki ... 19

4.4 Najpopularnejši tipi monetizacije ... 20

4.5 Evolucija interneta ... 21

4.6 Težave, pomanjkljivosti in izzivi interneta ... 23

4.6.1 Težave z odprtimi (in odprtokodnimi) sistemi ... 23

4.6.2 Težave s centraliziranimi lastniškimi internetnimi platformami ... 24

5 BITCOIN in TEHNOLOGIJA VERIŽENJA BLOKOV ... 26

5.1 Motivacije za nastanek ... 26

5.2 Tehnologija veriženja blokov ... 27

5.3 Bitcoin ... 28

5.3.1 Digitalni podpisi, kriptografski dokazi in kriptografija z javnim ključem ... 29

5.3.2 Javni sistem transakcij in sistem porazdeljenega soglasja ... 30

5.3.3 Rudarjenje in algoritem dokaza o delu ... 30
5.4 Tehnologija kot gradnik aplikacij in poslovnih modelov ... 32
5.5 Tveganja in slabosti ... 33
6 ETHEREUM IN PRIHOD PAMETNIH POGODB ... 36
6.1 Motivacije za nastanek Ethereuma ... 36
6.2 Definicija Ethereuma in pametnih pogodb ... 36
6.3 Lastnosti in sestavni deli Ethereuma ... 37
6.4 Ethereum mehanizem soglasja ... 38
6.5 Aplikacije in primeri uporabe ... 39
6.6 Žetoni in sistemi žetonov ... 39
6.7 Tveganja in slabosti ... 41
7 POSLOVNI MODELI NA PODROČJU TEHNOLOGIJE VERIŽENJA BLOKOV ... 42
7.1 Web3 kot nova doba interneta ... 42
7.2 Ključna inovacija – kriptografski žetoni, osnovani na tehnologiji veriženja blokov ... 43
7.3 Konkurenčnost na področju TVB ... 46
7.3.1 Mrežni učinki in problem hladnega zagona ... 47
7.3.2 Specifične strategije spodbujanja mrežnih učinkov z žetoni ... 48
7.3.3 Obrambnost ... 49
7.4 Protokoli, aplikacije in poslovni modeli na področju Web3 ... 50
7.4.1 Temeljni sloj protokolov TVB ... 50
7.4.2 Elektronski denar ... 51
7.4.3 Decentralizirana infrastruktura ... 51
7.4.4 Decentralizirane finance ... 52
7.4.5 Decentralizirane organizacije in decentralizirano vodenje ... 53
7.4.6 NFT, ustvarjalno gospodarstvo in panoga računalniških iger ... 54
7.4.7 Družbena omrežja ... 55
7.4.8 Ostale rešitve in poslovni modeli ... 55
7.5 Trenutno stanje, težave in izzivi ... 56
8 ANALIZA INOVATIVNEGA PRIMERA POSLOVNEGA MODELA - UNISWAP ... 61
8.1 Centralizirane in decentralizirane borze ... 61

8.2 Uniswap in avtomatizirani ustvarjalci trga ... 62
8.3 Analiza Uniswap poslovnega modela z uporabo platna poslovnega modela. 66
8.3.1 Segmenti strank ... 66
8.3.2 Ponudba vrednosti ... 67
8.3.3 Kanali ... 69
8.3.4 Odnosi s strankami ... 69
8.3.5 Tokovi prihodkov ... 70
8.3.6 Ključni viri ... 70
8.3.7 Ključne dejavnosti ... 71
8.3.8 Ključna partnerstva ... 71
8.3.9 Stroškovna struktura ... 72
8.4 Razprava ... 73
9 SKLEP ... 76
LITERATURA IN VIRI ... 78

KAZALO SLIK

Slika 1: Platno poslovnega modela ... 9
Slika 2: S-krivulja ... 16
Slika 3: Model večstranske platforme ... 19
Slika 4: Ponudba bitcoin kovancev ... 32
Slika 5: Tradicionalni mrežni učinek ... 48
Slika 6: Mrežni učinek z uporabo žetona ... 48

SEZNAM KRATIC

angl. – angleško
AMM – (angl. automated market maker); avtomatizirani ustvarjalec trga
API – (angl. application programming interface); aplikacijski programski vmesnik
CEX – (angl. centralized exchange); centralizirana borza
DAO – (angl. decentralized autonomous organizations); decentralizirane organizacije
DApps – (angl. decentralized applications); decentralizirane aplikacije
DEX – (angl. decentralized exchange); decentralizirana borza
DLT – (angl. distributed ledger technology); tehnologija razpršene evidence
DeFi – (angl. decentralized finance); decentralizirane finance
EOA – (angl. externally owned account); račun v zunanji lasti

EVM – (angl. Ethereum virtual machine); Ethereum virtualni stroj
ICO – (angl. initial coin offering); začetna ponudba kovancev
KYC – (angl. know your customer); poznajte svojo stranko
LSD – (angl. liquid staking derivatives); likvidni izvedeni finančni instrumenti zastavljanja
NFT – (angl. non-fungible tokens); nezamenljivi žetoni
POS – (angl. proof of stake); dokaz o deležu
POW – (angl. proof of work); dokaz o delu
SDK – (angl. software development kit); komplet za razvoj programske opreme
TPS – (angl. transactions per second); transakcije na sekundo
TVB – (angl. blockchain technology); tehnologija veriženja blokov
ZK – (angl. zero-knowledge technology); tehnologija ničelnega znanja

1 UVOD

Tehnološke in podjetniške revolucije že od nekdaj igrajo ključno vlogo v razvoju družbe in gospodarstva, o čemer pričajo številni zgodovinski pregledi in analize. Ti nakazujejo na obstoj cikličnega vzorca v inoviranju in vključevanju novih tehnologij v svet skozi podjetništvo. Prav tako obravnavajo pomembnost finančnega kapitala v celotnem procesu, kar velikokrat vodi do pojava t. i. finančnih mehurčkov (Perez, 2003; Schwab, 2017). Tehnologija veriženja blokov (angl. blockchain technology, v nadaljevanju TVB) predstavlja eno izmed večjih aktualnih inovacij na področju informacijske tehnologije, ki sloni na prvinah interneta in drugih komplementarnih tehnologij. Internetna podjetja, ki danes predstavljajo poglavitno gonilno silo sodobnega gospodarstva, so s svojimi slabostmi in izzivi spodbudila nov korak v razvoju tehnologije, imenovan Web3 (Antonopoulos in Wood, 2018). Zaslugo za popularizacijo tehnologije lahko v veliki meri pripišemo Bitcoin protokolu, ki je svetu predstavil prvi delujoči primer globalne digitalne valute oz. kriptovalute (Nakamoto, 2008). Od takrat dalje smo bili priča izjemnemu porastu priljubljenosti in razvoja tehnologije, ki je zaradi svoje odprtokodnosti omogočila sodelovanje med strokovnjaki po vsem svetu (Antonopoulos, 2017).

Tehnologija v osnovi predstavlja nespremenljivo verigo blokov transakcij, ki je porazdeljena po globalni mreži medsebojno povezanih naprav. Vključuje decentraliziran mehanizem za doseganje soglasja ter kriptografske metode, ki na matematično dokazan način zagotavljajo praktično neomajno digitalno lastništvo (Antonopoulos, 2017). Z abstraktnega vidika omogoča prenos lastništva podatkov na internetu, kar predstavlja ključno nadgradnjo obstoječih internetnih protokolov, ki omogočajo zgolj kopiranje podatkov. Ta lastnost je ustvarila popolnoma nov pogled na obstoječe internetne aplikacije in oblikovanje novih, s poudarkom na tistih, ki se na kakršen koli način ubadajo z vrednostjo, lastništvom ali zaupanjem v posrednike (Antonopoulos, 2017; Aste in drugi, 2017; Morkunas in drugi, 2019). Podobno kot je internet omogočil vzpostavljanje inovativnih poslovnih modelov, tako tudi TVB uvaja gradnike za oblikovanje poslovnih modelov, ki prej niso bili mogoči (Antonopoulos, 2017; Antonopoulos in Wood, 2018; Larios-Hernández, 2017).

Same inovacije pa še ne vodijo do poslovne uspešnosti in vključenosti v družbo. Proces inoviranja je globoko prepleten s procesom podjetništva. Tehnološke revolucije ustvarijo nove tehnološko-ekonomske paradigme, ki definirajo nov oblikovalski prostor za razvoj podjetniških priložnosti (Perez, 2003). Vzpostavljanje poslovnih modelov omogoča opremljanje inovacij z dodatnimi sestavnimi deli, potrebnimi za doseganje poslovnega uspeha na trgu (Chesbrough, 2010; Chesbrough in Rosenbloom, 2002). Kljub temu da je potencial TVB tema številnih znanstvenih raziskav in da se podjetja vedno bolj zavedajo njene strateške pomembnosti, je treba vzporedno z razvojem tehnologije raziskovati tudi razvijajoče se primere uporabe in poslovne aplikacije. Prav tako je razumevanje tehnologije in njenih lastnosti ključnega pomena za oblikovanje ustrezne ponudbe vrednosti v podjetjih.

Nezadostno razumevanje lahko vodi v napačne poslovne odločitve in slabo ocenjen potencial ali uporabnost tehnologije (Hawlitschek in drugi, 2020; Zheng in drugi, 2018).

Namen tega magistrskega dela je prepoznati in razumeti tehnološke gradnike in poslovne vidike TVB, ki omogočajo nove dinamike vzpostavljanja inovativnih poslovnih modelov na tem področju ter s tem povečati razumevanje in ozaveščenost o poslovnih zmožnostih tehnologije s strani podjetnikov. Zaradi tega je treba doseči naslednje cilje. Pomembno je pojasniti TVB in njene ključne lastnosti, ki se uporabljajo kot dodana vrednost in gradniki inovativnih ponudb vrednosti in poslovnih modelov; TVB je treba za ustrezno razumevanje postaviti v širše okolje in jo upoštevati z zgodovinskega vidika predhodnih inovacij in tehnoloških revolucij, ki so privedle do nje ali pokazale podobne vzorce razvoja. Dodatno sta pomembna analiza in pregled obstoječe znanstvene literature na področju poslovnih modelov ter vzpostavljanja poslovnih modelov, v skladu z inovativnimi tehnologijami, kot je TVB. Namen magistrskega dela je vse to pojasniti in raziskati, kako podjetniki izkoriščajo priložnosti na tem področju. To pomeni, kako povezujejo kompleksno, inovativno tehnologijo s poslovnimi modeli in kakšen učinek ima ta tehnologija na poslovanje zgodnjih tehnoloških podjetij. Na koncu analiziram še praktične implementacije in poslovne značilnosti rešitev, osnovanih na TVB. Tako prikažem jasnejšo sliko trenutnega stanja vključevanja tehnologije v svet skozi podjetniški proces.

Raziskovalna vprašanja

1. Kakšni in kateri gradniki za razvoj inovativnih rešitev in poslovnih modelov so podjetnikom na voljo na področju tehnologije veriženja blokov?
2. Kateri vzorci poslovnih modelov obstajajo na področju tehnologije veriženja blokov?
3. Kako uspešni so poslovni modeli na področju tehnologije veriženja blokov?

V magistrskem delu uporabim kvalitativno metodo raziskovanja na osnovi virov, kot so strokovna dela, znanstveni članki, uradni viri in internetne objave. Z njihovo pomočjo na opisni način opredelim pojme, ki so potrebni za ustrezno razumevanje problematike. Pojasnim tudi kritične poglede, na trenutno in prihodnje stanje problematike. Pri tem se premikam od splošnih idej k specifičnim pogledom in se postopoma poglabljam v posamezne vidike. Prepoznam in primerjam bom ponavljajoče se vzorce, ki kažejo na podobnosti med pojavi v različnih časovnih obdobjih (npr. internet in TVB). Prevladujoče teme, vzorce in pojme na določenih točkah združim pod skupno strešno strukturo, ki omogoča jasnejše razumevanje značilnosti idej. Na področju TVB obstaja veliko literature vprašljive zanesljivosti in kredibilnosti, saj je ta tehnologija v zgodnji fazi razvoja in je še težko ločiti zanesljivo od nezanesljivega. Zaradi tega uporabim metodo triangulacije raziskovalnih virov, kar pomeni, da obdelam različne vire različnih avtorjev, ki se nanašajo na iste teme. To vodi v obsežnost celotne uporabljene literature, a hkrati ponudi višjo preverljivost in celovitejšo sliko obravnavanih tematik. Pri povzemanju iz virov sem pozoren na izvor podatkov in njihov kontekst; zaradi holističnih prvin analize se namreč lahko

interpretacija pojavov razlikuje glede na različno okolje in čas, v katerih so prisotni. Predstavim različne poglede znanstvenikov in izpostavim pomembne točke nestrinjanja. Prepoznavam tudi vrzeli in nedoslednosti v trenutnem razumevanju obravnavanih tem. Najprej povzamem izvirne, široko preverjene vire, ki so v tej stroki temeljni. Ti se morda na prvi pogled zdijo zastareli, vendar ponujajo pomembno osnovo za razumevanje izvora idej kot tudi njihovega razvoja. Na primer pri obravnavi Bitcoina in TVB analiziram Bitcoin beli papir in internetne razprave v času ideacije in prvotne implementacije Bitcoin protokola. Nato se poglobim še v posamezne ideje, ki sestavljajo tehnologijo in predstavim razvoj tehnologije od njenih začetkov do danes (Creswell in Poth, 2016).

V empiričnem delu uporabim metodo ustvarjanja primera na osnovi literature, obdelane v teoretičnem delu. Podrobno analiziram primer inovativnega poslovnega modela na področju TVB. S teoretičnim delom ustvarim podlago za razumevanje tehnologije in njenih podjetniških vidikov kot tudi primerov podjetniških podvigov, ki jih je tehnologija omogočila v preteklosti ali jih bo morda v prihodnosti. Z ustvarjanjem primera v empiričnem delu predstavim implementacijo teoretičnih idej v praksi. Pri tem kot ogrodje uporabim *platno poslovnega modela*, ki omogoča razčlenitev in analizo poslovnega modela na ključne sestavne dele. Takšno ogrodje se na področju poslovnih modelov široko uporablja, tako v teoriji kot praksi ter predstavlja standardiziran instrument, ki vodi v višjo jasnost in primerljivost z drugimi poslovnimi modeli. Uporabljena metoda je za obravnavano problematiko najprimernejša, saj so viri pretežno v elektronski obliki in nestrukturirani, zato jih za ustrezno razumevanje v praksi treba sistematično povezati. Natančne in aktualne podatke o trenutnem stanju analiziranega primera najdemo na uradnih internetnih straneh projekta.

V raziskovanje vključim tudi lastne izkušnje, ki sem jih pridobil v zadnjih letih pri delu v podjetju, ki se ukvarja z investicijami v zgodnja zagonska podjetja na področju TVB. Dostop do širokega spektra projektov, ki vključujejo TVB, mi omogoča poglobljen vpogled v dogajanje na področju inovacij tehnološkega podjetništva kot tudi natančnejšo sposobnost presojanja kredibilnosti literature. Ker je lahko kakovost podatkov zaradi hitrega razvoja in kompleksnosti tematike vprašljiva, sem strokovne vire ocenil glede na relevantnost avtorjevega položaja, njegov predhodni prispevek na tem področju ter potencialne konflikte interesov. V raziskavi izhajam tudi iz tajnih zapiskov in povzetkov poslovnih pogovorov z ustanovitelji podjetij, ki so bili opravljeni z namenom razumevanja poslovnih modelov in kritičnega vrednotenja morebitnih investicij. Zaradi informacijskih asimetrij in vrednosti informacij na področju financiranja poslov v zgodnjih fazah so omenjeni podatki redkokdaj prosto dostopni v klasičnih javnih bazah podatkov. Gre namreč za panogo, v kateri sta čas in kakovost informacij ključnega strateškega pomena.

Vsebinska struktura celotne magistrske naloge je tako naslednja: najprej obravnavam zgodovino in lastnosti tehnoloških in podjetniških revolucij, procesa inoviranja in vzorcev, ki se ponavljajo v cikličnem procesu rednih tehnoloških in poslovnih sprememb v družbi. Nato s pregledom literature na temo poslovnih modelov vzpostavim ustrezni kontekst za

razumevanje in obravnavo inovativne tehnologije s podjetniškega vidika. V nadaljevanju se lotim analize razvoja interneta kot tehnologije, ki je omogočila pojav TVB. Analiziram zgodovinske dogodke, ki so spodbudili nastanek TVB in z njo povezanih poslovnih inovacij. Nato se poglobim v TVB in analiziram dve najpoglavitnejši protokolarni inovaciji na tem področju: Bitcoin in Ethereum. S pregledom ključnih lastnosti TVB in omenjenih protokolov izpostavim gradnike, ki omogočajo vključevanje tehnologije v končne poslovne rešitve. Z analizo procesa tehnoloških revolucij, teorije poslovnih modelov, razvoja interneta in lastnosti TVB vzpostavim ustrezni kontekst za razumevanje in obravnavo različnih dejavnikov in inovacij poslovnih modelov na tem področju. Prav tako podrobneje obravnavam uspešnost poslovnih modelov in izzive, s katerimi se srečujejo.

V empiričnem delu raziskave s pomočjo ogrodja *platno poslovnega modela* pripravim podrobno analizo inovativnega poslovnega modela projekta Uniswap. V razpravi dodam interpretacijo rezultatov teoretičnega pregleda in empiričnega raziskovanja ter zaključim s povzetkom trenutnega stanja poslovnih modelov na področju TVB. Na koncu podam kritična mnenja in predloge za podjetnike kot tudi za nadaljnje raziskave.

2 TEHNOLOŠKE REVOLUCIJE

2.1 Definicija tehnoloških revolucij

Skozi zgodovino človeštva so tehnološke revolucije predstavljale ključne mejnike z vidika gospodarske rasti in produktivnosti kot tudi sprememb razmerja gospodarske moči in konkurenčnosti med državami po svetu. S pojmom *revolucije* običajno označujemo hitre in radikalne spremembe ustaljenih načinov življenja ali delovanja. Revolucijam botrujejo nove tehnologije in načini pojmovanja sveta, ki privedejo do temeljnih sprememb v gospodarskih sistemih ali družbenih strukturah (Schwab, 2017).

Perez (2003, str. 8) tehnološke revolucije definira na naslednji način: "Tehnološka revolucija zaznamuje sklop izredno močnih, vidnih, novih in dinamičnih tehnologij, izdelkov ali panog, ki so zmožne korenito in bliskovito spremeniti obstoječe gospodarstvo ter spodbuditi dolgoročno rast in razvoj. Tehnološke revolucije spremljajo medsebojno povezane posamezne tehnološke inovacije, ki običajno vključujejo nov nižje-stroškovni vir energije ali surovino, nove metode delovanja ter številne nove izdelke in storitve. Medsebojno so povezane s skupno infrastrukturo, ki omogoča večjo hitrost in zanesljivost prenosa, komunikacije ter nižje stroške."

2.2 Proces tehnoloških revolucij in pomen finančnih mehurčkov

Študija zadnjih treh stoletij je pokazala, da so se pomembni tehnološki preboji, ki zaznamujejo začetke tehnoloških revolucij, pojavljali ciklično približno vsakih 50 let. Kombinacije novih tehnologij in finančnega kapitala so, skozi proces podjetništva vedno

znova spreminjale obstoječe družbene strukture in načine življenja. Proces tehnoloških revolucij se začne s fazo izbruha, kjer sklop novih prelomnih (angl. disruptive) tehnologij začne bitko z obstoječo infrastrukturo in načini delovanja. Za to fazo je značilen velik porast produktivnosti in hkratno finančno vznemirjenje v novih panogah ali na novih področjih. To privede do evforije in t. i. nerazumne razposajenosti (angl. irrational exuberance), čemur sledita kolaps ali *pok mehurčka* ter prelomna točka, za katero je značilno večanje družbenih in ekonomskih neenakosti ter splošno turbulentno geopolitično okolje. Za tem smo priča počasni vključitvi nove tehnologije v obstoječe družbene, gospodarske, politične, kulturne in institucionalne sfere. Nove tehnologije postanejo na določeni točki, z ustreznimi regulacijami in institucionalno podporo, del vsakdanjika in *status quo.* O tehnoloških revolucijah govorimo zato, ker proces poteka ciklično, običajno v močni povezavi s finančnim kapitalom. Skozi zgodovino so se novi revolucionarni premiki začeli, ko se je potencial dobičkonosnosti investicijskih priložnosti prejšnje revolucije približeval izčrpanosti. Nove visoko-potencialne tehnologije na tej točki predstavljajo priložnosti za ustvarjanje dobička, ki so še posebej privlačne za podjetnike, investitorje, in inovatorje. Delujejo kot magnet, ki privlači finančni kapital in talent iz obstoječih stagnirajočih ali izčrpanih panog ter posledično vodi do prepleta investicijske in podjetniške dejavnosti ter hitrega razvoja na novem področju (Perez, 2003).

Vključevanje novih tehnologij v obstoječe družbene strukture zahteva ne zgolj finančne investicije temveč tudi čas – za razvoj dovršenih tehnologij in končnih rešitev kot tudi za sprejetje le-teh s strani družbe. Proces vključevanja novih tehnologij ne poteka linearno, temveč ciklično. Gre za redno dinamiko med dejanskim stanjem tehnologije (in tehnološkega podjetništva) in kolektivno psihologijo finančnih trgov, ki poskuša tehnologijo na vsaki točki ovrednotiti s špekulativnega namena. Kot omenjeno v zgornjem odstavku tovrstna dinamika vodi do razvoja t. i. finančnih mehurčkov (angl. financial bubbles), še posebej v začetnih fazah tehnologije, ko je uporabna vrednost tehnologije izredno majhna ali celo ni prisotna, vendar ideja nakazuje velik potencial. Finančni mehurčki opisujejo pojav, ko tržne vrednosti podjetij silovito presežejo njihovo dejansko vrednost in vodijo v nerazumno razposajenost, običajno zaradi kolektivne psihologije in kognitivnih pristranskosti, kot je čredno obnašanje (angl. herd behavior). To se običajno konča s tržnim kolapsom in korekcijo (Garber, 2001; Perez, 2003).

Eden izmed pomembnih sklepov Perez (2003) analize tehnoloških revolucij je ključna vloga finančnega kapitala ter opis narave vključevanja prelomnih inovacij in tehnologij v družbo. Finančni kapital, vključno s podjetniki, je vedno osredotočen na nove neizkoriščene in priložnosti z visokim potencialom ter se s tem namenom ves čas premika. Prav tako je za ustrezno razumevanje finančnih mehurčkov pomembno razlikovati med različnimi vzroki, ki jim lahko botrujejo. Med te spadajo pristni tehnološki razvoj z dolgoročnim pogledom (Perez, 2003), kratkoročni legitimni ali nelegitimni načini (npr. Ponzijeva shema) izkoriščanj priložnosti (Sornette in Cauwels, 2014) ali neujemanja v ponudbi in povpraševanju, ki se velikokrat pojavijo zaradi makroekonomskih dejavnikov (npr. tulipan

manija) (Garber, 2001). Finančni mehurčki po Perez (2003) predstavljajo ključni sestavni del procesa vključevanja novih tehnologij v svet.

Pomemben vpliv na omejevanje ali ublažitev finančnih mehurčkov imajo tržne regulacije, a vendar je proces veliko bolj zapleten, kot se sliši. Namen regulacij je usmerjanje tehnološkega napredka ter varovanje uporabnikov, vendar hitro izobraževanje in iskanje ustreznega ravnovesja med spodbujanjem in omejevanjem tehnologije predstavlja precejšen izziv, ki lahko ob manjših napakah vodi v upočasnitev tehnološkega razvoja (Garber, 2001; Perez, 2003; Phillips in Yu, 2011). V celoti gre za širši sistemski pojav, v katerem sodelujejo kompleksni ekonomski, družbeni, institucionalni in politični dejavniki. Ti dejavniki običajno najprej zavirajo vzpon novih tehnologij, na koncu pa se znajdejo v vlogi pospeševalnika, ki omogoči globoko in široko vzpostavitev teh tehnologij v družbi (Perez, 2003).

2.3 Klasifikacije tehnoloških dob

V teoriji obstajajo različne klasifikacije dob tehnoloških revolucij, ki se razlikujejo predvsem po ločitvi in združevanju posameznih inovacij v dobe. Schwab (2017) in drugi (IBM, brez datuma) do sedaj prepoznavajo tri industrijske revolucije (s trenutno četrto), medtem ko smo bili po Perez (2003) do sedaj priča štirim velikim tehnološkim revolucijam ali dobam. V tem delu se sklicujem pretežno na drugo klasifikacijo na štiri dosedanje tehnološke revolucije (navedene spodaj), saj je osnovana na večji akademski in teoretični podlagi:

1. Industrijska revolucija – strojna proizvodnja, tovarne, kanali in vodni pogon (1771).
2. Doba železarstva, železnic, premoga in parnega stroja (1829).
3. Doba jekla, težke gradnje in elektrike (1875).
4. Doba avtomobilizma, nafte, plastike in masovna proizvodnja (1908).

Peto tehnološko revolucijo Perez (2003) imenuje *informacijska in telekomunikacijska doba*, katere začetek pripisujemo prihodu mikroprocesorja leta 1971 (Faggin in drugi, 1996). Kljub temu da smo bili v devetnajstem stoletju priča različnim tehnološkim inovacijam, kot so tranzistorji, polprevodniki, prvi računalniki in celo zgodnja oblika interneta, je šele prvi mikroprocesor predstavljal ključno prelomnico v svetu računalništva in informacijskih tehnologij. Kot prvi programabilni procesor za splošno uporabo na trgu je Intel 4004 povzročil obsežen val inovacij tekom naslednjih desetletij (Intel, brez datuma). Takšne prelomnice Perez (2003) imenuje *veliki poki* (angl. big bangs), saj predstavljajo dogodke, ki na jasen način ilustrirajo velik tehnološki in podjetniški potencial in s svojo vidnostjo posledično vnamejo interes širokega nabora inovatorjev, podjetnikov in investitorjev. Zgodovinski pregled in analiza sestave dosedanjih tehnoloških revolucij sta pomembna za ustrezno razumevanje dejavnikov, s katerimi se srečujemo v tehnologijah sedanjosti in z njimi povezanega procesa podjetništva. Kljub temu da so te revolucije ciklične narave, ne izkazujejo natančnega vzorca, s pomočjo katerega bi lahko zanesljivo predvideli njihov razvoj v prihodnosti. Pojavljajo se na zapleten način – nesorazmerno ter na različnih lokacijah ali področjih (Perez, 2003).

3 TEORIJA POSLOVNIH MODELOV

3.1 Interpretacije pojma poslovni model

Pojem poslovni model je dolgo časa veljal za nekakšen praktični konstrukt ali celo umetnost, brez ustrezne teoretične podlage. Podjetja so poslovne modele že od nekdaj uporabljala v praksi, prvič pa se je pojem v akademski literaturi pojavil šele v petdesetih letih prejšnjega stoletja (Bellman in drugi, 1957; Osterwalder in drugi, 2005). Kljub številnim poskusom uskladitve sta definiranje in uporaba pojma pogosto vodila do provokativnih razprav in nestrinjanj med različnimi akademskimi vejami, kar je oteževalo vzpostavitev enotnega jezika za komunikacijo ter zaviralo raziskovanje poslovnih modelov kot novega akademskega področja (Massa in drugi, 2017; Osterwalder in Pigneur, 2010; Ovans, 2015; Zott in drugi, 2011). Za pojem poslovnega modela je namreč še posebej značilna heterogenost, saj deluje kot nekakšna strešna struktura, ki jo sestavljajo razni podgradniki in procesi (Wirtz in drugi, 2010). Z rastjo priljubljenosti interneta od sredine devetdesetih let prejšnjega stoletja in z globalnim eksperimentiranjem z novimi načini poslovanja, ki jih je prinesla informacijska doba, je istočasno naraščala tudi akademska dejavnost na področju poslovnih modelov ter posledično potreba po ustrezni definiciji (Magretta, 2002; Wirtz in drugi, 2016). Spreminjajoče se okolje v sklopu internetne revolucije (večja odprtost, dostopnost in učinkovitost dostopa informacij) je zahtevalo prilagoditev ustaljenega razmišljanja o poslovanju. S časom je postala še posebej pomembna razprava o razlikah med poslovnim modelom in poslovno strategijo (Massa in drugi, 2017). Nekateri znanstveniki menijo, da samostojna študija poslovnih modelov predstavlja zgolj novo podobo obstoječih spoznanj poslovne strategije (Arend, 2013; Porter in drugi, 2001). Kljub podobnostim med poslovnim modelom in poslovno strategijo pa ju drugi vse bolj obravnavajo kot različna, vendar medsebojno povezana pojma. Poslovni model lahko odraža uresničeno strategijo podjetja (Casadesus-Masanell in Ricart, 2010), vedno pa ima bolj generično strukturo kot strategija sama (Teece, 2010). Povezovanje obeh ima ključen pomen pri zagotavljanju konkurenčnih prednosti podjetij (Teece, 2010). Večinoma pa obstaja strinjanje, da pojem poslovnega modela potrebuje jasnejšo definicijo in več raziskav (Al-Debi in drugi, 2008; Amit in Zott, 2015; Foss in Saebi, 2018; Massa in drugi, 2017; Zott in Amit, 2008). Pojem se prav tako pogosto uporablja narobe kot sinonim za dohodkovni model (angl. revenue model), kar ne upošteva ustrezne celovitosti pojma (DaSilva in Trkman, 2014).

Definicija poslovnega modela

Osterwalder in Pigneur (2010, str. 14), med drugimi, sta poskusila uvesti poenoten teoretični jezik ter poslovni model definirata kot "logiko, na podlagi katere podjetje ustvarja, dostavlja in zajema vrednost" in ga vidita kot osnovo in načrt za implementacijo poslovne strategije.

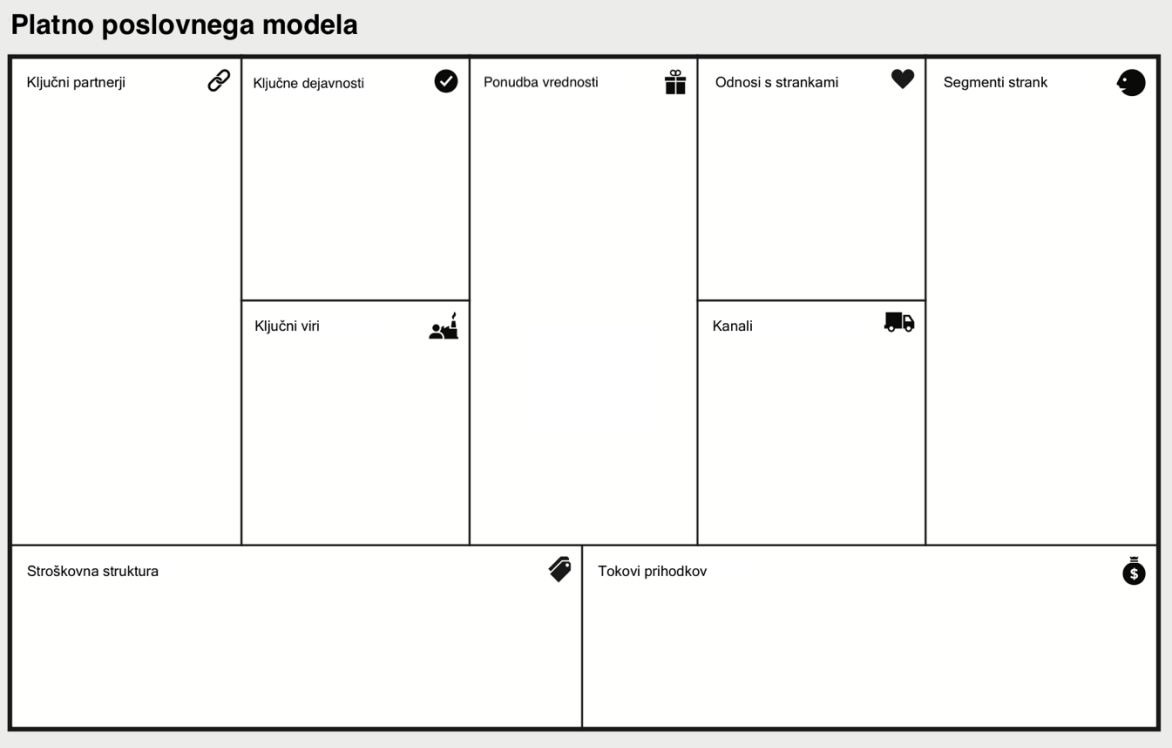
3.2 Ključni sestavni deli poslovnega modela

Sestavni deli poslovnega modela so pomembni kot samostojni gradniki pojma ter tudi kot medsebojno povezana celota. Posamezni deli morajo predstavljati smiselno oblikovane enote in hkrati sestavljati učinkovito medsebojno povezanost, ki vodi do poslovne uspešnosti z vidika ustvarjanja, dostavljanja, in zajemanja vrednosti. Tako kot definicij poslovnega modela obstaja tudi ogromno različnih razčlenitev pojma na ključne sestavne dele. Osterwalder in Pigneur (2010) sta z ogrodjem *platno poslovnega modela* (angl. business model canvas) pojem poslovnega modela razdelila na naslednje gradnike.

1. Segmenti strank – definicija in opis različnih skupin ljudi ali organizacij, ki jih želi podjetje doseči ter jim dostaviti vrednost.
2. Ponudba vrednosti – opis izdelkov in storitev, ki ustvarjajo vrednost za specifični *segment strank*. Ponudba vrednosti rešuje določen problem ali bolečino strank.
3. Kanali – opis načina komunikacije ter dostavljanja *ponudbe vrednosti* specifičnim *segmentom strank*. Kanali se nanašajo na celoten proces interakcije s strankami od začetka (osveščanja morebitnih strank o izdelkih in storitvah) pa do konca (ponujanja podpore po nakupu).
4. Odnosi s strankami – opis tipov odnosov med podjetjem in specifičnimi *segmenti strank*, ki so lahko tako osebni kot avtomatizirani. Odnosi s strankami lahko imajo različne motivacije (pridobivanje strank, ohranjanje strank, večanje prodaje …).
5. Tokovi prihodkov – opis dohodkovnih modelov specifičnih *segmentov strank* in prepoznavanje njihove pripravljenosti plačevanja ter vzpostavljanje ustreznih cenovnih mehanizmov. Načine modelov v splošnem delimo na model enkratnega plačila in naročniški model.
6. Ključni viri – opis najpomembnejših virov, potrebnih za učinkovito delovanje celotnega poslovnega modela. Se pravi omogočajo učinkovito ponujanje *ponudbe vrednosti,* vzpostavljanje *kanalov* in *odnosov s strankami* ter vzpostavljanje *tokov prihodkov.* Ključni viri so lahko fizični, finančni, intelektualni ali človeški.
7. Ključne dejavnosti – opis najpomembnejših dejavnosti, potrebnih za učinkovito delovanje celotnega poslovnega modela. Tako kot *ključni viri* so tudi ključne dejavnosti bistvene za učinkovito nudenje *ponudbe vrednosti,* vzpostavljanje *kanalov* in *odnosov s strankami* ter vzpostavljanje *tokov prihodkov.* Razlikujejo se glede na tip poslovnega modela.
8. Ključni partnerji – opis mreže ponudnikov in partnerjev, potrebne za učinkovito delovanje celotnega poslovnega modela. Podjetja s partnerstvi optimizirajo poslovne modele, manjšajo stroške in pridobivajo dodatne vire. V splošnem razlikujemo naslednje tipe partnerstev: strateška zavezništva med ne-konkurenti, sodelovanje s konkurenti, skupna vlaganja (angl. joint ventures) in odnosi med kupcem in dobaviteljem.
9. Stroškovna struktura – opis vseh stroškov, potrebnih za delovanje poslovnega modela, glede na *ključne vire, ključne dejavnosti in ključna partnerstva.*

Platno poslovnega modela je na voljo tudi kot grafično orodje, ki ga prikazuje slika 1.

Slika 1: Platno poslovnega modela



Prirejeno po Osterwalder in Pigneur (2010).

Medtem ko nekateri znanstveniki kot sestavni del poslovnih modelov vključujejo tudi analizo konkurence in konkurenčno strategijo (Chesbrough, 2010; Chesbrough in Rosenbloom, 2002), Osterwalder in Pigneur (2010) te postavita v *zunanje okolje* in ju obravnavata v poslovnem načrtu, zunaj pojma ključnih sestavnih gradnikov poslovnih modelov.

3.3 Inoviranje s poslovnimi modeli

Proces nastajanja in oblikovanja novih poslovnih modelov je še vedno dokaj neraziskano vprašanje v akademski literaturi (Foss in Saebi, 2018; Zott in Amit, 2013). Kljub temu so nova podjetja skozi zgodovino večkrat dokazala, da inovativni poslovni modeli omogočajo osnovo za posloven uspeh tudi znotraj konkurenčnih panog z močno uveljavljenimi podjetji (Casadesus-Masanell in Zhu, 2013). Inovacije podjetjem omogočajo nove priložnosti za razvoj konkurenčnih prednosti kot tudi nove načine za doseganje ciljev (Massa in drugi, 2017). Vendar samo ideje, znanje in tehnologije zase še ne vsebujejo nikakršne ekonomske vrednosti, dokler jih podjetniki komercializirajo s pomočjo poslovnih modelov (Chesbrough, 2010; Teece, 2018). Ti se redno spreminjajo v skladu s spreminjajočim se okoljem, kar včasih vodi do ustvarjanja popolnoma novih modelov, spreminjanja obstoječih ali pa do ponovnega pojava tistih, ki so nekoč poželi neuspeh in so bili kasneje deležni

rodovitnejših okoliščin (Massa in drugi, 2017). Različni poslovni modeli, ki poskušajo komercializirati iste inovacije ali tehnologije, lahko vodijo do različnih rezultatov. Prav tako obstaja argument, da lahko ima kakovost poslovnega modela večji vpliv na uspešnost komercializacije tehnologije kot tehnologija sama. To pomeni, da lahko boljši poslovni model, osnovan na povprečni tehnologiji, vodi v večjo komercialno uspešnost in dodano vrednost podjetju, v primerjavi s povprečnim poslovnim modelom, osnovanim na boljši (ali učinkovitejši) tehnologiji (Chesbrough, 2010). Eksperimentiranje na področju poslovnih modelov v povezavi z novimi tehnološkimi inovacijami je izjemno pomemben dejavnik, ki igra ključno vlogo za uspešnost podjetij in njihovem vzpostavljanju konkurenčnih prednosti. Hkrati tovrstna dejavnost zmanjšuje tveganja s strani zunanjih inovacij, ki lahko obstoječe poslovne modele naredijo odvečne. Redno eksperimentiranje pa s seboj prinaša tudi določena tveganja, zaradi katerih se veliko podjetij tega izogiba. Primeri takšnih tveganj so nizke začetne marže novih tehnologij, konflikti z obstoječimi poslovnimi modeli, nejasnosti z vidika tržnega in tehnološkega potenciala itn. (Chesbrough, 2010; Teece, 2010). A vendar samo inoviranje na področju poslovnih modelov še ne zagotavlja močnih konkurenčnih prednosti. Čeprav lahko s spremembami v poslovnih modelih izboljšamo poslovanje, je treba hkrati zagotoviti močne ovire za posnemanje s strani konkurentov na osnovi strateške analize (Teece, 2010).

Definicija inoviranja s poslovnimi modeli

Inoviranje na področju poslovnih modelov (angl. business model innovation) lahko definiramo kot proces ustvarjanja novih ali spreminjanja obstoječih poslovnih modelov, kar vključuje iskanje in odkrivanje novih poslovnih logik in novih načinov ustvarjanja, dostavljanja in zajemanja vrednosti (Casadesus-Masanell in Zhu, 2013; Foss in Saebi, 2017; Spieth in drugi, 2014).

Podjetja namreč velikokrat ne vedo, kako novo tehnologijo vključiti v obstoječi poslovni model ali kako prilagoditi poslovni model tako, da bi jo smiselno vključeval (Chesbrough, 2010). Proces izbiranja in vključevanja novih tehnologij je poleg snovanja in implementacije poslovnih modelov ključnega pomena za uspešnost podjetij (Teece, 2018). Učinkovit način prepoznavanja skladnosti obstoječih poslovnih modelov z novimi tehnologijami predstavlja pristop mapiranja na sestavne komponente, ki managerjem omogoča eksperimentiranje z različnimi poslovnimi modeli in vzpostavljanje novih poslovnih modelov (Chesbrough, 2010; Osterwalder in Pigneur, 2010). Eden izmed najpopularnejših pristopov je imenovan platno poslovnega modela (poglavje 3.2). Inoviranje s poslovnimi modeli pa ni striktno povezano z inovativnimi tehnologijami, saj lahko na spreminjaje in ustvarjanje poslovnih modelov vplivajo tudi novi procesi, znanja ali metode, ki zgolj preoblikujejo obstoječe sestavne dele in njihove medsebojne odnose v bolj smiselno celoto. Primer tovrstne inovacije poslovnega modela je "Just in time" proizvodni sistem na Japonskem (Baden-Fuller in Haefliger, 2013).

3.4 Uspešnost poslovnih modelov

Kljub pomanjkanju akademske enotnosti na temo poslovnih modelov lahko v povezavi z ustaljeno teorijo o poslovni strategiji trdimo, da so v zadnjih nekaj desetletjih poslovni modeli pridobili dokaj močno akademsko in praktično uporabo (Foss in Saebi, 2018). Za razumevanje vključevanja inovativnih tehnologij v podjetništvo je pomembno razumevanje dejavnikov, ki vplivajo na uspešnost podjetij in vloge poslovnih modelov v celotnem procesu (Afuah in Tucci, 2003). Ključna vprašanja v sklopu uspešnosti se ubadajo z njihovo konkurenčnostjo in obrambnostjo, še posebej ko so uspešno implementirani na trgu in postanejo bolj transparentni. To je še posebej relevantno za poslovne modele, osnovane na tehnoloških inovacijah, kjer ne obstaja ustrezna zaščita intelektualne lastnine. Čeprav orodja, kot je platno poslovnega modela (slika 1) ne vključujejo analize konkurence, je treba na določeni točki poslovne modele postaviti v okolje, v katerem bodo delovali. Ta način približa poslovne modele dejanski analizi poslovne strategije, ki na podroben način obravnava tudi zunanje konkurenčno okolje (Teece, 2010).

V teoriji in praksi obstajajo številne različne kombinacije poslovnih modelov, zaradi česar so se v akademskem svetu pojavili vzorci, ki združujejo poslovne modele glede na podobne lastnosti. Osterwalder in Pigneur (2010) prepoznavata naslednje vzorce:

- ločevanje (angl. unboundling),
- “dolgi rep” (angl. the long tail),
- večstranske platforme (angl. multi-sided platforms),
- brezplačni poslovni model (angl. free) in
- odprti poslovni modeli (angl. open business models).

4 INTERNET IN MOTIVACIJA ZA TEHNOLOGIJO VERIŽENJA BLOKOV

4.1 Začetki in zgodovina

Internet predstavlja eno izmed ključnih tehnoloških inovacij 20. stoletja, ki je silovito spremenila tako družbene kot tudi gospodarske sfere. Internet kot tehnologija ima širok spekter uporabnosti. Trenutno ga uporabljata več kot dve tretjini prebivalstva po svetu (InternetWorldStats, 2022; ITU, 2022). Za ustreznejše razumevanje tehnologije in ustvarjanje konteksta za naslednja poglavja najprej predstavim nastanek in zgodovino interneta.

Ideja izvira iz področja informacijske teorije in računalništva. Računalništvo kot akademska disciplina se je začelo razvijati v petdesetih letih prejšnjega stoletja (Denning, 2000) pretežno kot dopolnilna tehnologija, ki naj bi povečevala zmogljivost človeških možganov in produktivnost posameznikov kot tudi družbe v celoti (Licklider in Clark, 1962). Kmalu

za tem se so se začele razprave o potencialu široke medsebojne povezljivosti računalnikov po svetu. V sklopu vladnega prizadevanja za uporabo tehnoloških novosti in modernizacije obrambne in akademske infrastrukture je DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) leta 1969 začela raziskovalni program ARPANET na temo tehnologije paketnega preklapljanja (angl. packet switching technology). Še konec istega leta so se na vzpostavljeno omrežje priklopila skupno štiri vozlišča, kar lahko danes razumemo kot začetek interneta (Leiner in drugi, 2009). Prvi dve desetletji svojega razvoja se je uporabljal predvsem v akademske in obrambne namene, hkrati pa se je tehnologija hitro razvijala na ravni protokolov, ki so delovali kot sklopi pravil za medsebojno komunikacijo med povezanimi napravami. V sklopu omrežnih protokolov lahko pojem protokola definiramo kot "sklop konvencij, ki urejajo obravnavo in oblikovanje podatkov v elektronskem komunikacijskem sistemu" (MerriamWebster, brez datuma). Prvi primer takšne zbirke protokolov so združevali TCP (Transmission Control Protocol), IP (Internet Protocol) ter dodatno UDP (User Datagram Protocol), ki so danes poznani kot temeljni sklad internetnih protokolov. Omenjenim protokolom je sledil razvoj Ethernet/LAN tehnologije, sočasni razvoj komercialnih osebnih računalnikov in delovnih postaj v osemdesetih letih ter kasneje prihod DNS (Domain Name System) sistema, ki je omogočil lažjo človeško berljivost in boljšo uporabniško izkušnjo (prehod iz pisanja IP-naslovov v pisanje spletnih naslovov) (Leiner in drugi, 2009). Priljubljenost interneta je začela v tem času silovito rasti tako med znanstvenimi organizacijami in institucijami kakor tudi med posameznimi navdušenci računalništva in informacijskih tehnologij. Tim Berners Lee je leta 1989 kot raziskovalec na Evropski organizaciji za jedrske raziskave (CERN) razvil sistem za upravljanje informacij na internetu, imenovan svetovni splet ali WWW (angl. World Wide Web). Leta 1991 so protokoli in tehnologije WWW, HTTP (Hypertext Transfer Protocol), HTML (Hyper Text Markup Language) in URL (Uniform Resource Locator) postali na voljo za javno uporabo ter svetu predstavili pojem *spletnih strani* (Berners-Lee in drugi, 1992). Prihod teh tehnologij, ki danes predstavljajo hrbtenico svetovnega spleta, je bil prelomnica v zgodovini internetnega razvoja ter spodbudil milijardne investicije v ekosistem (Leiner in drugi, 2009). Svetovni splet in sorodni protokoli in tehnologije so omogočili razvoj aplikacijskega sloja interneta, kar mu je znatno povečalo uporabnost in ga približalo običajnim uporabnikom. Spletni brskalniki kot aplikacije, ki omogočajo uporabniku prijazno uporabo internetnih protokolov, so igrali ključno vlogo v popularizaciji spletnih strani ter spremenili pojmovanje interneta kot orodja za akademsko in vladno uporabo v splošno informacijsko platformo (Gillies in Cailliau, 2000). Prihod *spleta* je v praksi omogočil ustvarjanje vizualno prijaznih spletnih strani z uporabo specifično zasnovane programske kode in krmarjenja po spletnih straneh z uporabo spletnih povezav, namesto vmesnika z ukazno vrstico (Voshmgir, 2020). Spodaj podajam definicijo interneta v namen vzpostavitve enotnega jezika in razumevanja skozi delo:

Internet je globalna in splošno-namenska informacijska infrastruktura, osnovana na internetnih protokolih in tehnologijah, ki medsebojno povezujejo in omogočajo medsebojno komunikacijo med številnimi omrežji in napravami po svetu (Leiner in drugi, 2009).

4.2 Ključne spremembe in gradniki

Kratek pregled zgodovine interneta nas pripelje do vprašanj o ključnih spremembah in gradnikih, ki jih tehnologija prinaša z vidika uporabniške in poslovne vrednosti. Prvotne aplikacije interneta se v uporabnosti in prijaznosti uporabniške izkušnje skoraj neprepoznavno razlikujejo od teh, ki jih poznamo danes, a njihove funkcionalnosti so kljub temu nakazovale na pomembne smernice razvoja v prihodnosti. Med te spada e-pošta, ki je imela poglaviten vpliv na ustaljene načine komunikacije v družbi, saj je vzpostavila popolnoma nov in predhodno neznani komunikacijski medij.

4.2.1 Vplivi interneta na gospodarstvo, panoge in konkurenčnost

Internet je korenito spremenil strukturo obstoječih panog in načinov poslovanja ter omogočil nove dinamike doseganja in ohranjanja vzdržnih konkurenčnih prednosti. Podjetjem je omogočil doseganje večjega števila strank z nižjimi stroški. V skladu z rastočim trendom globalizacije je izenačil pogoje za večino panog, bistveno znižal vstopne ovire ter posledično povečal konkurenčnost in rivalstvo. Dodatno je z višjo dostopnostjo informacij premaknil pogajalsko moč na stran kupcev ter izboljšal operativno učinkovitost s hitrim in globalnim načinom prenosa informacij (Massa in drugi, 2017; Porter in drugi, 2001; Wenger, 2016).

4.2.2 Odprtokodnost

Začetke interneta so zaznamovali odprtokodni protokoli, ki jih je razvijala decentralizirana skupnost prostovoljnih znanstvenikov, razvijalcev in tehničnih navdušencev. Pojem odprtokodnosti pa predstavlja več kot le "odprto programsko kodo". Takšno gibanje je nastalo kot produkt tehnoloških, političnih in kulturnih dejavnikov. Gre za razvoj in distribucijo programske opreme v odprti in globalni skupnosti, ki združuje novosti na področju zakonodaje in pravic intelektualne lastnine. Odprta programska koda in možnost razcepitve (angl. forking) programske kode sta osnovi za odprto, sodelovalno in kombinatorno inoviranje (angl. combinatorial innovation) (Johnson, 2002; Nazarov, 2019; Perens, 1999; Varian, 2009; Weber, 2005). Odprtokodni sistemi so na trg uvedli drugačno gospodarsko dinamiko, ki izkorišča množično in globalno medsebojno povezanost ljudi po svetu. S tem so uvedli sistem "družbene proizvodnje" (angl. social production). Odprt dostop in koordinacija sta omogočila velikemu številu posameznikov opravljanje manjših opravil, v nasprotju z majhnim številom posameznikov, ki opravljajo večino dela. Ideja sloni na predpostavki, da denar ni vedno najboljši spodbudni dejavnik, temveč lahko igrajo pomembno vlogo tudi nefinančni dejavniki, npr. zanimanje, zabava, pomen, razvoj skupnosti, odnosi … (Benkler, 2008). Operacijski sistem Linux velja za enega izmed najuspešnejših primerov, ki je korenito spremenil pogled na razvoj programske opreme v svetu. Danes različice Linux sistema, zavedno ali nezavedno, uporabljamo tako v mobilnih telefonih, kot v veliki večini strežnikov, ki poganjajo internetne aplikacije množične uporabe (Finley, 2016). Med drugimi je vredno omeniti tudi uspeh spletne platforme Wikipedije, ki

vodi *gibanje odprtih informacij* in skupaj z Linuxom igra pomembno vlogo ideoloških predhodnikov TVB (Benkler, 2008).

Odprtokodni sistemi so omogočili razcvet globalnega inoviranja. Kdor koli je lahko uporabljal tehnologijo, eksperimentiral in razvijal nove aplikacije. Na osnovi odprtokodnih protokolov so nastala podjetja, ki dandanes vladajo internetu – Google, Facebook, Amazon itn. Za razliko od temeljenjih internetnih protokolov, ta podjetja predstavljajo zaprte in lastniške ekosisteme, kar jim je omogočalo vzpostavitev močne konkurenčnosti in ohranjanje dominantnih položajev na trgu. Kljub ideji nefinančnih spodbud pa se je odprtokodna programska oprema od nekdaj spopadala z izzivi učinkovite monetizacije (več o tem v poglavju 4.6.1) (Dixon, 2017; Nazarov, 2019; Weber, 2005; Wenger, 2016). Uspešna vzpostavitev tokov prihodkov v primeru podjetij, ki so razvijala odprtokodne sisteme, je običajno vsebovala dodatno lastniško storitev ali izdelek, povezan z odprtokodno rešitvijo, za katero so bili uporabniki pripravljeni plačati. V primeru Linux operacijskega sistema je podjetje Redhat uspešno uvedlo zajem vrednosti z združenjem odprtokodnega modela in dodatne *premium* naročnine, ki je ponujala podporo in dostop do uradnih in preverjenih Redhat verzij Linuxa (Osterwalder in Pigneur, 2010; Weber, 2005).

4.3 Internetni poslovni modeli

Informacijske panoge od nekdaj predstavljajo kočljiv problem za oblikovanje poslovnih modelov. Težko je namreč oceniti vrednost informacije. Prav tako imajo uporabniki interneta na voljo številne brezplačne načine pridobivanja informacij. Zato so morala internetna podjetja inovirati na področju zajemanja vrednosti in vzpostavljanja vzdržnih tokov prihodkov, kar je vodilo v razvoj novodobne oglaševalske panoge, ki danes predstavlja hrbtenico največjih internetnih podjetij. Čeprav ta način monetizacije informacij na prvi pogled daje pridih popolne novosti, obstajajo številne podobnosti z monetizacijo v tradicionalni informacijski panogi časopisov. Časopisi so se namreč običajno prodajali pod ceno stroškov ter preostali del stroškov in dobičkonosnost zagotavljali z oglasi (Shapiro in drugi, 1999; Teece, 2010). Pojem poslovnih modelov se je razvil in pridobil priljubljenost vzporedno z razvojem interneta, saj je tehnologija omogočila obilje informacij v resničnem času in s tem redno eksperimentiranje na strani poslovanja. Dodatne spodbude za priljubljenost poslovnih modelov so predstavljale spreminjajoče se dinamike poslovanja, ki so urgentno pozivale podjetnike k fleksibilnosti in prilagajanju svojih poslov ter izkoriščanju novih priložnosti. Internet so začeli raziskovalci dokaj hitro obravnavati kot *visokohitrostno okolje* (angl. high velocity environment), ki je značilno za dinamične poslovne trge, kjer se nenehno pojavljajo spremembe v povpraševanju, konkurenci, regulacijah in tehnologiji. Zaradi tega večina internetnih podjetij v času svojega razvoja eksperimentira z različnimi kombinacijami poslovnih modelov ali celo posluje z različnimi poslovnimi modeli hkrati (Wirtz in drugi, 2010). Eden od prevladujočih vzorcev poslovnih modelov na področju interneta je model večstranskih platform, ki danes poganja veliko večino najuspešnejših

internetnih podjetij. Preden spregovorim o globlji analizi večstranskih platform, moram za vzpostavitev ustreznega konteksta pojasniti pojem mrežnih učinkov.

4.3.1 Mrežni učinki

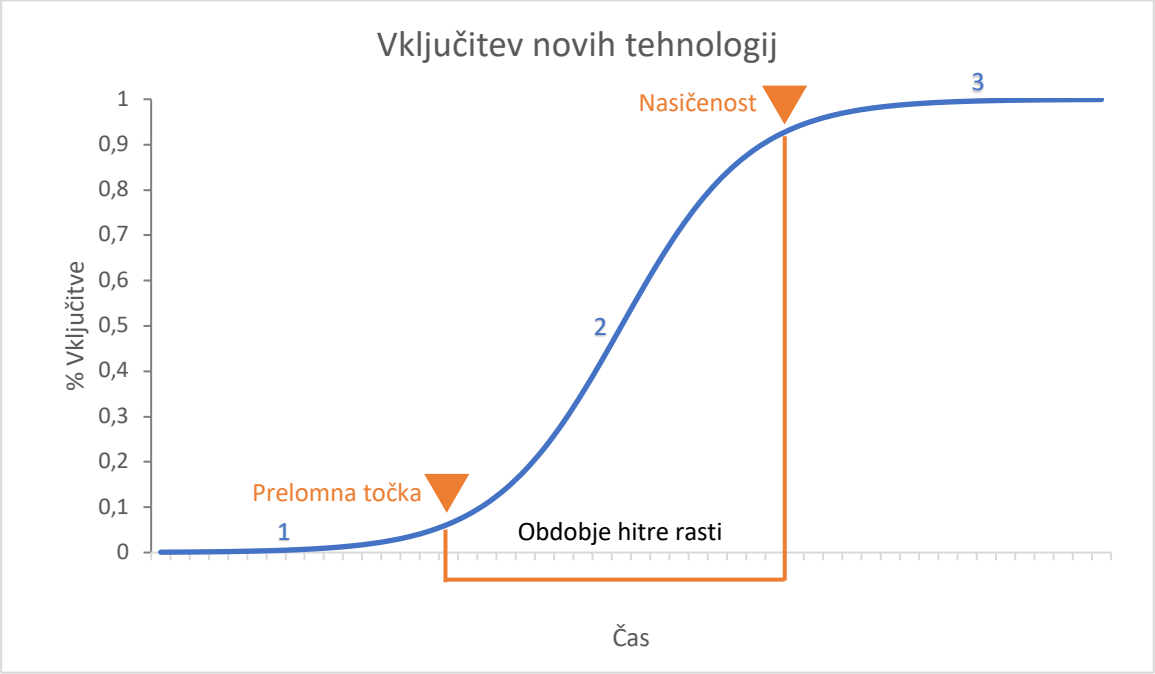
Internetna podjetja so korenito spremenila obstoječe informacijske družbene strukture in na različne načine ustvarila in dostavila vrednost h končnim uporabnikom. A to še ni zagotavljalo učinkovitega zajema vrednosti. Za informacijske tehnologije v splošnem velja ekonomija omrežij, kar pomeni, da je večina internetnih podjetij najprej potrebovala močne mrežne učinke, preden so lahko uporabnike monetizirala in začela vzpostavljati tokove prihodkov (Shapiro in drugi, 1999). O mrežnih učinkih govorimo, ko uporabna vrednost določenega izdelka ali storitve za posameznega uporabnika raste, vključno z rastjo celotnega števila uporabnikov. V literaturi se pojavljajo tudi pojmi, kot so pozitivne mrežne eksternalije (vsak nov uporabnik pozitivno vpliva na ostale uporabnike v omrežju) ali ekonomije obsega na strani povpraševanja (za razliko od tradicionalnih ekonomij obsega zgolj na strani ponudbe). Pojav je prisoten na različnih področjih, kot so telefonska omrežja, letalske družbe, pošta, e-pošta, družbena omrežja, ali internet (Shapiro in drugi, 1999). Za tehnologije, tako fizične kot virtualne, ki so podvržene močnim mrežnim učinkom, je značilna dolga faza zagona (angl. bootstrapping phase), kjer je ključnega pomena vzpostavljanje kritične mase dejavnih uporabnikov, čemur (ob uspešni prvotni fazi) sledi eksplozivna rast. Za proces ustvarjanja mrežnih učinkov je ključna pozitivna povratna zanka (angl. positive feedback loop), ki pa lahko deluje tudi v nasprotno smer kot negativna povratna zanka. Ta pojav je značilen za "zmagovalec-vzame-vse ali zmagovalec-vzame-večino" (angl. winner-takes-all or winner-takes-most) trge, kjer pridobi vodilno podjetje večinski tržni delež (Shapiro in drugi, 1999).

"Močni mrežni učinki omogočajo ekonomije obsega na strani povpraševanja in povečajo vstopne ovire. To vodi v vrsto konkurence, imenovano zmagovalec-vzame-vse (angl. winner-takes-all) ter običajno v tržno strukturo, kjer prevladujeta eno ali dve podjetji (Porter in drugi, 2001, str. 8).

Vključitve novih tehnologij običajno sledijo ustaljenemu vzorcu, ki ga lahko prikažemo s t. i. S-krivuljo, ki poteka v treh korakih (slika 2) (Shapiro in drugi, 1999):

1. Relativno ravna zagonska doba.
2. Strm vzpon krivulje ob začetku mrežnih učinkov na podlagi pozitivnih povratnih zank (obdobje hitre rasti).
3. Izravnava krivulje ob dosegu nasičenosti in zrelosti.

Slika 2: S-krivulja



Prirejeno po Shapiro in drugi (1999).

V tretji fazi velikokrat preide do t. i. konkurence komplementov, kjer se začnejo prevladujoča podjetja zaradi nasičenosti in nižanja dobičkonosnosti osredotočati na komplementarna podjetja, z namenom pridobivanja uporabnikov in večanja dobičkov. Znani primeri tega pojava so: Microsoft in Netscape, Facebook in Zynga ter Twitter in zunanji razvijalci na Twitter API (Dixon, 2018; Zhu, 2019).

Mrežni učinki igrajo ključno vlogo v internetnih poslovnih modelih in predstavljajo enega najmočnejših virov obrambnosti sistema proti konkurenci na tem področju. Zagonska faza omrežij je izjemno zahtevna in polna ovir. Uporaba inovativne, učinkovitejše tehnologije pogosto ni dovolj za pridobitev mrežnih učinkov. Zato so podjetja primorana uporabiti dodatne trženjske in cenovne strategije za pridobitev in zadržanje uporabnikov ter vzpostavitev pozitivnih povratnih zank (Shapiro in drugi, 1999). Razumevanje mrežnih učinkov je prav tako bistvenega pomena za določanje cen izdelkov, saj se pripravljenost uporabnikov za plačevanje določene cene viša s številom uporabnikov celotnega omrežja (Stobierski, 2020).

Prednost prvega igralca (angl. first mover advantage) igra še posebej pomembno vlogo v panogah, kjer prevladujejo mrežni učinki, saj lahko podjetje s tem pridobi nadzor nad trgom in močnejšo vlogo v očeh potrošnikov. Prednost drugega igralca predstavlja tudi zanimivo priložnost zaradi večjih stroškov, s katerimi se spopada prvi igralec ob vzpostavitvi panoge in zmožnosti učenja iz uspehov in napak prvega igralca (Baye in drugi, 2006).

Mrežni učinki vodijo v stroške zamenjave, ki postanejo osnova za računanje pristojbin in vzpostavljanje tokov prihodkov. Stroški zamenjave predstavljajo kakršne koli stroške za uporabnika, tako finančne kot nefinančne, če se ta odloči za zamenjavo ponudnika. To vključuje čas in energijo, potrebno za seznanitev z novim izdelkom, uporabniško izkušnjo, registracijo itd. V splošnem velja, da model deluje, dokler so pristojbine nižje od stroškov zamenjave, zaradi česar jih je potrebno upoštevati v cenitvi izdelkov in storitev (Porter in drugi, 2001; Shapiro in drugi, 1999; Walden, 2020a). V sklopu te teme je pomemben tudi pojem *lepljivosti* (angl. stickiness), ki predstavlja visoke stroške zamenjave. Z višjimi stroški zamenjave se poveča pogajalska moč prodajalcev (zniža pogajalska moč kupcev) in posledično tudi ovire vstopa. Obrambnost in stroški zamenjave internetnih platform se višajo z večjo uporabo in seznanjenostjo uporabnikov z uporabniško izkušnjo. Prav tako s pridobivanjem informacij o vedenju uporabnikov internetne platforme redno prilagajajo ter izboljšujejo svojo uporabniško izkušnjo in ponudbo, da bolje ustreza željam uporabnikov, kar dodatno povečuje zvestobo uporabnikov in hkrati stroške zamenjave (Porter in drugi, 2001).

Sami mrežni učinki pa še niso dovolj za vzpostavitev zadostnih vstopnih ovir. S tem namenom morajo mrežni učinki nastopati na kontroliran in ograjen način v sklopu podjetja, kar je zaradi odprte narave temeljne tehnologije še posebej pomembno v kontekstu internetnih podjetij. Prav tako vzpostavitev mrežnih učinkov zahteva znatne vnaprejšnje tvegane naložbe v boju za dominanten tržni položaj (Porter in drugi, 2001). Med primere internetnih aplikacij z močnimi mrežnimi učinki sodijo e-pošta (npr. Gmail), neposredna sporočila (npr. WhatsApp), avkcijske platforme (npr. Ebay), spletni forumi (npr. Reddit), družbena omrežja (npr. Twitter, Instagram) in iskalniki (npr. Google Search). Mrežni učinki lahko prav tako igrajo odločilno vlogo v konkurenčnih poslih s podobno ponudbo in stroškovno strukturo. Znan primer takšne situacije je na področju videokasetnih standardov, kjer je VHS s trga izrinil Betamax, čeprav je imel Betamax po mnenju večine boljšo tehnologijo (Evans in Schmalensee, 2016).

4.3.2 Platforme

Internet je omogočil vzpon poslovnega modela platform, ki je predstavil nov pogled na ustaljene načine poslovanja. Poslovni model deluje na osnovi ustvarjanja vrednosti z omogočanjem družbenih in ekonomskih interakcij med različnimi skupinami uporabnikov (Massa in drugi, 2017). Pogosto obsega več različnih skupin uporabnikov, zato ga imenujemo tudi večstranske platforme (angl. multi-sided platforms). Poznamo pa jih tudi po imenih *dvostranski trgi* (angl. two-sided markets) ali *večstranski trgi* (angl. multi-sided markets) (Evans in Schmalensee, 2016). Čeprav je raziskovanje platform pridobilo priljubljenost z vzponom interneta, pa model platform ni nastal s prihodom interneta, temveč smo ga lahko zasledili že prej, na primer v časopisnih podjetjih ali v podjetjih kreditnih kartic (Osterwalder in Pigneur, 2010). Spodaj podrobneje definiram pojem večstranskih platform:

Večstranske platforme[1] so posredniške (angl. intermediary) ali povezovalne (angl. matchmaking) platforme, v katerih "surovino" predstavlja več različnih skupin strank, ki jih platforme medsebojno povezujejo. V sklopu interneta delujejo kot virtualni prostori ali aplikacije, ki omogočajo in olajšujejo interakcijo med različnimi skupinami uporabnikov (Evans in Schmalensee, 2016; Osterwalder in Pigneur, 2010).

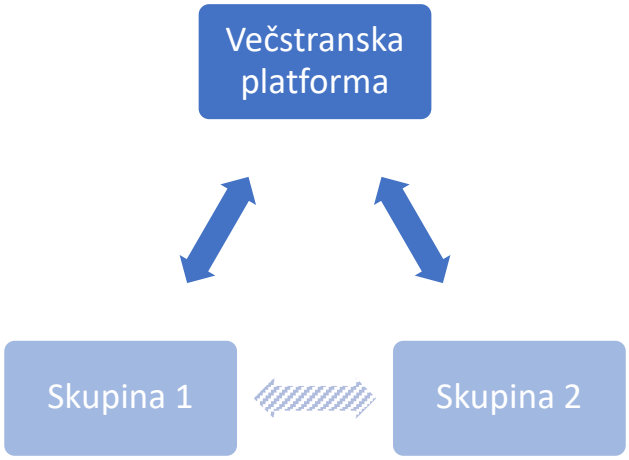
Večstranske platforme so, skupaj z razvojem komplementarnih tehnologij, vodile do pojava *delitvene ekonomije* (angl. sharing economy), ki deluje po načelu deljenja in uporabe neizkoriščenih sredstev in storitev med različnimi uporabniki (npr. Airbnb in Uber). Platforme v tem primeru omogočajo interakcijo med ponudniki neizkoriščenih sredstev in storitev s potrošniki. Pri tem igra še posebej pomembno vlogo digitalno zaupanje, saj se uporabniki zavežejo k sodelovanju in poslovanju s tujci, ne da bi jih osebno poznali (Mazzella in drugi, 2016; Puschmann in Alt, 2016).

V večstranskih platformah (slika 3) je povpraševanje ene skupine uporabnikov odvisno od povpraševanja drugih skupin uporabnikov, kar pomeni, da je za uspešno poslovanje ključna vzpostavitev kritične mase uporabnikov različnih skupin ter hkrati redno usklajevanje povpraševanja, zadovoljstva in interakcij med različnimi skupinami uporabnikov. Zaradi tega se večstranske platforme v zagonski fazi spopadajo s *problemom kokoši in jajca* (angl. chicken-and-egg problem). Upravitelji večstranskih platform morajo skrbno premisliti, katere skupine udeležencev je smiselno najprej spodbuditi k uporabi, da bo platforma čim prej pridobila uporabno vrednost za vse udeležence. Zaradi različnih značilnosti skupin uporabnikov je treba velikokrat nesorazmerno subvencionirati določene skupine, kar lahko pomeni ponujanje izdelkov ali storitev določenim skupinam pod ceno stroškov, zastonj ali celo v zameno za plačilo. Različne strategije subvencioniranja so še posebej pomembne v začetni fazi ustvarjanja mrežnih učinkov in gradnje kritične mase uporabnikov, kjer lahko pomembno vlogo igrajo skladi tveganega kapitala, ki s svojimi investicijami finančno omogočijo takšno poslovanje (Evans in Schmalensee, 2016). Subvencionirajo velikokrat tudi vlade v obliki nižjih davkov (Porter in drugi, 2001). Podpiranje subvencioniranja s strani skladov tveganega kapitala ali vlad je potrebno, saj zgodnja zagonska podjetja običajno še nimajo vzpostavljenih zanesljivih denarnih tokov (Chancellor, 2000; Perez, 2003). V kasnejših fazah življenjske dobe podjetja, ko začne podjetje ustvarjati prihodke, pa večkrat vlogo subvencioniranja prevzamejo skupine uporabnikov, ki so manj cenovno občutljive in tako pokrivajo delež cen za subvencionirane skupine uporabnikov. S tega vidika morajo podjetja večstranskih platform ugotavljati, kdo so tisti uporabniki, ki jih je treba subvencionirati, in kateri uporabniki bodo predstavljali glavni vir prihodkov (Evans in Schmalensee, 2016). Specifične strategije subvencioniranja vključujejo popuste, darila, promocije, kanalske spodbude in močno oglaševanje. Cena uporabe za določene skupine je

[1] Pojem *platforma* se pogosto uporablja tudi v smislu nečesa, na čemer lahko gradimo, zaradi česar je lahko v sklopu večstranskih trgov rahlo zavajajoč.

lahko prav tako zamaskirana v nefinančni podobi, kar je še značilno za poslovne modele z oglaševalskimi prvinami (npr. Google).

Slika 3: Model večstranske platforme



Prirejeno po Øverby in Audestad (2021).

Z večstranskimi platformami se v današnjih časih vsakodnevno srečujemo. Med priljubljene primere sodijo: Uber, American Express, PayPal, Microsoft, Visa, Apple, Airbnb, Instacart in YouTube.

4.3.3 Večstranske platforme in mrežni učinki

Mrežni učinki igrajo ključno vlogo pri uspehu večstranskih platform. Razvijejo se lahko na različne načine in na različnih straneh večstranskih platform. Podjetja, kljub prednosti prvega igralca in pridobitve močnih mrežnih učinkov na trgu, kjer zmagovalec dobi vse ali večino, velikokrat ugotovijo, da to ni dovolj za ohranjanje trajnostnih konkurenčnih prednosti. Dominantne platforme se morajo redno prilagajati in prenavljati svojo ponudbo vrednosti ter se proaktivno spopadati s številnimi izzivi in tveganji (Hagiu in Rothman, 2016). Primere izpodrivanja dominantnih platform z močnimi mrežnimi učinki lahko zasledimo na področju družbenih omrežij, kjer je MySpace izpodrinil Friendster, Facebook pa je izpodrinil MySpace. Danes lahko spremljamo, kako Instagram, TikTok in druga nova družbena omrežja izpodrivajo Facebook. Čeprav je Meta lastnik tako Facebooka in Instagrama, kar lahko obravnavamo kot uspešno strateško prenovitev (Chen, 2021; Evans in Schmalensee, 2016). Mrežni učinki v sklopu večstranskih platform običajno delujejo bolj zapleteno, kot je zgolj sledenje enostavnemu nasvetu "zberi čim več očesnih zrkel in se nato ubadaj z monetizacijo". Ta ideja se nanaša predvsem na poslovne modele, ki kot ključni sestavni del vključujejo oglaševanje (npr. Google, Facebook, Instagram). V splošnem poznamo dva tipa mrežnih učinkov: neposrednega in posrednega. Neposredni mrežni učinki vplivajo zgolj na celotno vrednost omrežja, posredni mrežni učinki pa nastopajo v večstranskih platformah, kjer vplivajo na celotno vrednost kot tudi na vrednost ostalih skupin

uporabnikov (Stobierski, 2020). Čeprav večje število uporabnikov običajno vodi v večjo vrednost omrežja, lahko imajo mrežni učinki v sklopu večstranskih platform tako pozitiven kot negativen vpliv na določene skupine. Če se ravnovesje uporabnikov preveč prenese na eno skupino, ima to lahko negativen učinek na uporabnost drugih skupin uporabnikov (npr. preveč oglaševalcev lahko izrazito zmanjša uporabnost bralcev/uporabnikov časopisov/družbenih omrežij). To včasih vodi v potrebo po omejevanju določenih skupin udeležencev. Prav tako z vidika mrežnih učinkov za uspeh večstranskih platform niso potrebne zgolj številke uporabnikov različnih skupin, temveč tudi relevantnost posameznih uporabnikov v različnih skupinah, ki dejansko vodi v uspešno združevanje (Evans in Schmalensee, 2016).

Večstranske platforme so dokaj hitro postale dominanten vzorec internetnih poslovnih modelov, kar je danes vidno v tržnih kapitalizacijah najvrednejših internetnih podjetij (CompaniesMarketCap, brez datuma; Statista, 2023). S porastom platform so uporabniki pridobili vlogo soustvarjalcev (O'Reilly in Battelle, 2009). Te aplikacije so v večini primerov vzpostavile poslovne modele, osnovane na masovnem zbiranju in obdelovanju podatkov o uporabnikih, kar predstavlja močno ponudbo vrednosti za oglaševalce. Internetu je aplikacijski sloj dodal praktično uporabno vrednost za končne uporabnike ter hkrati uvedel uspešen način monetizacije in obrambnosti, v čemer temeljni protokoli niso bili uspešni (Nazarov, 2019; O'Reilly in Battelle, 2009).

4.4 Najpopularnejši tipi monetizacije

V sklopu interneta obstajajo številni načini monetizacije oz. vzpostavljanja tokov prihodkov. Spodaj omenim nekaj prevladujočih in uspešnejših načinov, ki so še posebej zaznamovali internetna podjetja. Večina podjetij hkrati uporablja različne kombinacije naslednjih strategij:

- Oglaševanje (monetizacija uporabnikov in podatkov) – model deluje na posredni monetizaciji pozornosti velikega števila uporabnikov ter monetizaciji velikih količin uporabniških podatkov, ki se prodajajo oglaševalcem in uporabljajo za izboljšavo ponudbe vrednosti za oglaševalce (boljše ciljanje, izboljšava uporabniške izkušnje in izdelka v celoti) kot tudi končne uporabnike. S tem podjetja končnim uporabnikom abstrahirajo strošek uporabe ter uvedejo občutek zastonjske uporabe. Tako kot večina internetnih poslov oglaševalski model deluje na izrazitih mrežnih učinkih, kar pomeni, da je izjemno dobičkonosen zgolj za podjetja, ki lahko oglaševalcem na podlagi učinkovitih metrik dokažejo številčnost uporabniške skupnosti in dejavno uporabo (Rayport, 1999; Wirtz in drugi, 2010).
- Naročnine (angl. subscriptions) ali programska oprema kot storitev (angl. software-as-a-service) – v tej strategiji uporabniki plačujejo redno pristojbino v zameno za uporabo storitve. Primeri takšnih podjetij so ponudniki shranjevanja v oblaku (angl. cloud storage

providers) kot sta Dropbox in Google Drive ali pretočne platforme, kot sta Spotify in Apple Music (Täuscher in Laudien, 2018).
- Provizije (angl. commissions) – z uporabo te strategije podjetja računajo odstotek transakcij, opravljenih na platformi (Täuscher in Laudien, 2018).
- *Freemium* – v tej strategiji podjetja ponujajo osnovno različico storitve zastonj (velikokrat z dodanimi oglasi), kar vodi v učinkovito pridobivanje strank. Hkrati ponujajo tudi plačljivo, izboljšano (premium) različico storitve z dodatnimi funkcijami (Wilson, 2006).
- Model plačevanja po porabi (angl. pay-per-use model) – ta način monetizacije omogoča uporabnikom plačevanje storitve zgolj po porabi, kar pomembno spremeni tradicionalni pogled na razlikovanje med fiksnimi in variabilnimi stroški. Ta način so uspešno uvedli ponudniki *računalništva v oblaku* (angl. cloud-based computing) kot je na primer Amazon EC2. S tem je Amazon odstranil potrebo po visokih začetnih stroških za manjša podjetja in omogočil bolj učinkovit način poslovanja (Teece, 2010).

4.5 Evolucija interneta

Evolucija interneta je potekala v več korakih, ki so jih zaznamovali prihodi različnih tehnologij in obsežni premiki v načinih razvoja aplikacij. Čeprav obstajajo različne interpretacije in pogledi, si lahko prvi dve obdobji predstavljamo na osnovi naslednjih sklopov značilnosti (Antonopoulos in Wood, 2018; O'Reilly, 2005; O'Reilly in Battelle, 2009; Voshmgir, 2020):

Web1
- Osnovna ideja je hiperpovezovanje vsebine na spletu, ki je ustvarjena z medsebojnim sodelovanjem globalne mreže uporabnikov.
- V tem obdobju je potekal razvoj temeljnih internetnih protokolov (TCP/IP, HTTP, SMTP …).
- Obdobje zaznamujejo lastnosti odprtosti in decentralizacije, odprtokodnosti in vodenja s strani skupnosti.
- Korenite spremembe v načinih prenosa in dostopa do podatkov in informacij.
- Prihod svetovnega spleta (WWW) in HTML spletnih strani.
- Internet se obravnava kot decentralizirana zbirka statičnih spletnih strani.
- Prihod spletnih brskalnikov (angl. browsers) in iskalnikov (angl. search engines).
- *Vojne brskalnikov* (angl. browser wars).
- Med priljubljene primere uporabe spadata predvsem Netscape in Internet Explorer.

Web2
- Osnovno idejo predstavljajo razvoj interaktivnih, dinamičnih in odzivnih spletnih strani, bogate uporabniške izkušnje in prihod uporabniško ustvarjenih vsebin (t. i. sodelovalni in družbeni splet).

- Obdobje zaznamuje vzpon internetnih platform. Internet se začne obravnavati kot "omrežje kot platforma, ki vključuje vse povezane naprave" (O'Reilly, 2005).
- Dejavnost se premakne iz odprtih protokolov v vedno bolj zaprte, centralizirane in lastniške večstranske platforme, ki na učinkovit način povezujejo različne skupine deležnikov in hkrati nosijo polno moč v vodenju sistema in z njim povezanih podatkov.
- Podjetniki kot osnovo za gradnjo tovrstnih lastniških podjetij uporabljajo odprte internetne protokole in na različne načine monetizirajo uporabnike. Med temi izstopa poslovni model oglaševanja, ki abstrahira sredstvo plačevanja za uporabo iz denarja v pozornost.
- Platforme se razvijejo v t. i. podatkovne monopole in s tem začnejo predstavljati grožnjo demokraciji. Velike količine organiziranih in smiselnih podatkov postanejo ključen vir konkurenčnih prednosti.
- Počasna rast odprtih/odprtokodnih platform v primerjavi z zaprtimi/lastniškimi platformami.
- Mrežni učinki, osnovani na uporabnikih in uporabniških prispevkih, predstavljajo ključ do tržne prevlade.
- Prihod *bloganja* (angl. blogging) – skupnost uporabnikov začne konkurirati tradicionalnim medijem.
- Prihod družbenih omrežij in korenite spremembe ustaljenih načinov družbenih interakcij.
- Močan premik k pametnim telefonom in uporaba različnih senzorskih vhodov z namenom celovitejšega obdelovanja podatkov, gradnje konteksta in razvoja inovativnih aplikacij.
- Prihod ekonomije deljenja (angl. sharing economy).
- Zgodnji priljubljeni primeri uporabe: Google, Amazon, Ebay, Apple in Microsoft.
- Kasnejši priljubljeni primeri uporabe: Facebook, Twitter in YouTube.

Dotcom mehurček

V poznih devetdesetih letih prejšnjega stoletja se je znatno povečala splošna uporaba internetne tehnologije, kar je vodilo do nerazumne tržne razposajenosti, previsokih vrednotenj in ogromnih razmerij med ceno in zaslužkom (angl. price-to-earnings ratios). To obdobje danes imenujemo *dotcom mehurček* (angl. dotcom bubble). Na področju internetnega poslovanja je v tem času vladal kaos. Internetna podjetja z novimi poslovnimi modeli so dosegala izjemno kratkotrajno uspešnost ter brez kakršne koli vztrajnosti razveljavljala predhodne modele. Finančni kapital (predvsem skladi tveganega kapitala) je igral pomembno vlogo v celotnem procesu, kot smo spoznali v poglavju 2 (Madrigal, 2017; Marks, 2000; McCullough, 2018; Rayport, 1999). Porter in drugi (2001) so internetna podjetja v tej fazi strogo kritizirali s strani izkrivljenih prihodkov, stroškov, cen delnic kot tudi nezanesljivih novih finančnih metrik.

4.6 Težave, pomanjkljivosti in izzivi interneta

Internet je s seboj prinesel številne prednosti ter popolnoma spremenil dinamiko dostopa in prenosa informacij, kar je vplivalo na vrsto obstoječih poslovnih modelov ter nastanek novih. Hkrati pa je vseobsežna, odprta in hitra informacijska dostopnost otežila določene vidike poslovanja, še posebej vzpostavljanje konkurenčnih prednosti in zmožnosti zajemanja ustvarjene vrednosti. To je velikokrat vodilo v t. i. dirko do dna (angl. race to the bottom) z vidika dobičkonosnosti, saj je zaradi nižjih vstopnih ovir in posledično nižje diferenciacije med izdelki pristop vzpostavljanja konkurenčnosti skoraj v celoti prešel na ceno (Porter in drugi, 2001). Kljub obsežnemu vplivu interneta na praktično vse panoge se tehnologija še vedno srečuje s številnimi izzivi. V literaturi obstajajo različne analize pomanjkljivosti interneta, ki presegajo sklop tega dela (Porter in drugi, 2001), zato se bom v naslednjih točkah omejil na tiste, ki so delovale kot spodbudne sile za razvoj TVB.

4.6.1 Težave z odprtimi (in odprtokodnimi) sistemi

Odprtokodni protokoli ali programska oprema na splošno, kljub izjemno široki uporabi v današnjem svetu niso dosegli takšnega nivoja kompleksnosti, dovršenosti in uporabne vrednosti za končne uporabnike, kot so ga dosegle dominantne lastniške platforme. S komercialnega vidika so uspeli lastniški modeli internetnih podjetij zajeti veliko več vrednosti, medtem ko so se odprtokodni projekti od začetka srečevali z izzivi na področju poslovnih modelov in monetizacije (Dixon, 2017; Nazarov, 2019; Wenger, 2016). Če uspešnost internetnih poslovnih modelov ocenjujemo zgolj na osnovi dobičkonosnosti (Afuah in Tucci, 2003), so bili prvotni in temeljni odprtokodni protokoli, na katerih danes slonijo internetne platforme in aplikacije, neuspešni. Internet je v začetnih letih deloval kot velika decentralizirana skupnost posameznikov in raziskovalnih organizacij. Leiner in drugi (2009) so v času pisanja svojega članka prepoznavali ovire usklajevanja med številnimi deležniki, ki so se nedavno priključili ekosistemu. Skrbi in izzivi na področju koordinacije razvoja odprtih protokolov so dokaj hitro postajali jasni: "Če internet propade, to ne bo zato, ker primanjkuje tehnologije, vizije ali motivacije, temveč zato, ker ne moremo določiti jasne smeri in skupaj korakati v prihodnost" (Leiner in drugi, 2009, str. 31). V odprtih sistemih je namreč potrebno usklajevanje med velikim številom deležnikov, kot so vzdrževalci standardov, razvijalci aplikacij, vzdrževalci strežnikov, pokroviteljske organizacije itd. (Dixon, 2017; Shapiro in drugi, 1999).

Zaprti sistemi lažje vzpostavijo močne konkurenčne prednosti in različne načine monetizacije, na podlagi česar razvijalce finančno spodbudijo k delu. Prav tako v zaprtih sistemih funkcijo vodenja izvaja zgolj ena enota, zaradi česar so te organizacije hitrejše, učinkovitejše in uspe jim ponuditi boljšo uporabniško izkušnjo. Posledično dosegajo hitrejšo rast in so zmožne hitreje pridobiti finančne investicije ter ustvarjati prihodke, kar ima pozitiven učinek na uporabnost njihovih izdelkov in storitev (Dixon, 2017; Marlinspike, 2022; Shapiro in drugi, 1999). Po drugi stani pa odprti sistemi običajno nimajo jasne

voditeljske strukture, poslovnega modela ali zmožnosti monetizacije uporabnikov ter posledično ne vsebujejo ključnih sestavin za finančno spodbujanje rednega razvoja. Odprtokodne sisteme lahko kategoriziramo kot tipe javnih dobrin (angl. public goods), ki se v sklopu že omenjenih izzivov in težav spopadajo s poznanim *problemom brezplačnega voznika* (angl. free-rider problem). To pomeni, da večina uporabnikov zgolj koristi končne izdelke ali storitve, ne da bi kar koli prispevali (Voshmgir, 2020). To je vodilo v pomembna vprašanja o tem, kako zagotoviti in vzdrževati učinkovito sodelovanje med prostovoljci, brez monetarnih spodbud (Weber, 2005).

Prispevek k odprtokodnim sistemom lahko prinaša določen ugled v panogi. Prav tako igra vlogo v motivaciji posameznikov altruizem, vendar ima svoje meje. Med sodelujočimi so večinoma velikodušni strokovnjaki, ki to delo počnejo kot hobi, iz prostovoljnih ali dobrodelnih namenov, ali pa jih spodbujajo kakšni drugi nefinančni motivi. Ti pa velikokrat ne zadostujejo za preživetje in konkurenčnost na trgu. Predanost, zavzetost in odločnost odprtokodnih razvijalcev je zato običajno krhka in kratkotrajna (Nazarov, 2019; Weber, 2005). Glede na Coelho in Valente (2017), sodobni odprtokodni protokoli najpogosteje propadejo zaradi močne konkurence, čemur sledijo naslednji razlogi: funkcionalna zastarelost, izguba interesa glavnih razvijalcev ali pomanjkanje časa glavnih razvijalcev. Izziv ekonomskega utemeljevanja financiranja tehnologije v prihodnosti ni bil skrivnost znotraj internetne skupnosti (Leiner in drugi, 2009). Zajemanje vrednosti v odprtokodnih protokolih je namreč bistveno težje kot v lastniških platformah, saj lahko konkurenti enostavno prekopirajo kodo programske opreme in si z uporabo različnih strategij trženja prisvojijo delež uporabnikov in dobička. V svetu programske opreme predstavlja nadzor nad izvorno kodo (angl. source code) ključno osnovo za vzpostavitev in vzdrževanje konkurenčnih prednosti in obrambnosti na trgu (Weber, 2005).

4.6.2 Težave s centraliziranimi lastniškimi internetnimi platformami

Zaprte lastniške platforme z velikimi uporabniškimi bazami in posledično velikimi količinami uporabniških podatkov so za razliko od odprtokodnih protokolov uspele *monetizirati internet* ter vzpostaviti močne konkurenčne prednosti in obrambnost. A hkrati so s seboj prinesle določene slabosti, ki jih navajam spodaj.

Zmanjšana sposobnost kombinatornega inoviranja in povezana tveganja

Zaprtost internetnih platform bistveno omejuje stopnjo inoviranja, natančneje odprtega in kombinatornega inoviranja, saj so zunanji razvijalci izjemno omejeni pri uporabi lastniških internetnih rešitev. Zunanji svet tako ne more učinkovito dostopati do podatkov znotraj lastniških platform ali jih brezskrbno uporabljati v kombinaciji s svojimi izdelki (Nazarov, 2019; Varian, 2009). Internetne platforme običajno omogočajo gradnjo višjih slojev aplikacij, kjer so ustvarjalci in podjetniki prav tako ranljivi zaradi centraliziranega odločanja podjetij, ki upravljajo platformni sloj. Razvijalci in uporabniki (soustvarjalci platform) tvegajo nenadne spremembe pravil uporabe. To vodi v strah in tesnobo uporabnikov in

zunanjih razvijalcev ter v izogibanje zaprtih platform, ki lahko kadar koli spremenijo pravila brez upoštevanja ostalih deležnikov, ki so prav tako ključni del teh večstranskih platform. V času zrelosti podjetij postane boj za dobiček in uporabnike toliko bolj izrazit. Takšni primeri vodijo v nenadni preskok iz sodelovanja v konkurenco komplementov (str. 16), kar odvrača zunanje razvijalce od razvijanja na tovrstnih platformah (A16Z, 2021; Dixon, 2018; Nazarov, 2019; Zhu, 2019).

Centralizacija, zaupanje in zaprtost podatkov

Kopice občutljivih uporabniških podatkov so shranjene v centralizirani strukturi, ki je pod popolnim nadzorom internetnih podjetij. Ta model prinaša številna tveganja z vidika zaupanja, zasebnosti, cenzure, varnosti in nadzora nad osebnimi podatki (Ledbetter, 2022):

- Zaupanje in nadzor nad osebnimi podatki – "digitalne platforme običajno prevzemajo vlogo vodenja; med drugim določajo pravila o sodelovanju, cenovnih mehanizmih, mehanizmih reševanja sporov, podatkih, zasebnosti, identiteti in upravljanju dovoljenj. To zahteva zaupanje uporabnikov v upravitelje in razvijalce teh platform" (Zutshi in drugi, 2021, str. 1). V sklopu kritičnih podatkov, kot so osebni uporabniški podatki ali podatki oskrbovalne verige, igra ta problem še posebej pomembno vlogo. Internetne platforme so se razvile v t. i. monopole podatkov, kar pomeni, da lahko izrabljajo kritične osebne podatke v sebične namene ter z njimi na različne načine upravljajo za zaprtimi vrati (O'Reilly in Battelle, 2009). Kljub porastu regulacij na tem področju je odnos med platformami in uporabniki še vedno osnovan na zaupanju z vidika poštenega upravljanja in ravnanja s podatki (Isaak in Hanna, 2018; Mazzella in drugi, 2016).
- Varnost in zasebnost – centralizirane podatkovne baze so občutljivejše za računalniške vdore (Toubba, 2022) in odpovedi centralnih točk (De Vynck in drugi, 2021), kar je še posebej pomembno v povezavi z množičnim zbiranjem podatkov dominantnih internetnih platform. Dodatno smo bili priča številnim primerom izkoriščanja, prodaje ali malomarnega ravnanja z občutljivimi osebnimi podatki, kar je dvigovalo pomembnost zasebnosti kot ene ključnih problematik v digitalnem svetu. To je vodilo v številne debate in poskuse strožjih regulacij v zadnjem desetletju (Acquisti in drugi, 2016; Goldfarb in Tucker, 2011; Hinds in drugi, 2020; Isaak in Hanna, 2018).
- Cenzura in omejevanje dostopa – centraliziran nadzor nad večstranskimi platformami pomeni, da lahko podjetja zgolj po lastni presoji in velikokrat brez možnosti pritožbe onemogočijo dostop do računov in vsebine uporabnikov (Dixon, 2018; Fukuyama in drugi, 2021; Madrigal, 2017; Rogers, 2020). Podjetja delujejo kot nekakšni *vratarji podatkov* (angl. gatekeepers of data) in platforme kot *ograjeni vrtovi* (angl. walled gardens). Primeri tovrstnih podjetij so poznani: Amazon, Apple, Facebook, Twitter, Google … Majhna skupina ljudi sprejema izjemno pomembne odločitve, ki vplivajo na različne skupine uporabnikov, kot so na primer odločitve o delovanju algoritmov rangiranja in filtriranja informacij, promoviranja ali ne-promoviranja uporabnikov, blokiranja ali de-platformiranja uporabnikov itd. To lahko vodi tudi v politične zlorabe. Čeprav je določeno upravljanje ali omejevanje dostopa potrebno za vzdrževanje varnosti,

ustreznega vedenja uporabnikov, ustvarjalcev na platformah ali izboljšave ponudbe vrednosti, so takšne odločitve sprejete na preveč centraliziran način, kar postavlja vprašanja glede svobode govora, centralizacije moči in grožnje demokraciji. Uporabniki in ustvarjalci lahko na večstranskih internetnih platformah praktično nemudoma izgubijo dostop do trdo-prigarane vsebine, oboževalcev in skupnosti/občinstva. Na primer uporabniki družbenih omrežij ali video platform lahko izgubijo svoje vsebine kot tudi naročnike, všečke, komentarje in posledično dobičke. Prav tako je na voljo izjemno malo možnosti pritožb in uporabniške podpore. Med najvidnejše primere spadajo Twitter in zunanji razvijalci (Streams, 2014), izbris YouTube kanalov (Lorenz, 2018) ter Zynga in Facebook (Zhu, 2019).

- Problem lažnih novic oz. lažnih in napačnih informacij (Lazer in drugi, 2018), kar vključuje državno sponzorirane programe in pristransko naravnane algoritme, ki se ubadajo z obdelovanjem velikih količin podatkov. Tehnološki preboji na področju umetne inteligence še dodatno izpodrivajo kredibilnost in avtentičnost vsebin na internetu in v digitalnem svetu na splošno (Maras in Alexandrou, 2019).

5 BITCOIN IN TEHNOLOGIJA VERIŽENJA BLOKOV

V tem poglavju bom opisal Bitcoin in TVB. Začel bom z motivi znanstvenikov in razvijalcev ter izzivi, s katerimi so se spopadali, preden je Bitcoin predstavil prvo delujočo implementacijo TVB. Opisal bom ključne lastnosti Bitcoina in TVB, načine in gradnike za ustvarjanje novih aplikacij in ponudb vrednosti.

5.1 Motivacije za nastanek

Porast uporabe interneta in sorazmeren razvoj kriptografije v osemdesetih letih prejšnjega stoletja sta vodila v številne poskuse ustvarjanja digitalnih valut, ki so v veliki meri posnemale značilnosti tradicionalnega denarnega sistema s centralno klirinško hišo. Medtem ko bi obstoj zaupanja vrednega centralnega posrednika omogočil enostavno implementacijo takšnega modela na internetu, se je hitro izkazalo, da predstavlja centraliziran model upravljanja internetne valute enotno točko odpovedi (angl. single point of failure). To je bil prevelik izziv za splošno posvojitev novih digitalnih valut v praksi, saj so prej ali slej postale tarča raznih napadov ali korupcije s strani centralnih oblasti in s tem izgubile zaupanje uporabnikov (Antonopoulos, 2017; Buterin, 2014b; Nakamoto, 2008). Čeprav so raziskovalci v naslednjih desetletjih temu posvetili veliko pozornosti, jim zaradi številnih tehnoloških pomanjkljivosti ni uspelo ustvariti internetno-domače valute, ki bi uporabnikom omogočila popolno lastništvo nad svojim denarjem. Hitro je postalo jasno, da je za razvoj in posvojitev popolnoma nove internetne valute potreben model decentralizacije, brez centralne enote upravljanja, ki predstavlja vektor kritičnega napada. Decentralizirani (ali porazdeljeni) model pa s seboj prinaša dodatne tehnološke izzive, kot so spodaj opisani *problem dvojne porabe* (angl. double spend problem), *problem bizantinskih generalov* (angl.

byzantine generals problem) in *problem sybil napadov* (angl. sybil attacks) (Antonopoulos, 2017; Douceur, 2002; Lamport in drugi, 2019):

- *Problem dvojne porabe* se ubada z vprašanjem, kako zagotoviti, da oseba istega e-kovanca ne porabi več kot le enkrat.
- *Problem bizantinskih generalov* se na področju porazdeljenega računalništva (angl. distributed computing) ubada z zanesljivostjo sistema. Govori o logični dilemi komunikacije preko omrežja, ki lahko vključuje nezaupljive, zlonamerne ali pokvarjene akterje oz. naprave. Postavlja vprašanje, kako lahko posamezna vozlišča v odprtem in decentraliziranem omrežju dosežejo soglasje o trenutnem stanju sistema, kljub morebitnim konfliktnim ali pokvarjenim informacijam.
- *Problem sybil napadov* govori o zmožnosti množičnega ustvarjanja dodatnih identitet s strani enega uporabnika omrežja. Predstavljanje ene osebe kot večjega števila različnih posameznikov lahko vodi do številnih težav, kot je npr. pridobitev večinskega deleža moči v omrežju in posledično oškodovanje sistema.

Poleg tehnoloških izzivov in motivov pa so na nastanek Bitcoina in TVB vplivali tudi gospodarski in politični dejavniki, kot je npr. nestabilno gospodarstvo in bančna kriza v letu 2008. Ta predstavlja eno ključnih težav sodobnega gospodarstva in enega od povodov za nastanek Bitcoina, kar je vidno tudi v besedilu, zapisanem v prvem bloku Bitcoin verige (Blockchain.com, 2009).

5.2 Tehnologija veriženja blokov

TVB predstavlja sklop načinov, ki v digitalnem svetu omogočajo sestavljanje podatkovnih blokov v decentralizirano knjigo, imenovano veriga blokov (Antonopoulos, 2017). Na področju TVB je možno zaslediti tudi omembe tehnologije razpršene evidence (angl. distributed ledger technology, v nadaljevanju DLT). DLT predstavlja obsežnejše področje tehnologij, ki se ukvarjajo s shranjevanjem, deljenjem in sinhronizacijo podatkov preko porazdeljenega omrežja različnih uporabnikov brez centralne upravljalne enote. TVB tako predstavlja bolj specifično podzvrst DLT (Natarajan in drugi, 2017). Prvotni primer praktične implementacije TVB v resničnem svetu je Bitcoin (Antonopoulos, 2017). TVB vsebuje naslednje sestavne dele (Antonopoulos in Wood, 2018):

- Decentralizirano omrežje enakovrednih (angl. peer-to-peer network) vozlišč, osnovano na internetu, kar pomeni, da v sistemu ne obstaja centralna točka vodenja ali nadzora.
- Sporočila v obliki transakcij, ki predstavljajo prehod stanja sistema.
- Sklop pravil soglasja (angl. consensus rules), ki narekujejo strukturo in veljavnost transakcij in blokov.
- Stroj stanj, ki obdeluje transakcije glede na pravila soglasja.
- Verigo kriptografsko zavarovanih blokov transakcij (angl. blockchain).

- Algoritem decentraliziranega soglasja (angl. decentralized consensus algorithm), ki vzpostavlja decentraliziran nadzor nad verigo blokov s sodelovanjem vozlišč v omrežju.
- Spodbudni sistem teorije iger.
- Eno ali več odprtokodnih implementacij programske opreme.

V teoriji obstajajo različna pojmovanja in implementacije TVB. V tem delu se bom s TVB nanašal zgolj na implementacije javnih verig blokov (angl. public blockchains). Obstaja tudi obsežna literatura na temo zasebnih verig blokov, kjer vozlišča v omrežju predstavlja omejeno število poznanih in predhodno preverjenih entitet (Buterin, 2015a; Morkunas in drugi, 2019), vendar tematika presega obseg tega dela.

5.3 Bitcoin

Leta 2008 je avtor pod psevdonimom *Satoshi Nakamoto* objavil članek z naslovom *Bitcoin: peer-to-peer sistem elektronske gotovine* (angl. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system) ter svetu predstavil takrat še nepreverjeno idejo in model elektronskega denarja kot prvo delujočo implementacijo TVB (Nakamoto, 2008). S tem je Bitcoin omogočil vzpostavljanje decentraliziranega soglasja in koordinacijo v javnem omrežju neznanih akterjev. Leta 2009 je Bitcoin omrežje postalo dejavno ter ustvarilo prvi formacijski blok v verigi (angl. genesis block) (Blockchain.com, 2009; Nakamoto, 2009). Bitcoin je kot pojem možno razlagati na različne načine. Najbolj smotrno ga je opisati kot "zbirko pojmov in tehnologij, ki gradijo osnovo za ekosistem digitalnega denarja" (Antonopoulos, 2017, str. 1). Za celovitejše razumevanje tehnologije in pojma dodajam še dodatne razlage in pomene (Antonopoulos, 2017; Buterin, 2014b; Nakamoto, 2008):

- Bitcoin predstavlja decentralizirano omrežje računalnikov, ki poganjajo isto programsko opremo in se držijo vnaprej dogovorjenih pravil za hrambo podatkovne baze obstoječih transakcij in vključevanje novih transakcij. Posamezne transakcije so shranjene v bloke, ki so urejeni v verigo, ki jo danes v splošnem poznamo kot verigo blokov. Veriga v tem primeru pomeni, da je vsak naslednji blok povezan s prejšnjim s pomočjo digitalnega podpisa, vse do prvega bloka, ki je bil ustvarjen januarja 2009 in deluje kot koren zaupanja (Blockchain.com, 2009). Posledično lahko elektronski kovanec (bitcoin) definiramo kot *verigo digitalnih podpisov* (Nakamoto, 2008, str. 2). Pojem kovancev predstavlja zgolj abstrakcijo za lažje razumevanje in interakcijo s tehnologijo; v dejanski implementaciji kovanec kot samostojna entiteta ne obstaja.
- Bitcoin kot valuta, ki svojo vrednost vzdržuje brez *podlage* ali centralnega izdajatelja, kot je značilno za tradicionalne valute.
- Bitcoin kot denarna enota, ki jo udeleženci v Bitcoin omrežju preko interneta medsebojno izmenjujejo. Ena enota bitcoina[2] še ne predstavlja najmanjše možne enote,

[2] V primeru denarne enote znotraj Bitcoin omrežja običajno *bitcoin* pišemo z malo začetnico.

ki jo je možno poslati. Bitcoin lahko razdelimo vse do 0.00000001 bitcoina, kar predstavlja najmanjšo možno enoto, imenovano satoshi.
- Bitcoin lahko obravnavamo tudi kot sklad protokolov in tehnologij, ki je na voljo kot odprtokodna programska oprema.

Ključni deležniki v ekosistemu, ki igrajo vlogo v koordinaciji razvoja bitcoin omrežja (Antonopoulos, 2017) so naslednji:

- *Rudarji* – vozlišča v omrežju, ki shranjujejo kopijo verige blokov in hkrati sodelujejo v procesu rudarjenja in sestavljanja verige blokov v zameno za nagrade blokov in transakcijske pristojbine.
- *Vozlišča* – vozlišča v omrežju, ki poganjajo Bitcoin programsko opremo in shranjujejo kopijo verige blokov, a ne sodelujejo v procesu rudarjenja.
- *Glavni razvijalci* – razvijalci, ki neposredno prispevajo k razvoju Bitcoin protokola.
- *Zunanji razvijalci* – razvijalci, ki se ubadajo z razvojem komplementarnih rešitev ali aplikacij, osnovanih na Bitcoin protokolu.
- *Borze* – trgovalne borze, ki ponujajo storitev trgovanja kriptografskih valut, vključno z bitcoinom.
- *Trgovci* – ponudniki storitev in izdelkov, ki uporabljajo bitcoin za namen plačevanja.
- *Končni uporabniki* – kdor koli, ki uporablja Bitcoin omrežje za funkcionalnosti, ki jih ponuja.

Bitcoin se z inovativno uporabo kombinacije različnih tehnologij in pristopov izogne potrebi po zaupanju finančnim posrednikom za izvajanje transakcij na spletu. Kot internetni denar podeduje lastnosti interneta, kot so hitrost prenosa podatkov ter globalen in odprt dostop. Bitcoin implementacija TVB vsebuje 1) decentralizirano omrežje enakovrednih, imenovano Bitcoin protokol, 2) sistem transakcij, 3) sklop pravil za preverjanje, potrjevanje transakcij in blokov ter izdajanje valute, 4) mehanizem obdelovanja transakcij glede na prej omenjena pravila, 5) javno in transparentno verigo kriptografsko-zavarovanih blokov transakcij, ki spremlja lastništvo enot bitcoina v omrežju, 6) mehanizem soglasja na osnovi algoritma dokaza o delu (angl. proof of work, v nadaljevanju POW), 7) spodbudni sistem in 7) implementacijo programske opreme (Antonopoulos, 2017; Antonopoulos in Wood, 2018).

5.3.1 Digitalni podpisi, kriptografski dokazi in kriptografija z javnim ključem

Uporabniki v Bitcoin omrežju z uporabo kriptografskih metod dokazujejo prenos lastništva kovancev. Pri tem igra ključno vlogo kriptografija javnega ključa (angl. public key cryptography), ki komur koli omogoča ustvarjanje kombinacije javnih in zasebnih ključev. Kombinacije ključev se shranjujejo znotraj različnih tipov denarnic (angl. wallets). Javni ključ si lahko predstavljamo kot številko bančnega računa in zasebni ključ kot pin kodo za dostop do računa (ali kot kombinacija *e-mail račun in geslo*). Javni ključ uporabniki ustvarijo na osnovi zasebnega ključa in je lahko brez skrbi deljen med ostalimi uporabniki,

saj deluje zgolj kot naslov za pošiljanje, medtem ko zasebni ključ omogoča opravljanje transakcij in lastništvo, kar pomeni, da je njegova shramba in upravljanje izredno občutljiva zadeva (Antonopoulos, 2017; Nakamoto, 2008). Tehnologija temelji na t. i. asimetrični kriptografiji z uporabo algoritma eliptične krivulje (angl. elliptic curve digital signature algorithm), ki jo je enostavno izračunati v eno smer (izračun zasebnega ključa iz javnega ključa), a praktično nemogoče izračunati v nasprotno smer (izračun javnega ključa iz zasebnega ključa). Z uporabo zasebnih ključev ustvarjamo digitalne podpise, pri katerih lahko kdor koli enostavno preveri, da spadajo k specifičnemu javnemu ključu. Uporaba ključev in digitalnih podpisov vzpostavlja pojem digitalnega lastništva (ki ga dokažemo z digitalnim podpisom) in uporabnikom omogoča popolni nadzor in skrbništvo nad njihovimi sredstvi v omrežju. Sistem ključev deluje tudi kot *psevdo-anonimizacijski sloj* v protokolu, saj zamenja imena uporabnikov v omrežju s številčnim prikazom, ki je javno dostopen (Antonopoulos, 2017; Nakamoto, 2008). Denarnice so glavni uporabniški vmesniki za interakcijo uporabnikov s TVB, v tem primeru z Bitcoin omrežjem. Namenjene so ustvarjanju in pregledovanju transakcij, s tehničnega vidika pa hrambi in upravljanju uporabnikovih ključev. Ustvarjanje transakcije poteka tako, da uporabniki digitalno podpišejo (avtorizirajo) prenos bitcoin vrednosti med dvema naslovoma ter transakcijo s pomočjo denarnice pošljejo omrežju v potrditev. Kriptografija tako deluje kot osnova za zaupanje v Bitcoin sistemu (Antonopoulos, 2017; Nakamoto, 2008).

5.3.2 Javni sistem transakcij in sistem porazdeljenega soglasja

Kljub številnim predhodnim poskusom ustvarjanja internetnega denarja ali valute smo bili šele s prihodom Bitcoina priča praktično izvedljivi rešitvi problema dvojne porabe, kar je do tedaj zaviralo razvoj tehnologije elektronskega denarja brez centralne klirinške hiše. Ključni lastnosti za reševanje problema dvojne porabe sta ozaveščenost o vseh transakcijah in mehanizem decentraliziranega soglasja o zgodovini in zaporedju vseh transakcij. V izogib popolnega zaupanja v posrednika, ki ima nadzor in pregled nad vsemi transakcijami, je Bitcoin protokol naredil vse transakcije javno dostopne, kar pomeni, da lahko vsakdo preveri verodostojnost katere koli transakcije s preračunavanjem predhodnih transakcij (Nakamoto, 2008). Decentralizirano soglasje znotraj sistema pa nastaja kot "pojavni produkt asinhronega sodelovanja med tisočimi vozlišči v omrežju, ki sledijo enostavnim pravilom" (Antonopoulos, 2017, str. 217).

5.3.3 Rudarjenje in algoritem dokaza o delu

Rudarji so medsebojno povezani računalniki v omrežju, ki uporabljajo Bitcoin programsko opremo za hrambo obstoječih blokov transakcij in hkrati za sodelovanje v tekmovanju gradnje verige blokov s sledenjem skupnim pravilom soglasja in preračunavanjem matematičnih problemov. Celoten proces imenujemo rudarjenje zaradi podobnosti z rudarjenjem zlata. Algoritem POW omogoča glasovanje in koordinacijo globalnega decentraliziranega omrežja neznanih akterjev. POW predstavlja dokaz o vloženi procesorski

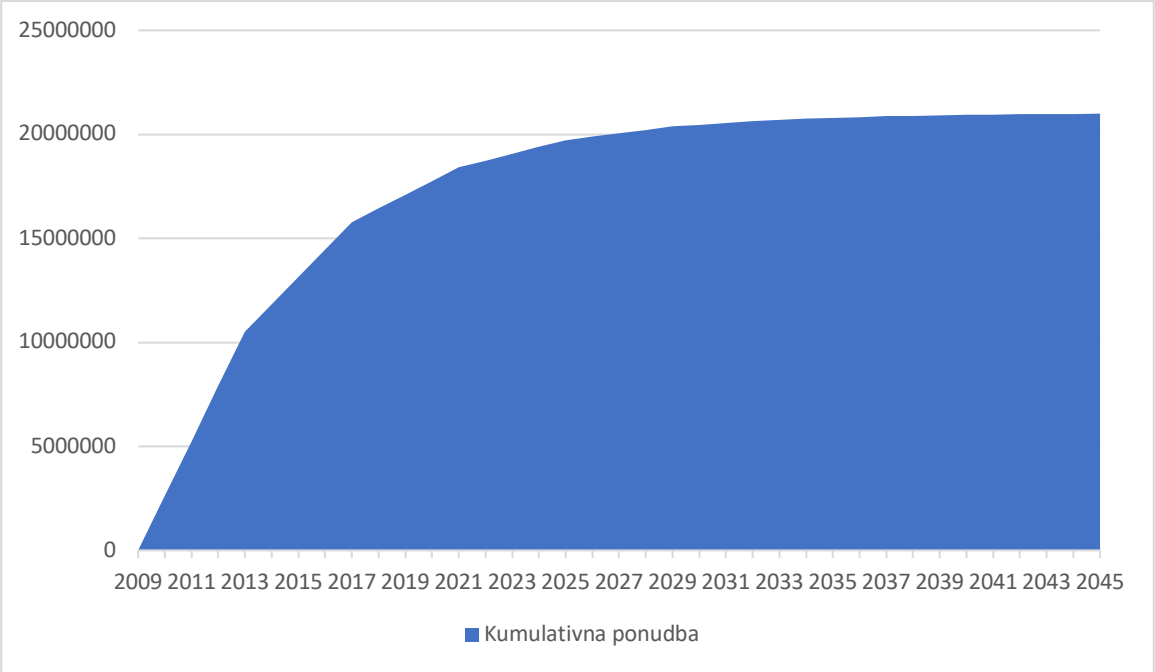
moči, ki jo rudarji porabijo pri izračunavanju matematičnih problemov. S tem delom daje algoritem udeležencem *pravico* do sodelovanja v omrežju in hkrati ustvarja potrebo po finančni investiciji, ki deluje kot strošek in odvrača od neželenega vedenja. Uporaba algoritma POW rešuje problem bizantinskih generalov in daje Bitcoinu lastnost odpornosti do bizantinskih napak (angl. byzantine fault tolerance). Vsako vozlišče je namreč zmožno samostojno preverjati veljavnost transakcij in blokov, medtem ko je omrežje kljub morebitnim zlonamernim ali pokvarjenim vozliščem zmožno redno prihajati do decentraliziranega soglasja (Antonopoulos, 2017; Buterin, 2014b; Nakamoto, 2008). Bitcoin, prav tako z uporabo POW in vključenega stroška za sodelujoče v omrežju, rešuje problem sybil napadov. Z vsakim preračunanim blokom transakcij pridobi uspešen rudar nagrado v obliki novonastalih kovancev (in morebitnih transakcijskih pristojbin). Primarni namen kovanja novih kovancev je spodbudna funkcija za uspešen zagon novega omrežja (Antonopoulos, 2017; Buterin, 2014b; Nakamoto, 2008). Mehanizem glasovanja deluje po načelu *en procesor – en glas*, kar do določene mere izenači igralno polje po svetu in ga naredi trpežnejšega v primerjavi z alternativami. Z rastjo dolžine verige blokov raste tudi energijska naložba rudarjev, ki s tem jamčijo za njeno strukturno pravilnost. V sistemu obstaja možnost razcepitve verige na različne veje, vendar najpomembnejšo vlogo na koncu vedno igra najdaljša veriga (angl. the longest chain). Ta predstavlja večinski glas rudarjev, ki se strinjajo o zaporedju blokov glede na največjo akumulirano naložbo procesorske moči (Antonopoulos, 2017; Buterin, 2014b; Nakamoto, 2008).

Oblikovne lastnosti sistema vključujejo finančne spodbude za pravično obnašanje udeležencev v omrežju in s potencialom finančnih izgub odvračajo od škodljivega obnašanja. Rudarji kot udeleženci v omrežju preverjajo in obdelujejo transakcije, jih združujejo v bloke ter jih pripenjajo k verigi blokov. Svojo kredibilnost v tem procesu dokazujejo z zgoraj opisanim POW oz. energijsko investicijo na osnovi vložene procesorske moči. Nespoštovanje pravil soglasja vodi do zavrnitve bloka s strani ostalih poštenih rudarjev, kar odvrača rudarje od ustvarjanja neustreznih ali morebitno zlonamernih blokov (Antonopoulos, 2017; Buterin, 2014b; Nakamoto, 2008). Rudarji v praksi preračunavajo *zgoščevalno funkcijo*[3] (imenovano SHA-256) *glave bloka* v kombinaciji z naključno ustvarjenimi števili, dokler rezultat ne ustreza zahtevanemu formatu. Za to uporabljajo procesorsko moč in električno energijo, kar predstavlja njihov variabilni strošek. Ta proces vzpostavi pravično tekmovanje med različnimi udeleženci v omrežju. Težavnost matematičnih problemov oz. zahtevanega končnega formata izračuna se dinamično prilagaja glede na hitrost celotne procesorske moči, namenjene rudarjenju, tako da novi bloki nastajajo povprečno vsakih 10 minut. Maksimalno število bitcoin kovancev je programsko zakodirano na število 21 milijonov, kar valuti daje lastnost *redkosti*. Nagrada v obliki novih kovancev je ob zagonu omrežja znašala 50 bitcoinov, za tem pa se je in se bo programsko razpolavljala na okvirno vsake 4 leta ali točno na vsakih 210 tisoč blokov, kar pomeni, da se inflacija skozi

[3] Zgoščevalna funkcija je matematična funkcija, ki kot vhod prejme podatek kakršne koli velikosti in kot izhod vedno poda podatek enake velikosti, imenovan "hash". Pridobitev vhoda iz izhoda je možna le z uporabo surove sile (angl. brute force), kar zahteva ogromno poskušanja in vložene energije (Antonopoulos, 2017).

čas nenehno približuje 0, število kovancev pa se asimptotično približuje 21 milijonom. Dodatno so za spodbudo rudarjev na voljo transakcijske pristojbine, ki bodo na neki točki v prihodnosti prevzele popolno vlogo spodbujanja rudarjev (Antonopoulos, 2017; Buterin, 2014b; Nakamoto, 2008). Slika 4 prikazuje ponudbo bitcoin kovancev v obtoku skozi čas.

Slika 4: Ponudba bitcoin kovancev



Prirejeno po Antonopoulos (2017).

Varnost in uspešnost Bitcoin protokola temeljita na pomembni predpostavki, da morajo pošteni rudarji (vozlišča) skupaj predstavljati večjo procesorsko moč v omrežju kot zlonamerni rudarji (Antonopoulos, 2017).

Nadgrajevanje decentraliziranega sistema, kot je Bitcoin, predstavlja veliko bolj zapleten proces kot nadgrajevanje centraliziranih sistemov. Proces decentraliziranega soglasja zahteva usklajevanje in doseganje kompromisov med različnimi deležniki. Pravila soglasja, ki se jih držijo rudarji v omrežju, so vsake toliko časa deležna pomembnih sprememb ali nadgradenj, ki se zgodijo z implementacijo t. i. vilic verige blokov (angl. blockchain forks). V splošnem poznamo trde (angl. hard forks) in mehke vilice (angl. soft forks). Medtem ko mehke vilice zahtevajo manj koordinacije, predstavljajo trde vilice bolj kontroverzne nadgradnje, ki zahtevajo veliko koordinacije med različnimi deležniki v ekosistemu (Antonopoulos, 2017; Nakamoto, 2008).

5.4 Tehnologija kot gradnik aplikacij in poslovnih modelov

Izvirna ideja Bitcoina kot implementacije in aplikacije TVB se je prvotno nanašala na ustvarjanje internetne gotovine (Nakamoto, 2008), valute in plačilnega sistema

(Antonopoulos, 2017). Z razvojem, eksperimentiranjem in posvojitvijo tehnologije v 14 letih njenega obstoja pa se je spreminjalo tudi pojmovanje primerov uporabe, aplikacij in uporabne vrednosti Bitcoina kot platforme za razvoj aplikacij. Izkazalo se je, da obstaja možnost uporabe tehnologije v različne namene tako v finančni kot v nefinančnih panogah. Verigo blokov, kot je Bitcoin, si lahko v tem kontekstu predstavljamo kot osnovo zaupanja za aplikacije, osnovane na TVB (Abou Jaoude in Saade, 2019; Buterin, 2014b; Pilkington, 2016). Nekatere ključne prvine tehnologije, ki delujejo kot gradniki za gradnjo aplikacij, so: preprečevanje dvojne porabe, nespremenljivost, nevtralnost, varno časovno žigosanje, avtorizacija in lastništvo, revidabilnost in računovodstvo, nepretečenost, integriteta, možnost ustvarjanja naprednih transakcij, ki omogočajo kvorum nadzora (multisig m-n), omogočanje varnosti in preprečevanja ponaredkov, konsistenca, redkost (maksimalno 21 milijonov kovancev), predvidljiva izdaja valute ter odprtokodnost (Antonopoulos, 2017).

Kljub temu da je Bitcoin vedno znova uspešno dokazoval svojo robustnost in sposobnost preživetja digitalne valute (ali kriptovalute) na omrežju enakovrednih, sama tehnologija še vedno potrebuje dodatni razvoj. Podobno kot pri nastanku interneta je prihod TVB in popularizacija tehnologije s strani Bitcoin protokola privedla do več cikličnih valov navdušenja in špekulacije s strani tehnologov, podjetnikov in investitorjev. Ugibanja o morebitnih aplikacijah in primerih uporabe so vodila v veliko predčasnih in posledično neuspešnih poskusov, še posebej pri aplikacijah, neposredno osredotočenih na potrošnike (angl. consumer-facing applications). Kljub namensko okrnjenemu programskemu jeziku Bitcoin protokola se je na njem razvil aplikacijski sloj, ki uporablja Bitcoin protokol kot aplikacijsko platformo. Primeri aplikacij zajemajo množično financiranje (angl. crowdfunding), plačilne kanale, digitalne notarje, decentralizirane borze itd. Posebno zanimanje in priljubljenost so v začetnih letih delovanja požele predvsem aplikacije, ki so se ukvarjale z ustvarjanjem, lastništvom, prenosom in trgovanjem kriptografskih sredstev ali žetonov. Ti lahko predstavljajo tako fizična kot digitalna sredstva. Najbolj poznana primera tovrstnih prvotnih protokolov sta Colored Coins in Counterparty (Antonopoulos, 2017). Z večanjem uporabe se je večala tudi potreba po izboljšani infrastrukturi, predvsem s strani prepustnosti (angl. scalability), ki bi omogočila hitrejše obdelovanje transakcij in s tem večjo primernost za aplikacije, namenjene široki uporabi. To je prav tako vodilo v nastanek številnih podjetij in protokolov (npr. Lightning Labs, ki razvija Lightning Network) (Poon in Dryja, 2016).

5.5 Tveganja in slabosti

Bitcoin je med svojim razvojem požel ogromno pozornosti, tako pozitivne kot negativne, s tehnoloških, političnih, tržnih ali drugih vidikov. Podobno kot internet predstavlja inovativno, odprto in demokratično naravnano tehnologijo, ki prinaša določene prednosti v zameno za določene kompromise ali slabosti.

Napadi na decentralizirano soglasje

Varno delovanje Bitcoin implementacije decentraliziranega soglasja deluje na določenih predpostavkah. Zlonamerni rudarji lahko omrežje napadejo, če jim uspe pridobiti precejšnjo stopnjo zgoščevanja (angl. hashrate) v primerjavi s celotno stopnjo zgoščevanja v omrežju. Stopnja zgoščevanja v omrežju predstavlja procesorsko moč, ki jo rudarji namenjajo rudarjenju v celotnem omrežju. To lahko vodi v številne neželene ali celo kritične posledice za omrežje, kot so motnje dostopnosti ali varnostne motnje. Med glavna tveganja spada cenzuriranje transakcij ali napad z zavrnitvijo storitve (angl. denial of service attack), kjer gre za razveljavljanje potrjenih transakcij z zlonamernimi vilicami, kar lahko vodi do problema dvojne porabe. Pomembno je razumeti, da napadi na soglasje ne morejo ukrasti ali pošiljati bitcoinov, ki so v lasti drugega uporabnika, brez dostopa do njihovih zasebnih ključev. Vse, kar lahko tovrstni napadi dosežejo, so motnje v omrežju, ki vplivajo na najbolj nedavne bloke v verigi (Antonopoulos, 2017).

Prepustnost tehnologije

Problem prepustnosti je dobro poznan na področju TVB in je tema številnih raziskav, ki se nanašajo na t. i. trilemo verige blokov (angl. blockchain trilemma). Trilemo si lahko predstavljamo kot trikotnik, ki ga sestavljajo 3 točke kot najpomembnejši sestavni deli sistemov TVB: 1) prepustnost, 2) varnost in 3) decentralizacija. V praksi to pomeni, da lahko za delujoč sistem damo pri oblikovanju in snovanju temeljnih protokolov TVB prednost zgolj dvema izmed treh točk trikotnika. kar vedno zahteva določene kompromise (Zhou in drugi, 2020). Prepustnost se običajno meri s številom obdelanih transakcij na sekundo (angl. transactions per second, v nadaljevanju TPS). Zasnova Bitcoin protokola načrtno daje prednost varnosti in decentralizaciji pred prepustnostjo in trenutno podpira okoli 7 TPS. Za primerjavo, Visa podpira okoli 4000 TPS (Zhou in drugi, 2020).

Varnost in uporabniška izkušnja

V primerjavi s tradicionalnim finančnim sistemom, kjer varnost temelji na večslojnem nadzoru dostopa, izhaja varnost Bitcoin omrežja iz decentralizacije in mehanizma decentraliziranega soglasja. Bitcoin je namenoma zasnovan kot omejen in preprost sistem z vidika funkcionalnosti. Manjša zapletenost namreč vodi v manjši obseg vektorjev napadov. V sklopu varnosti v interakciji z Bitcoin omrežjem je še posebej potrebno razumevanje varnega ravnanja s ključi in denarnicami, njihova hramba, varnostne kopije in načrtovanje dedovanja. Bitcoin kot decentraliziran in neskrbniški sistem internetnega denarja omogoča večjo svobodo in dejansko lastništvo digitalne valute, a to hkrati prinaša tudi večjo odgovornost za uporabnike. Tehnološka zapletenost, povezana s hranjenjem in uporabo ključev, je ena največjih težav uporabniške izkušnje, ki posledično zavira večjo vključenost tehnologije v svet (Antonopoulos, 2017; Voskobojnikov in drugi, 2021).

Prevare, kriminalna dejavnost in zakonodaja

Podobno kot prevaranti izkoriščajo odprto naravo interneta za vsiljeno pošto (angl. spam) ali lažno predstavljanje (angl. phishing), je odprtost TVB prav tako dvorezen meč. Lastnost nepovratnih transakcij naredi Bitcoin omrežje še toliko bolj privlačno za zlonamerne akterje (Antonopoulos, 2017; Krombholz in drugi, 2017). Tehnologija je tako poleg tehnologov in inovatorjev dosegla tudi razne prevarante, teroriste in kriminalce (npr. Silkroad tržnica) (Brown, 2016; Flitter, 2013; Kethineni in Cao, 2020; Kethineni in drugi, 2018). Prav tako so pot posvojitve Bitcoina spremljali številni vdori in kraje (npr. propad borze Mt. Gox leta 2014) (Brustein, 2014).

Energetska potratnost in negativni vplivi na okolje

Sistem rudarjenja na osnovi POW zahteva veliko porabo energije, kar je pogosto tema kritikov z vidika vplivov na okolje (Zutshi in drugi, 2021). Dinamike rudarjenja se redno spreminjajo, predvsem zaradi sprememb v zakonodaji, kar je v zadnjih letih vodilo do obsežnega izhoda rudarskih podjetij iz območja Kitajske. Trenutno največ zgoščevalne moči obratuje na območju ZDA (CoinShares, 2022). Obstajajo številne analize tega problema, ki poskušajo oštevilčiti dejansko porabo energije POW rudarjev v svetu. Argumenti v korist POW rudarjenju po drugi strani zagovarjajo pomembnost odprtega in globalnega denarnega sistema, ki ga POW omogoča. Prav tako izpostavljajo kot večji problem počasno gradnjo infrastrukture za obnovljivo energijo, ki bo ob splošnejši uporabi rešila tudi problem negativnih vplivov POW rudarjenja (CoinShares, 2022).

Bitcoin kot aplikacijska platforma

Kljub omenjenim poskusom izboljšave prepustnosti in razvojne prijaznosti Bitcoina kot platforme za razvoj sekundarnega sloja aplikacij tehnologija ni bila primarno zasnovana v ta namen (Buterin, 2014b). Prav tako je skupnost deležnikov v Bitcoin ekosistemu dokaj kritična do tovrstnih dejavnosti, kar je trenutno vidno v aplikacijah kot je Bitcoin Ordinals (Munawa, 2023).

Transparentnost in zasebnost

Bitcoin obratuje kot javna veriga blokov oz. javna knjiga transakcij, kar pomeni, da ima kdor koli vpogled vanje. Kljub temu da Bitcoin uporablja psevdoanonimizacijski mehanizem naslovov, je dovolj zgolj ena transakcija, povezana z osebnimi podatki (npr. na trgovalni borzi), da se izgubi zasebnost vseh transakcij, povezanih s tem naslovom (Krombholz in drugi, 2017).

6 ETHEREUM IN PRIHOD PAMETNIH POGODB

6.1 Motivacije za nastanek Ethereuma

Začeten uspeh Bitcoin omrežja je pokazal, da je decentraliziran model soglasja mogoč v praksi, kar je spodbudilo inoviranje na področju TVB in razvoj ter raziskovanje številnih novih rešitev, aplikacij in temeljnih protokolov. Raziskovanje uporabniških primerov TVB se je preselilo izven obsega denarja in valute, kar je zahtevalo različne pristope k implementaciji tehnologije. Zasnova Bitcoin protokola je po mnenju številnih razvijalcev predstavljala izzive in pomanjkljivosti za razvoj širšega nabora aplikacij izven prvotnega obsega. Bitcoin protokol namreč ne vključuje višjenivojskih pojmov, kot so računi, uporabniki, stanja in plačila, saj je bil zasnovan v izredno okrnjeni obliki svojstvenega nižjenivojskega programskega jezika, z namenom enostavnosti in večje varnosti (Antonopoulos, 2017). Posledično je Vitalik Buterin leta 2014 objavil t. i. bel papir (angl. white paper) z naslovom *Ethereum bel papir: platforma pametnih pogodb in decentraliziranih aplikacij naslednje generacije* (angl. Ethereum white paper: a next generation smart contract & decentralized application platform) (Buterin, 2014a, 2014b), s katerim je svetu predstavil idejo in načrt za razvoj splošnonamenskega protokola in razvojne platforme TVB. S prodajo kovanca, imenovanega *ether*, je Ethereumu uspelo še istega leta pridobiti večmilijonsko financiranje za razvoj zadanega protokola, ki je luč sveta ugledal leta 2015 (Caffyn, 2015).

6.2 Definicija Ethereuma in pametnih pogodb

Ethereum je odprtokodni protokol TVB, ki deluje kot temeljna decentralizirana računalniška infrastruktura in platforma za razvoj in izvajanje decentraliziranih aplikacij (angl. decentralized applications, v nadaljevanju DApps) v obliki pametnih pogodb (angl. smart contracts). Protokol je osnovan na ideji omogočanja razvoja aplikacij, ki uporabljajo prvine decentraliziranega soglasja matičnega omrežja. Ethereum uvaja enostavno dostopnost in uporabo TVB za razvoj v obliki determinističnega in varnega programskega okolja. Protokol uporablja TVB za usklajevanje in sinhronizacijo prehodov globalnega stanja v sistemu (transakcij). Prav tako vsebuje notranjo valuto, imenovano *ether* (Antonopoulos in Wood, 2018; Buterin, 2014b). Pojem *pametnih pogodb* je leta 1994 zasnoval Nick Szabo (Szabo, 1994), kasneje pa se je uveljavil v sklopu programiranja decentraliziranih aplikacij, osnovanih na Ethereum protokolu. Trenutno pametne pogodbe predstavljajo "nespremenljive računalniške programe, ki se deterministično izvajajo v okolju Ethereum

virtualnega stroja[4] v decentraliziranem Ethereum omrežju" (Antonopoulos in Wood, 2018, str. 127).

6.3 Lastnosti in sestavni deli Ethereuma

Ethereum je prevzel določene lastnosti Bitcoin protokola, nadgradil druge in dodal nekatere popolnoma nove z namenom inovativne implementacije TVB. Podobno kot Bitcoin lahko tudi Ethereum opišemo kot "decentraliziran stroj stanj, a Ethereum ta pojem razširi s sledenja prehoda stanj lastništva digitalne valute na sledenje prehoda stanj splošnonamenskih shranjenih podatkov" (Antonopoulos in Wood, 2018, str. 6). Ethereum prav tako uporablja omrežje enakovrednih, bizantinsko-odporen mehanizem soglasja, kriptografijo in svojo digitalno valuto. Protokol ima naslednje ključne sestavne dele in lastnosti (Antonopoulos in Wood, 2018; Buterin, 2014b):

- *Turingova popolnost in programski jezik***.** Ethereum vključuje Turingovo-popoln nizkonivojski strojni jezik, s pomočjo katerega lahko razvijalci določajo poljubna pravila lastništva, transakcijske formate in funkcije prehoda stanj. Turingova popolnost pomeni, da je Ethereum kot *virtualni računalnik* zmožen preračunati program kakršne koli kompleksnosti. Na voljo je tudi več visokonivojskih in razvojno-prijaznejših jezikov, med katerimi je najbolj priljubljen Solidity.
- *Ethereum računi* (angl. Ethereum accounts) so objekti znotraj Ethereum protokola, ki imajo 20-bajtov dolg naslov in vsebujejo: edinstveno vrednost (angl. nonce), ether stanje (angl. ether balance), pogodbeno kodo (angl. contract code) in shrambo (angl. storage). Obstajata dva tipa računov: 1) računi v zunanji lasti (angl. externally owned accounts, v nadaljevanju EOA), ki se upravljajo z zasebnim ključem s strani uporabnikov, in 2) pogodbeni računi (angl. contract accounts), ki jih upravlja pogodbena koda. EOA delujejo po podobnem načelu kot ključi v Bitcoin protokolu, to pomeni v kombinaciji zasebno-javni ključ. Pametne pogodbe pa po drugi strani delujejo kot odziv na transakcije s strani EOA. Izvajajo se na Ethereum virtualnem stroju in so zmožne opravljati transakcije ter ustvarjati in klicati druge pametne pogodbe, kar naredi celoten ekosistem pametnih pogodb izjemno sestavljiv (angl. composable) in medsebojno povezan. Pogodbeni računi prav tako ne vsebujejo zasebnega ključa, kar pomeni, da so sam svoj lastnik.
- *Denarnice* hranijo ključe in omogočajo učinkovito lastništvo in upravljanje ether valute in žetonov ter s tem omogočajo interakcijo z Ethereum omrežjem.
- *Ether* je interna valuta, ki se uporablja znotraj Ethereum protokola z namenom prenosa vrednosti, transakcijskih pristojbin in omejevanja računalniških sredstev.

[4] Virtualni stroj je računalniški vir, ki uporablja programsko opremo namesto fizičnega računalnika za poganjanje programov in uvajanje aplikacij. V posplošenem pomenu gre za virtualno različico fizičnega računalnika (VMware, brez datuma).

- *Transakcije* so digitalno podpisani paketi, ki spreminjajo stanje Ethereum virtualnega stroja. Sprožijo jih lahko EOA, ki jih omrežju posredujejo preko dejavnih vozlišč. Potrjevalci (angl. validators) predstavljajo vozlišča, ki sodelujejo v gradnji verige blokov in v decentraliziranem soglasju. Ti transakcije najprej izvedejo na Ethereum virtualnem stroju, nato pa rezultat razpošljejo po omrežju, kjer se shrani na verigo blokov. Transakcije kot mehanizem za spreminjanje stanja virtualnega stroja tako predstavljajo mehanizem prenosa vrednosti znotraj omrežja. Hkrati pa se lahko vrednost v omrežju prenaša tudi neposredno med pametnimi pogodbami, s pomočjo sporočil (angl. messages).
- *Gorivo* (angl. gas) se uporablja v Ethereum transakcijah za omejitev in merjenje računskih in pomnilniških virov. Ethereum protokol upošteva vsak računski korak, potreben za izvedbo transakcije ali pametne pogodbe, in uporablja gorivo kot računovodski mehanizem.
- *Ethereum virtualni stroj* (angl. Ethereum virtual machine, v nadaljevanju EVM) je stroj stanj ali virtualna različica fizičnega računalnika, ki ga kot del Ethereum protokola poganjajo posamezna sodelujoča vozlišča v omrežju. EVM izvaja pametne pogodbe ali t. i. decentralizirane aplikacije, rezultati izvedbe pa posodabljajo stanje omrežja na vozliščih. *Rudarje* v Ethereum omrežju predstavljajo prej omenjeni potrjevalci oz. računalniki, ki izvajajo kodo pametnih pogodb. Ethereum tako deluje kot nekakšen *globalni računalnik*: sestavlja ga decentralizirano omrežje posameznih računalnikov, ki poganjajo lokalno kopijo EVM za izvajanje transakcij in pametnih pogodb, medtem ko spremembe stanja zapisujejo na Ethereum javno verigo blokov.

6.4 Ethereum mehanizem soglasja

Bitcoinov mehanizem rudarjenja je postal zaradi povečane centralizacije rudarske moči in s tem povezanih tveganj večkrat tarča kritikov. To je spodbudilo razvoj novih različic mehanizmov rudarjenja POW kot tudi razvoj popolnoma novih mehanizmov decentraliziranega soglasja (Buterin, 2014b). Ethereum je prvotno uporabljal različico mehanizma POW, ki je bila prilagojena z namenom povečanja decentralizacije in zmožnosti sodelovanja s strani običajnih posameznikov. Po letih raziskovanj in preizkušanj pa je leta 2022 preklopil na inovativen mehanizem, imenovan dokaz o deležu (angl. proof of stake, v nadaljevanju POS). Dogodek je zaznamoval eno ključnih prelomnic v razvoju Ethereum protokola in z uspešno implementacijo vlil dodatno zaupanje v tehnološke zmogljivosti razvijalcev in v odprtokodni način razvoja programske opreme (Antonopoulos in Wood, 2018; Buterin, 2014b; Ethereum, 2023). V mehanizmu POS so glavni akterji potrjevalci, ki sodelujejo v procesu decentraliziranega preverjanja blokov transakcij. V ta namen potrjevalci hranijo domačo valuto verige blokov (ether) in jo zaklenejo v depozit (angl. staking). V procesu preverjanja sistem naključno izbira potrjevalce, ki predlagajo bloke in glasujejo zanje. V ozadju je implementiran tudi sistem spodbud (nagrade in kazni), saj prejmejo potrjevalci ob uspešni vključitvi bloka nagrado v obliki domače valute, sorazmerno

z njihovim deležem. Prav tako v primeru neuspešne vključitve tvegajo izgubo deleža, kar je poznano kot *rezanje* (angl. slashing) (Antonopoulos in Wood, 2018).

6.5 Aplikacije in primeri uporabe

Vizija uporabnosti Ethereum protokola je bistveno širša kot zgolj pojem *pametnih pogodb*, ki je lahko na prvi pogled zavajajoč. Ethereum je s svojo arhitekturo omogočil veliko lažje, učinkovitejše in prijaznejše ustvarjanje DApps z vgrajenim ekonomskim slojem. S Turingovo popolnostjo in pametnimi pogodbami je dodatno omogočil razvoj aplikacij, ki niso neposredno povezane z denarjem, zaradi česar ga pogosto pojmujemo kot *svetovni računalnik*. Ethereum komur koli omogoča razvoj aplikacij, ki tečejo na virtualnem stroju in se izvajajo v soglasju celotnega omrežja (Antonopoulos in Wood, 2018; Buterin, 2014b, 2015b). Ena glavnih prednosti DApps je njihova odpornost in nenehna dostopnost, saj živijo na omrežju verige blokov, ki neprestano deluje. Transparentnost pametnih pogodb na javnem omrežju, kot je Ethereum, omogoča komur koli pregled programske kode in s tem zagotavlja večjo varnost. Prav tako decentraliziran mehanizem soglasja temeljnega omrežja verige blokov omogoča višji odpor proti cenzuri (Antonopoulos in Wood, 2018). Čeprav DApps, osnovane na Ethereum protokolu, načeloma ne potrebujejo lastnega žetona, se veliko takšnih aplikacij kljub temu odloči za vzpostavitev svoje žetonske ekonomije, kar jim lahko med drugim omogoči enostavnejše financiranje razvoja, vzpostavitev spodbud za gradnjo mrežnih učinkov ali funkcionalnosti, kot sta decentralizirano glasovanje in vodenje (Chen, 2018; Dixon, 2017; Voshmgir, 2020). V sklopu DApps igrajo pomembno vlogo tudi oraklji (angl. oracles), ki predstavljajo način interakcije Ethereum omrežja z zunanjim svetom. Gre za mehanizem prenosa podatkov med resničnim svetom in pametnimi pogodbami znotraj Ethereum omrežja. To znatno poveča sklop uporabnih možnosti in potenciala pametnih pogodb (kot tudi dodatnih tveganj), saj jih lahko uporabljamo ne zgolj v sklopu digitalnega sveta, temveč tudi v obstoječih tradicionalnih strukturah resničnega sveta. S praktičnega vidika omogočajo oraklji pridobitev in vključitev podatkov, kot so vreme, cene delnic ali rezultat nogometne tekme, ki prihajajo iz zunanjih nepreverjenih virov, v transakcije znotraj omrežja (Antonopoulos in Wood, 2018).

6.6 Žetoni in sistemi žetonov

Žetoni so nam poznani že od nekdaj. Pojavljajo se v kontekstu denarja, pralnic perila, hotelov, trgovin, kognitivne psihologije kot tudi igralniških žetonov za igre na srečo (Voshmgir, 2020). Kovance in kriptografske žetone sem omenil že v prejšnjem poglavju (5.3), saj lahko med te štejemo tudi bitcoin. Pojem *žetona* pa se velikokrat pojavlja kot sinonim za pojem *kovanca*, čeprav obstajajo številni poskusi različne klasifikacije obeh (Bitstamp, 2022). Ti se običajno osredotočajo na dve različni interpretaciji in definirajo *kovanec* kot domačo valuto specifičnega omrežja verige blokov (npr. bitcoin ali ether) in *žeton* kot alternativno digitalno kriptografsko sredstvo, osnovano na specifičnem omrežju verige blokov. V tem delu bom za lažje razumevanje pojma kriptografskega žetona in

kovanca oba pojma uporabljal kot sinonima in ju definiral kot digitalno abstrakcijo sredstev, valut ali pravic dostopa, osnovano na TVB (Antonopoulos in Wood, 2018). Ethereum je omogočil enostavno implementacijo sistemov kriptografskih žetonov s predstavitvijo žetonskega standarda, imenovanega ERC-20, kar je vodilo do porasta inovacij na tem področju. Znotraj Ethereum protokola so žetoni implementirani kot podatkovne baze transakcij določene valute, ki spremljajo prenos enot od A (odštevanje) do B (prištevanje) in preverjajo, ali ima A dovolj enot za prenos in ali je A prenos odobril. Žetoni delujejo na nivoju pametnih pogodb, kar pomeni, da je treba za izdajo novega žetona ustvariti in v omrežje uvesti pametno pogodbo, ki definira njegovo implementacijo (Antonopoulos in Wood, 2018; Buterin, 2014b; Vogelsteller in Buterin, 2015). Danes poznamo različne načine implementacije in uporabe žetonov, ki vključujejo funkcionalnosti valute, sredstva, virov, dostopa, lastniškega kapitala, glasovanja, zbirateljskih predmetov, identitete, potrdil, uporabnosti itn. Prav tako programabilna narava kriptografskih žetonov omogoča združevanje različnih funkcionalnosti v en objekt, kar pomeni, da lahko imajo žetoni več prej omenjenih funkcionalnosti hkrati (Antonopoulos in Wood, 2018).

Žetonski standardi

Žetonsko ekonomijo je na Ethereum protokolu možno implementirati na različne načine. Z namenom organizacije, varnosti in združljivosti med različnimi žetonskimi pametnimi pogodbami in uporabniškimi aplikacijami, so nastali različni žetonski standardi, ki definirajo minimalne specifikacije implementacij. Eno glavnih lastnosti ločevanja med različnimi standardi predstavlja *zamenljivost* (angl. fungibility), ki je "lastnost tiste dobrine ali blaga, pri katerih so posamezne enote medsebojno zamenljive" (Frankenfield, 2022). Primer zamenljivega sredstva je denar, primer nezamenljive dobrine pa predstavlja zbirateljska kartica (angl. collectible card). Trenutno se najpogosteje uporabljajo naslednji žetonski standardi:

- ERC-20 je standard zamenljivih žetonov. Zamenljivi žetoni so "žetoni, med katerimi lahko katero koli enoto zamenjamo z drugo enoto brez spremembe v vrednosti ali funkcionalnosti" (Antonopoulos in Wood, 2018, str. 223). Žetonska implementacija v praksi enostavno sledi končnemu stanju žetonov vsakega računa. ERC-20 žetoni se uporabljajo v glavnem za implementacijo virtualnih valut, sistemov vodenja (angl. governance systems) in mehanizmov zastavljanja (angl. staking mechanisms) (Bedawala in Salot, 2023; Oliveira in drugi, 2018).
- ERC-721 in ERC-1121 sta standarda nezamenljivih žetonov (angl. non-fungible tokens, v nadaljevanju NFT). Vsak NFT je označen s specifično edinstveno serijsko številko, ki zagotavlja njegovo nezamenljivost. Tovrstni standard se pogosto označuje tudi kot *standard listin*, saj si ga lahko predstavljamo kot premoženjsko pravico v digitalnem svetu. V praksi NFT-ji sledijo lastništvu edinstvenega objekta, ki je lahko digitalni medij ali zgolj digitalna predstavitev fizičnega objekta (npr. hiše, avtomobila, zbirateljskega predmeta ali umetnine) (Antonopoulos in Wood, 2018; Entriken in drugi, 2018; Finzer, 2020).

6.7 Tveganja in slabosti

Prepustnost

Kot smo spoznali v prejšnjem poglavju, je problem prepustnosti eden najpomembnejših infrastrukturnih izzivov TVB. Tako v Bitcoin kot v Ethereum omrežju mora vsako vozlišče obdelati vsako transakcijo. Ethereum vozlišča hranijo le trenutno stanje omrežja, medtem ko Bitcoin polna vozlišča (angl. full nodes) hranijo celotno verigo blokov vse od začetka pa do tega trenutka. Kljub temu redna rast uporabe omrežij vedno znova vodi do težav pri obeh omrežjih. Problem prepustnosti posledično vodi do omejevanja dostopa, saj začne na neki točki bistveno omejevati dostopnost sodelovanja v omrežju na manjšo množico bolje kapitaliziranih posameznikov, ki si lahko privoščijo visoke transakcijske pristojbine. Prav tako v sklopu Ethereum omrežja pametne pogodbe, za razliko od EOA, vsebujejo kodo in podatke, kar zahteva dodatna sredstva za njihovo shranjevanje in obdelovanje (Antonopoulos in Wood, 2018).

Napadi na decentralizirano soglasje in varnostne ranljivosti

Podobno kot v Bitcoin omrežju je tudi Ethereum občutljiv na napade na decentralizirano soglasje. A v primeru Ethereuma, gre za drugačen mehanizem decentraliziranega soglasja, ki zahteva upoštevanje drugih dejavnikov in ima svojstvene vektorje napadov (Chen in drugi, 2020; Schwarz-Schilling in drugi, 2022). Bitcoin se je izognil Turingovi popolnosti z namenom ohranjanja višjega nivoja varnosti in preprečevanja morebitnih neskončnih zank (angl. infinite loops), ki bi lahko onesposobile omrežje. Ethereum pa je z uporabo Turingovo-popolnega programskega jezika omogočil širši spekter aplikacij in učinkovitejši proces razvijanja aplikacij, v zameno za širši obseg morebitnih varnostnih ranljivosti in izzivov pri upravljanju virov. Oblikovanje in pisanje pametnih pogodb je izredno občutljiv proces zaradi neposrednega upravljanja z *vrednostjo*, kar pomeni, da lahko kakršna koli napaka v programski kodi vodi do drastičnih posledic v obliki dejanskih stroškov (npr. The DAO) (Mehar in drugi, 2019).

Tveganja in slabosti žetonov

Kadar predstavljajo žetoni certifikat fizičnega predmeta, se uporabniki spopadajo s tveganjem nasprotne stranke (angl. counterparty risk) in s tveganjem skrbništva (angl. custody risk). Predstavljanje zunanjih sredstev (zunaj omrežja verige blokov) prav tako prinaša dodatna tveganja z vidika zakonodaje. Dodatno pa trpi tudi uporabniška izkušnja znotraj Ethereum ekosistema, saj je za pošiljanje žetonov potreben ether za plačevanje goriva, kar naredi končno uporabnost veliko bolj kompleksno za navadne uporabnike.

7 POSLOVNI MODELI NA PODROČJU TEHNOLOGIJE VERIŽENJA BLOKOV

V prejšnjih poglavjih sem naredil pregled vzorca nedavnih tehnoloških revolucij in inovacij, teorije poslovnih modelov, interneta in TVB (vključno z Bitcoinom in Ethereumom). Ta teoretični pregled je bil namenjen vzpostavitvi časovnega, tehnološkega in poslovnega konteksta za poglavje o poslovnih modelih na področju TVB. V njem povežem prej opisane teme z glavnimi raziskovalnimi vprašanji magistrskega dela ter se poglobim v podjetniške vidike TVB.

7.1 Web3 kot nova doba interneta

TVB lahko razumemo kot poglaviten tehnološki mejnik v evoluciji interneta in svetovnega spleta, ki ga zaznamujejo novi oblikovni načini in razvojne prakse. Nastanek in zgodovino interneta sem kratko pojasnil v poglavju 4.5, kjer sem povzel tudi prvi dve iteraciji evolucije interneta (Web1 in Web2). Web3 ali tretja doba interneta je pojem, ki ga v okviru področja TVB pripisujemo Gavinu Woodu, soustanovitelju Ethereum protokola (Antonopoulos in Wood, 2018), čeprav omembe in poskusi definiranja pojma Web3 zunaj področja TVB segajo že v prvo desetletje dvajsetega stoletja (O'Reilly in Battelle, 2009). Pojem je pridobil precejšnjo priljubljenost od leta 2021 dalje, skladno z razposajenostjo na finančnih trgih, povezano s trgovanjem NFT-jev in porastom priljubljenosti tehnologije virtualne resničnosti. Bitcoin in Ethereum kot tudi kasnejše inovacije z vidika specifičnih protokolov in aplikacij so skupaj prispevali h gradnji in vzpostavitvi Web3 področja (Mak, 2021; Paul, 2021). Čeprav obstajajo številne različne interpretacije pojma Web3, so si enotne v karakterizaciji TVB kot jedra tega področja. Vizija Web3 v splošnem predstavlja premik od internetnih platform s centraliziranim lastništvom, vodenjem in nadzorom, k platformam, osnovanim na decentraliziranih protokolih TVB. Za Web3 je tako značilna uporaba modela decentralizacije in tehnologije enakovrednih, v povezavi z inovativnimi spodbudnimi sistemi v obliki žetonskih modelov. Slednji omogočajo učinkovit prenos vrednosti po internetu in hkrati učinkovit način usklajevanja strokovnjakov, razvijalcev in uporabnikov, z namenom razvijanja in vzdrževanja odprtih protokolov in aplikacij (A16Z, 2021; Antonopoulos in Wood, 2018). V splošnem si lahko TVB predstavljamo kot prelomno tehnologijo, ki poganja novo iteracijo in področje internetnih aplikacij, imenovano Web3 (Murray in drugi, 2023). Web3 se prav tako pogosto razlaga v sklopu širšega konteksta končnih uporabniško naravnanih aplikacij, ki delujejo v sožitju s komplementarnimi tehnologijami, kot so umetna inteligenca, virtualna resničnost, obogatena resničnost in internet stvari (Mak, 2021; Paul, 2021).

Ideje in tehnologije, ki definirajo Web3 gibanje, so nastale kot odgovor na slabosti prejšnje iteracije interneta (Web2). Spodaj navajam glavne ideje in oblikovne značilnosti, ki jih danes obravnavamo v sklopu Web3 gibanja in so pomembne za razumevanje vzpostavljanja novih rešitev in poslovnih modelov na tem področju (A16Z, 2021; Dixon, 2017, 2018; Kominers

in Catalini, 2022; Matsuoka in drugi, 2023; Stackpole, 2022; Voshmgir, 2020; Zutshi in drugi, 2021):

- Osnovna ideja je decentralizacija nadzora, moči in zaupanja. Procesi shranjevanja podatkov, vodenja organizacij in odločanja so porazdeljeni na skupnost različnih deležnikov v ekosistemu. TVB igra temeljno vlogo na tem področju.
- Koordinacija poteka brez zanašanja na posrednika in zaupanja posredniku, temveč z zaupanjem v decentraliziran model pravil, zapisanih z odprto kodo in z uporabo pametnih pogodb.
- Odprtokodnost in odprti način razvoja igrata pomembno vlogo, podobno kot v dobi Web1.
- TVB spremeni način shranjevanja in upravljanja podatkov na internetu ter omogoči podatkovno suverenost.
- TVB omogoči učinkovit prenos vrednosti po internetu preko omrežja enakovrednih.
- TVB vzpostavi pojem digitalnega lastništva, ki ga kasneje nadgradijo žetonski sistemi.
- Javne verige blokov predstavljajo ključne praktične implementacije TVB, za katere so značilne naslednje lastnosti: nespremenljivost, transparentnost, nevtralnost, odpor proti cenzuri, sledljivost, interoperabilnost, sestavljivost in odprtost (razvoja, dostopa in uporabe).
- Bitcoin predstavi prvo delujočo implementacijo TVB, javne verige blokov in decentralizirane digitalne valute ter sproži val inovacij pretežno v finančnih sferah.
- Ethereum sledi s predstavitvijo prirejene javne verige blokov kot aplikacijske platforme, osnovane na TVB. Ta omogoča razvoj decentraliziranih aplikacij, ki nosijo precejšen potencial tako za finančno kot nefinančne panoge.
- Žetonski sistemi pridobijo vlogo ključnega gradnika, osnovanega na TVB, in omogočijo implementacijo mnogih novih načinov poslovanja. Najpomembnejše žetonske standarde in gradnike predstavljajo zamenljivi in nezamenljivi žetoni.
- Med priljubljene primere uporabe spadajo predvsem elektronski denar, decentralizirana infrastruktura, decentralizirane finance (angl. decentralized finance, v nadaljevanju DeFi), decentralizirano vodenje (angl. decentralized governance) in decentralizirane organizacije[5] (angl. decentralized autonomous organizations, v nadaljevanju DAO), ustvarjalno gospodarstvo in panoga računalniških iger ter decentralizirana družbena omrežja.

7.2 Ključna inovacija – kriptografski žetoni, osnovani na tehnologiji veriženja blokov

Kriptografski žetoni (na kratko *žetoni*) in žetonska ekonomija (angl. token economy) predstavljajo eno najpomembnejših inovacij in gradnikov na področju Web3 ter posledično

[5] V slovenščini izpuščam izraz "avtonomne", ki se je v angleščini ustalil s kratico DAO, saj v praksi tovrstne organizacije še ne delujejo na popolnoma avtonomen način.

ključen mejnik v razvoju in vključevanju TVB v svet (Voshmgir, 2020). V osnovi žetoni združujejo prvine odprtih kot tudi lastniških sistemov (Dixon, 2017). Prvotni žetoni na področju TVB so nastali predvsem zaradi oblikovanja spodbudnih modelov znotraj omrežij (npr. Bitcoin). S prihodom Ethereum protokola pa je postalo ustvarjanje in izdajanje žetonov enostavno in poceni, kar je sprožilo val inovacij na tem področju. Še vedno pa obstaja veliko ovir in izzivov na strani implementacije in komercializacije, predvsem z vidika oblikovanja trajnostnih žetonskih modelov, pomanjkanja zakonodaje in izboljšanja varnosti (Voshmgir, 2020). Žetoni na področju TVB predstavljajo pomembno inovacijo zaradi naslednjih razlogov:

- Delujejo kot vsebnik vrednosti (angl. container of value), ki se lahko učinkovito prenaša po internetu (podobno kot *paketki* TCP/IP protokola delujejo kot vsebniki za učinkovit prenos podatkov po internetu) (Walden, 2020a).
- Omogočajo način evidentiranja prenosov lastništva in delujejo kot standard za sledenje izvoru (angl. provenance) digitalnih ali fizičnih objektov (Buterin, 2014b; Franceschet in drugi, 2021; Kominers in Catalini, 2022; Nakamoto, 2008; Westerkamp in drugi, 2018).
- Omogočajo programabilnost in prilagajanje različnim primerom uporabe (Kominers in Catalini, 2022).
- Vodijo do večje demokratičnosti procesov podjetništva in inoviranja (Chen, 2018).
- Omogočajo učinkovit način (množičnega) financiranja podjetniških podvigov (Chen, 2018).
- Omogočajo učinkovit način monetizacije in financiranja odprtokodnih protokolov (Chen, 2018; Dixon, 2017; Wenger, 2016).
- Omogočajo učinkovitejši način monetizacije uporabniško ustvarjenih vsebin, izdelkov in storitev ter nagrajevanja ustvarjalcev (Wilson, 2019).
- Omogočajo lastništvo digitalnih vsebin (žetoni kot pravice digitalne lastnine) (Kominers in Catalini, 2022).
- Omogočajo spodbujanje, usklajevanje in usmerjanje velikega števila različnih uporabnikov k istemu cilju (Dixon, 2017; Nazarov, 2019; Walden, 2020a; Wenger, 2016).
- Uporabnikom omogočajo solastništvo v odprtih protokolih in omrežjih in pridobitev deleža v ustvarjeni vrednosti ter s tem usklajujejo finančni uspeh posameznikov s finančnim uspehom protokolov in aplikacij (Walden, 2020a).
- Omogočajo decentralizirano vodenje evolucije odprtih sistemov, kar daje glas uporabnikom (Dixon, 2018).
- Omogočajo učinkovit način reševanja problema hladnega zagona (Dixon, 2017; Matsuoka in drugi, 2023; Wenger, 2016).
- Omogočajo prenosljivost vsebin med različnimi platformami in protokoli (*odprti podatkovni sloj*) (Nazarov, 2019; Wilson, 2019).

- Vodijo do višje prenosljivosti mrežnih učinkov in posledično spremenjenih dinamik konkurenčnosti. Mrežni učinki uporabnikov in uporabniških vsebin se lahko prosto premikajo med platformami (Kominers in Catalini, 2022).

Financiranje projektov

Poglavitno inovacijo z vidika financiranja projektov je predstavljal prihod uporabniških žetonov (angl. utility tokens) in posledično začetnih prodaj kovancev (angl. initial coin offerings, v nadaljevanju ICO). Uporabniški žetoni so žetoni, ki so, običajno na neki točki razvoja v prihodnosti, namenjeni zagotavljanju dostopa do določene uporabne vrednosti, storitve, aplikacije ali vira. V sklopu Ethereuma so običajno implementirani z ERC-20 standardom. ICO predstavlja inovativni model množičnega financiranja, ki omogoča podjetjem ali projektom hitro in učinkovito zbiranje denarja v zameno za žetone. Ime izvira iz pojma *začetna javna prodaja* (angl. initial public offering, v nadaljevanju IPO), poznanega iz tradicionalnega finančnega sveta, kjer podjetje ponudi delnice v prodajo javnim investitorjem. Prvi je uporabil to metodo projekt Mastercoin leta 2013 (dacoinminster, 2013), leta 2014 mu je sledil Ethereum in v naslednjih letih številni drugi projekti, kar je vodilo v izbruh ICO-tov v letu 2017. Žetoni so v iskanju ujemanja izdelka s trgom zaradi svojih inovativnih lastnosti, funkcionalnosti, podobnosti med ICO in IPO, kot tudi zlorab in prevar, prišli večkrat navzkriž z obstoječo zakonodajo o vrednostnih papirjih. Večina teh projektov je bila neuspešna v izvedbi svojih načrtov, njihovi žetoni pa so v letih 2018 in 2019 doživeli veliko razvrednotenje na trgu. Tržni kolaps in številne prevare so vodili v ostrejše finančne regulacije, zaradi česar je ta model danes bolj omejen z vidika odprtosti in dostopnosti maloprodajnih uporabnikov (angl. retail users). Skladi tveganega kapitala so trenutno prevzeli glavno vlogo financiranja zagonskih podjetij v zgodnjih fazah, medtem ko žetoni še vedno predstavljajo prevladujoč sestavni del financiranja, v kombinaciji s tradicionalnim lastniškim modelom (Antonopoulos in Wood, 2018; Chen, 2018; Crosser, 2018; De, 2023; Oliveira in drugi, 2018; Westaway, 2023). Eksperimentiranje z različnimi tipi žetonov z namenom financiranja projektov pa se ni ustavilo pri ICO-tih in uporabniških žetonih. Leta 2020 so postali v sklopu *DeFi poletja* priljubljeni t. i. voditeljski žetoni (angl. governance tokens). Projekti so jih izdajali za financiranje razvoja in prodajali na osnovi ponudbe možnosti vodenja decentraliziranega projekta ter morebitne izpostavljenosti tokom prihodkom v prihodnosti (Dale, 2020). Leta 2021 pa smo bili priča podobnemu pojavu z NFT-ji, ki so kljub številnim prevaram in piramidnih shemam prav tako pokazali potencial za učinkovit način zbiranja finančnih sredstev (Dantes, 2021; DeMatteo, 2022; Valeonti in drugi, 2021).

Monetizacija odprtih protokolov

Kot smo spoznali v poglavju 4.6.1, samim odprtokodnim internetnim protokolom do sedaj ni uspelo zajeti glavnine vrednosti, ampak je to uspelo lastniškim aplikacijam in storitvam, osnovanim na teh protokolih (ali v kombinaciji z njimi). Na področju TVB so žetoni prvič

omogočili inovativen način monetizacije odprtih protokolov in sistemov ter posledično spodbujanje in usklajevanje razvijalcev (Chen, 2018; Wenger, 2016).

Spodbude in usklajevanje uporabnikov odprtih sistemov

Žetoni predstavljajo oblikovalno orodje ekonomskih spodbudnih modelov za zagon, koordinacijo in financiranje razvoja odprtih sistemov. Spodbude lahko delujejo tako pozitivno (nagrade) kot negativno (kazni). Omogočajo spodbujanje in usklajevanje razvijalcev, ki sodelujejo v razvoju odprtih protokolov, in hkrati usmerjanje želenega vedenja različnih deležnikov k skupnemu cilju (Antonopoulos in Wood, 2018; Chen, 2018; Dixon, 2017, 2018; Nazarov, 2019; Walden, 2020a; Wenger, 2016). Prav tako javne verige blokov ponujajo dostop do niza podatkov o delovanju sistema v živo, kar pomeni, da jih je mogoče, v primerjavi s tradicionalnimi sistemi, usmerjati v realnem času (Voshmgir, 2020). Žetoni omogočajo implementacijo decentraliziranega vodenja in DAO, kar je tema aktivnega raziskovanja in eksperimentiranja na področju TVB (Chen in drugi, 2021).

Digitalno lastništvo ter učinkovitejši načini monetizacije uporabniško ustvarjenih vsebin in nagrajevanja ustvarjalcev

Na internetnih platformah, kot jih poznamo danes (npr. TikTok, Instagram, YouTube), glavno vrednost in konkurenčno prednost predstavljajo ustvarjalci in njihove vsebine. S tehnološkega vidika ni zapleteno prekopirati tega modela (platforme), ne pa tudi skupnosti ustvarjalcev in njihovih vsebin. Zaradi zaprtosti in lastniških lastnosti tovrstnih platform so ustvarjalci in njihove vsebine zaklenjeni znotraj ograjenih vrtov, brez možnosti prenosa na druge platforme. Prav tako si vsebin ustvarjalci v resnici ne lastijo, temveč resničnega lastnika predstavljajo platforme, kar pomeni, da lahko ustvarjalcem kadar koli odstranijo dostop, če menijo, da so kršili njihova pravila. Na primer, če danes kupimo zvočno knjigo ali e-knjigo v eni od Web2 platform, običajno prejmemo zgolj licenco za dostop do kopije in ne lastništva nad kopijo (Kominers in Catalini, 2022). Žetoni, osnovani na odprtih protokolih TVB, omogočajo digitalno lastništvo, učinkovit prenos digitalnih vsebin med različnimi platformami na TVB ter digitalni način nagrajevanja ustvarjalcev na odprtem protokolu (Wilson, 2019). V tem primeru igra poglavitno vlogo NFT standard žetonov.

7.3 Konkurenčnost na področju TVB

Platforme na TVB so za razliko od Web2 platform veliko odprtejše narave, kar ima v kombinaciji z žetonsko ekonomijo pomemben vpliv na poslovanje na tem področju. Za potrebe analize vpliva TVB na poslovne modele je treba razumeti, kako gradniki TVB vplivajo na stroškovne in tržne strukture ter konkurenčnost na tem področju. TVB ima pomemben vpliv predvsem na stroške preverjanja (angl. verification costs), stroške interoperabilnosti in prenosljivosti (angl. interoperability and portability costs) ter na stroške sestavljivosti (angl. composability costs) (Kominers in Catalini, 2022). TVB in bolj specifično, javne verige blokov, omogočajo komur koli stroškovno učinkovito preverjanje

lastništva in zgodovine lastništva digitalnih vsebin in sredstev, kar nosi močan potencial za razvoj pravic digitalne lastnine in hkrati nižje stroške preverjanja. Programabilnost žetonov še dodatno povečuje ta potencial in spekter potencialnih aplikacij. Lastnosti transparentnosti, odprtosti in odprtokodnosti vodijo do visoke sestavljivosti celotnega ekosistema, kar omogoči enostavno in hitrejše sestavljanje različnih preverjenih rešitev v nove kombinacije (kombinatorno inoviranje). To pa s seboj prinaša tudi določene izzive na področju obrambnosti (podpoglavje 7.3.3). Lastništvo se vzpostavi na nivoju posameznega žetona, kar vodi do visoke stopnje prenosljivosti tako uporabnikov kot *vrednih* digitalno ustvarjenih vsebin, ki si jih uporabniki lastijo. Uporabniki lahko zaradi odprtosti aplikacij in proste uporabe (angl. permissionlessness) na ravni protokolov in pametnih pogodb, prosto uporabljajo različne platforme in se premikajo med njimi, to pa vodi do izrazitega večdomovanja (hkratne uporabe različnih, lahko konkurenčnih platform) in višje pogajalske moči uporabnikov. Zato so platforme izredno agresivne pri spodbujanju uporabnikov k zamenjavi. Interoperabilnost in prenosljivost rešitev TVB omogočata enostavno komunikacijo med različnimi (lahko konkurenčnimi) protokoli, kar prav tako vodi v nižje stroške. Temeljni protokolarni sloj TVB tako deluje kot povezovalna infrastruktura vseh aplikacij in platform, ki so zgrajene na njem, kar ima pomembne posledice za mrežne učinke na tem področju (Kominers in Catalini, 2022).

7.3.1 Mrežni učinki in problem hladnega zagona

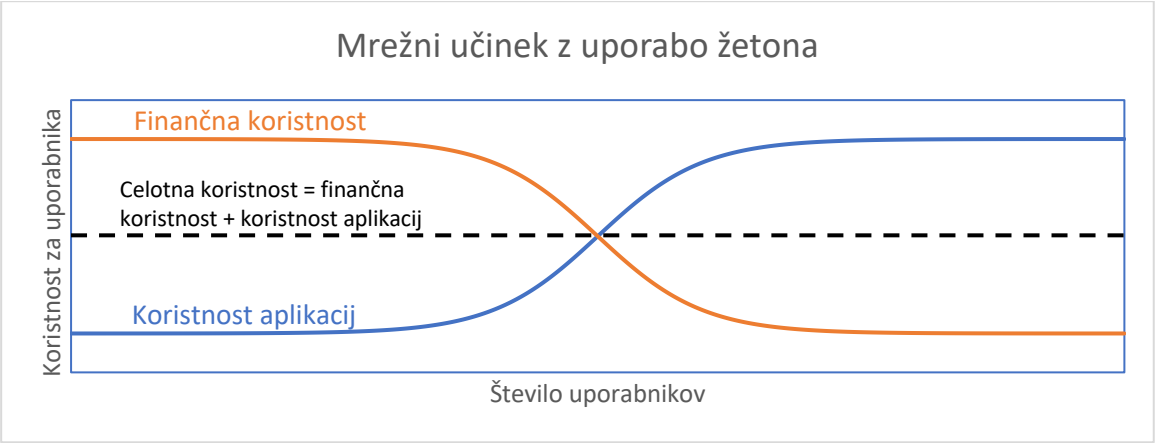
Mrežni učinki predstavljajo osnovo za uspešnost internetnih podjetij. Na njihovi podlagi ta vzpostavljajo tokove pristojbin, ki posledično delujejo kot osnova za stroške zamenjave. Uporabniki igrajo ključno vlogo pri ustvarjanju večstranskih platform, saj s svojim delom in dejavno uporabo večajo celotno vrednost platform in njihovo uporabnost za nove uporabnike. A kljub temu za to niso ustrezno nagrajeni, saj večino ustvarjene vrednosti običajno zajamejo zgolj *insajderji* (ustanovitelji in investitorji). Na področju Web3 kriptografski žetoni omogočajo učinkovitejše vzpostavljanje mrežnih učinkov in pozitivnih povratnih zank, saj dajejo uporabnikom delež vrednosti (solastništvo), ki jo protokol, če je uspešen, ustvari. To poveča spodbude za sodelovanje v omrežjih ter hkrati ponovno definira pojmovanje lastništva v internetnem in virtualnem svetu (Dixon, 2017; Ishmaev, 2017; Walden, 2020a). Internetna zagonska podjetja problem hladnega zagona običajno rešujejo s strategijami plačanega trženja (angl. paid marketing), ki vključujejo subvencioniranje uporabnikov v začetnih fazah in s tem omogočajo pridobitev kritične mase. Žetoni predstavljajo pomembno inovacijo z vidika zagona mrežnih učinkov, saj dodajajo (špekulativno) finančno spodbudo uporabnikom za sodelovanje v zagonskem obdobju, kadar je uporabna vrednost majhna ali neobstojna. Spodnji sliki prikazujeta koristnost (prekinjena krivulja), ki so je deležni uporabniki v omrežju glede na rast števila uporabnikov v času. Slika 5 se nanaša na tradicionalne mrežne učinke, kjer celotna koristnost uporabnikom temelji zgolj na koristnosti aplikacij oz. končnih rešitev. Po drugi strani pa na sliki 6 vidimo, da žetoni v zagonski fazi podajajo tudi finančno koristnost, kar poveča celotno koristnost v tej fazi in s tem spodbudi rast mrežnih učinkov. Žetoni tako delujejo kot učinkovit

mehanizem reševanja problema hladnega zagona (Chen, 2021; Dixon, 2017; Matsuoka in drugi, 2023).

Slika 5: Tradicionalni mrežni učinek

Prirejeno po Dixon (2017).

Slika 6: Mrežni učinek z uporabo žetona



Prirejeno po Dixon (2017).

7.3.2 Specifične strategije spodbujanja mrežnih učinkov z žetoni

Skozi razvoj TVB smo bili priča številnim poskusom spodbujanja mrežnih učinkov v zagonskih fazah omrežij s pomočjo žetonov. V veliki večini primerov gre za variacije sistema, ki ga je implementiral Bitcoin protokol: uporaba in oblikovanje mehanizma izdaje novih žetonov z namenom spodbujanja začetne baze uporabnikov in razpršitve lastništva žetonov na široko skupnost. Spodaj opisujem dva priljubljena primera, ki se trenutno uporabljata na tem področju: rudarjenje likvidnosti in izpusti iz zraka.

1. *Rudarjenje likvidnosti* (angl. liquidity mining), poznano tudi kot *kmetovanje donosa* (angl. yield farming) uporablja mehanizem izdaje novih žetonov za nagrajevanje aktivne uporabe. V tem primeru gre za nagrajevanje uporabnikov, ki zagotavljajo likvidnost določenim (običajno finančnim) protokolom, ki se zanašajo na likvidnost za uspešno delovanje in hkrati za vzpostavljanje pozitivnih povratnih zank (več likvidnosti prinaša več likvidnosti) ter gradnjo mrežnih učinkov (Fan in drugi, 2022).
2. *Izpusti iz zraka* (angl. airdrops) predstavljajo sistem distribucije žetonov ali nagrajevanja uporabnikov, kjer so žetoni poslani s strani izdajatelja neposredno posameznim uporabnikom v določeni skupnosti (Tönnissen in drugi, 2020). Izpusti iz zraka poskušajo doseči veliko razpršitev lastništva žetonov na skupnost uporabnikov (decentralizacija) in hkrati nagraditi začetne uporabnike sistema za njihovo zvestobo in sodelovanje v ustvarjanju mrežnih učinkov in vrednosti (Allen in drugi, 2023). Nedavni učinkoviti primeri izpustov iz zraka na trgu običajno nagrajujejo dejavno uporabo z izpustom iz zraka *s pogledom nazaj* (angl. retroactive airdrops), kjer so žetoni poslani uporabnikom sistema glede na njihovo uporabo v določenem časovnem okvirju v preteklosti (Allen in drugi, 2023; Rouviere, 2022). Posledično ima obljuba ali pričakovanje morebitnega izpusta iz zraka v prihodnosti kot strategija za pridobivanje uporabnikov precejšnjo tržno moč. Ta model je lahko implementiran na različne načine, za posebej uspešnega pa se je izkazal (v kombinaciji z nižjimi pristojbinami in izboljšano uporabniško izkušnjo) v primeru Blur NFT tržnice, ki je glede na obseg trgovanja (angl. trading volume) uspela izpodriniti prej dominantno tržnico OpenSea (Hatfield in Kominers, 2023; Nagarajan, 2023; Sinclair, 2023). Izpusti iz zraka s pogledom nazaj kažejo tudi potencial za uporabo na področju financiranja javnih dobrin (Buterin, 2021c).

7.3.3 Obrambnost

Mrežni učinki se kopičijo na ravni žetona, kar omogoča njihovo prenosljivost in vodi v nižje vstopne ovire. Tveganje substitutov je iz tega razloga večje na področju Web3, v primerjavi z Web2, saj lahko konkurenti lažje vstopijo na trg, četudi zgolj z enostavno kopijo že uveljavljenega podjetja. Podjetniki lahko namreč prosto uporabljajo že ustvarjene pametne pogodbe in obstoječe rešitve kot gradnike za sestavljanje novih (morebiti konkurenčnih) aplikacij. Z uporabo finančnih spodbud lahko nato poskusijo "ukrasti" uporabnike ustaljenih podjetij ali protokolov. Konkurenti lahko prekopirajo (razcepijo) tako izvorno kodo kot tudi zgodovino transakcij. Posledično smo bili v zadnjih letih priča številnim poskusom t. i. vampirskih napadov (angl. vampire attacks) na ustaljene Web3 platforme z močnimi mrežnimi učinki. Najvidnejši primeri so Uniswap in Sushiswap (Keoun in drugi, 2021; Liu in drugi, 2022), OpenSea in LooksRare, OpenSea in Blur (Hatfield in Kominers, 2023; Nagarajan, 2023; Sinclair, 2023) ter Tensor in Magic Eden (Hayward, 2023). Medtem ko so Web2 platforme obrambnost dosegle predvsem z zaprtostjo svojih ekosistemov in strogim nadzorom, morajo Web3 platforme veliko več truda vložiti v prepričevanje uporabnikov k redni uporabi, pretežno na osnovi izboljšanje ponudbe. Zaradi omenjenih dejavnikov se morajo platforme na področju Web3, poleg agresivnih načinov pridobivanja uporabnikov,

osredotočati na druge vire konkurenčnih prednosti, ki so povezani z razvojem novih praktičnih funkcionalnosti, učinkovitega in intuitivnega uporabniškega vmesnika, infrastrukture, ki izboljša uporabniško izkušnjo, sistemov nagrajevanja in zvestobe itd. Velikokrat je potrebna kombinacija različnih strategij ali združevanje najuspešnejših funkcionalnosti z različnih platformami na trgu. Prav tako lahko visoka vključenost (angl. embeddedness) platform v celoten ekosistem predstavlja pomemben vir konkurenčnih prednosti, kar smo lahko v preteklosti opazili pri raznih odprtokodnih internetnih protokolih in pa v Web2 svetu z Gmail računom, ki omogoča enostavno prijavo v različne platforme. Dodatno lahko trajnostne konkurenčne prednosti podjetniki razvijajo podobno kot odprtokodni protokoli, na osnovi skupnih vrednot, interesov, prepričanj in z učinkovitim vodenjem, kar uporabniki na koncu povezujejo z znamko (npr. Ethereum). Če uporabniki verjamejo v vizijo razvijalcev in njihovo sposobnost dostavljanja, bodo veliko raje ostali na specifični platformi in celo pomagali pri razvoju platforme ali na njej osnovanih aplikacij. Žetoni jim dodatno omogočajo skupno lastništvo in delež v ustvarjeni vrednosti, kar jih ekonomsko spodbuja (Hatfield in Kominers, 2023; Kominers in Catalini, 2022; Weber, 2005).

7.4 Protokoli, aplikacije in poslovni modeli na področju Web3

Podobno kot so družbena omrežja, kot sta Facebook in Twitter ali aplikacije, kot je Uber, omogočili modele, ki pred prihodom interneta, GPS-a ali pametnih telefonov niso bili mogoči, tako TVB omogoča vzpostavitev novih podjetniških rešitev, osnovanih na prej omenjenih gradnikih. Spodaj navajam zadnje inovativne rešitve, ki nakazujejo na močan potencial za razvoj ponudb vrednosti na tem področju.

7.4.1 Temeljni sloj protokolov TVB

Med poglavitne protokole temeljnega sloja TVB spadata Bitcoin in Ethereum. Gre za protokole, ki s pomočjo svežnja raznih tehnologij in implementacij omogočajo uporabo TVB v praksi. Med te spadajo tudi Avalanche, Solana, Polkadot, Cosmos, Near, Algorand in mnogi drugi. Tovrstni protokoli delujejo podobno kot začetni (Web1) internetni protokoli, vendar jim, za razliko od internetnih protokolov, žetoni ponujajo možnost monetizacije in spodbujanja razvoja kot tudi številne druge prej omenjene prednosti. Temeljni protokoli izražajo lastnosti platform na različne načine. Delujejo namreč kot večstranske platforme (Yahya, 2020) in kot aplikacijske platforme, ki omogočajo gradnjo nadaljnjih slojev aplikacij. Poslovni model večstranskih platform v tem primeru običajno sestavljajo naslednje skupine uporabnikov: tim in glavni razvijalci, rudarji oz. potrjevalci, zunanji razvijalci aplikacij in nadaljnjih slojev, končni uporabniki, imetniki žetonov in skupnost decentraliziranega vodenja. Tako neposredni kot posredni mrežni učinki se razvijejo na različne načine in na različnih straneh teh večstranskih platform. Na primer neposredni mrežni učinki se razvijejo, saj se z večjim številom uporabnikov veča uporabnost celotnega omrežja in posledično tudi možnost preživetja omrežja. Kot primer posrednih mrežnih

učinkov pa lahko omenimo število razvijalcev zunanjih aplikacij, ki z razvojem aplikacij posredno vplivajo na uporabnost za končne uporabnike kot drugo skupino deležnikov v ekosistemu (Yahya, 2020). Poglavitni tip monetizacije temeljnih protokolov so transakcijske pristojbine (Robinson, 2022). Temeljni protokoli običajno začnejo delovati kot standardna lastniška podjetja in kasneje, po navadi z izdajo žetona, decentralizirajo svojo strukturo.

7.4.2 Elektronski denar

TVB je omogočila razvoj kriptovalut ali internetno-domačih alternativ tradicionalnim valutam, ki omogočajo učinkovit prenos vrednosti preko interneta (Antonopoulos, 2017; Buterin, 2022b). Med te lahko uvrščamo tako kriptografske žetone, domače določenim temeljnim protokolom TVB (bitcoin ali ether), kot tudi stabilne kriptovalute, katerih cilj je zagotoviti stabilno vrednost kriptografskih sredstev v povezavi s specifičnim sredstvom ali košarico sredstev (FSB, 2020). Ponudniki stabilnih kriptovalut delujejo tako na skrbniški kot neskrbniški način. Med primere skrbniških ponudnikov spadata Tether in Circle, ki delujeta kot centralizirani platformi in omogočata menjavo fiat[6] denarja v zameno za *kripto* ameriške dolarje (USDT in USDC), v razmerju 1 proti 1. Žetoni so tako zavarovani s fiat denarjem (angl. fiat-collateralized stablecoins), kjer izdajatelj ustvari žetonsko valuto s pravico do izdaje in preklica enot glede na sredstva, s katerimi je zavarovana (v tem primeru ameriški dolar). Ta primer omogoči vključitev in uporabo ne-kriptografskih *sredstev iz resničnega sveta, brez povezave* (angl. real world offline assets) v omrežje TVB, vendar deluje na pomembni predpostavki zaupanja v izdajatelja, kar predstavlja ranljivost in vektor napada. Med neskrbniške stabilne kriptovalute spadajo različni decentralizirani protokoli TVB (npr. MakerDAO in Liquity). Ti običajno delujejo po načelu zastavljanja zavarovanja v obliki različnih kriptovalut, v zameno za izdajo stabilne kriptovalute. V tem procesu obstaja tveganje zaradi nestanovitnosti (angl. volatility) osnovnih sredstev, kar lahko vodi do likvidacije. Drug priljubljen način neskrbniških stabilnih kriptovalut pa deluje na algoritmični način zagotavljanja stabilnosti glede na ponudbo in povpraševanje (npr. Ampleforth) (Fiedler in Ante, 2023). Neskrbniški protokoli stabilnih kriptovalut običajno delujejo kot večstranske platforme, medtem ko njihov glavni vir prihodkov predstavljajo različne vrste pristojbin.

7.4.3 Decentralizirana infrastruktura

Decentralizirana infrastruktura je izjemno širok pojem, ki se v splošnem nanaša na večslojni tehnološki sveženj različnih tehnologij, protokolov in standardov, potrebnih za učinkovito delovanje in implementacijo Web3 idej. To lahko vsebuje protokole in načine za reševanje prepustnosti, zasebnosti, interoperabilnosti, uporabniške izkušnje, podatkovne infrastrukture in razvojnih orodij itn. Zaradi siceršnje preobsežnosti se bom osredotočil zgolj na en primer,

[6] V fiat denar spada večina sodobnih valut (ameriški dolar, euro …), ki jih vlada izda ter uvede kot zakonito plačilno sredstvo. Te valute niso podprte s fizičnim blagom kot je npr. zlato (Britannica, brez datuma).

ki je nedavno prejel precejšno pozornost – Ethereumov model zastavljanja in prihod likvidnih izvedenih finančnih instrumentov zastavljanja (angl. liquid staking derivatives, v nadaljevanju LSD). Ethereum je pred kratkim na glavnem omrežju uvedel eno izmed zgodovinsko najpomembnejših nadgradenj, ki je med drugim spremenila mehanizem soglasja iz POW v POS. Poleg pozitivnih okoljskih vplivov in spremenjenih ekonomskih in varnostnih dinamik je ta sprememba omogočila tudi porast novih poslovnih modelov, povezanih z decentraliziranim zastavljanjem deleža in preverjanjem transakcij in blokov (Kapengut in Mizrach, 2023). Ethereum za uspešno, stabilno in varno delovanje potrebuje potrjevalce, ki morajo položiti 32 ETH v protokol, z namenom aktivacije potrjevalske programske opreme, s pomočjo katere postanejo odgovorni za shranjevanje podatkov, obdelovanje transakcij in dodajanje novih blokov na verigo blokov (Ethereum, brez datuma-a). Ethereumov model zastavljanja in potrjevanja je spodbudil nastanek LSD, ki z izdajo dodatnega žetona, ki predstavlja vložek v protokolu, uporabnikom omogočajo sodelovanje v procesu potrjevanja in hkratno uporabo žetona v ekosistemu. V primeru novega žetona gre za sintetično sredstvo (angl. synthetic asset), ki posnema vrednost izvirnega zastavljenega deleža in omogoča višjo kapitalsko učinkovitost in likvidnost. Prav tako LSD protokoli omogočajo večjo in širšo udeležbo v potrjevalskem procesu ter posledično višji celotni znesek deleža v omrežju in višjo varnost, saj povečujejo dostop manj kapitaliziranih uporabnikov (Bedawala in Salot, 2023; Kapengut in Mizrach, 2023). Obstajajo različni modeli LSD protokolov, tako centralizirani kot decentralizirani. Trenutno med najuspešnejše decentralizirane modele spadajo Lido, RocketPool in Frax (CoinGecko, brez datuma-b). Z vidika poslovnega modela večina LSD projektov deluje kot večstranske platforme z uporabo žetonske ekonomije, z namenom koordinacije in spodbujanja različnih skupin uporabnikov. Med glavne deležnike običajno spadajo: 1) glavni razvijalci, 2) ponudniki infrastrukture, 3) končni uporabniki, ki zastavljajo delež z namenom zaslužka in prispevka k varnosti sistema in 4) imetniki žetonov in skupnost decentraliziranega vodenja. Glavni vir tokov prihodkov takšnih rešitev predstavljajo pristojbine (npr. 10 % pristojbina na nagrade zastavljanja pri Lido protokolu) (Lido, brez datuma).

7.4.4 Decentralizirane finance

DeFi predstavljajo alternativne finančne protokole in aplikacije, ki jih poznamo v tradicionalnem svetu financ, vendar so v tem primeru osnovani na TVB. To pomeni, da te aplikacije podedujejo oblikovna načela in lastnosti temeljnih protokolov javnih verig blokov, kot je Ethereum. Tako delujejo na osnovi pametnih pogodb, brez centralnih posrednikov, in štejejo primere uporabe kot so plačila, posojanje in izposojanje, trgovanje (decentralizirane borze), zavarovanje, naložbe in upravljanje premoženja (Gogel, 2021). DeFi aplikacije gradijo na ponudbi vrednosti odprtega dostopa, nevtralnosti, transparentnosti, odporu proti cenzuri, večji hitrosti in učinkovitosti, nižjih stroških in rednem delovanju. Nekateri pretekli katastrofalni dogodki na tem področju (npr. Mt. Gox in FTX) so še dodatno spodbudili razvoj decentraliziranih finančnih alternativ (Brustein, 2014; Huang, 2022). Čeprav je v večini primerov DeFi aplikacij možno zaslediti vzporednico v

tradicionalnem finančnem svetu, pa smo bili zadnja leta priča tudi nekaterim inovativnim aplikacijam. Med te spada projekt Uniswap, ki ga bom podrobneje analiziral v empiričnem delu (Chen in Bellavitis, 2020). Aplikacije DeFi prav tako pretežno delujejo kot večstranske platforme, ki uporabljajo žetonsko ekonomijo za koordinacijo in monetizacijo. Podobno kot v prejšnjem primeru med glavne uporabniške skupine tovrstnih platform običajno spadajo: 1) ponudniki likvidnosti, 2) končni uporabniki (npr. trgovalci, izposojevalci) in 3) imetniki žetonov in skupnost decentraliziranega vodenja (Yahya, 2020). Bolj specifično, glavni vir tokov prihodkov DeFi platform predstavljajo trgovalne pristojbine (Robinson, 2022).

7.4.5 Decentralizirane organizacije in decentralizirano vodenje

Na razvoj interneta je močno vplival tako razvoj medsebojno povezanih tehnologij kot tudi razvoj medsebojno povezanih skupnosti. Uspeh tehnologije je bil v veliki meri povezan z zadovoljevanjem potreb skupnosti kot tudi usmerjanjem skupnosti v napredek (Leiner in drugi, 2009). Odprtokodnost in sodelovalno inoviranje sta začela definirati nove organizacijske strukture (Lerner in Tirole, 2002). Pojem *skupnosti* je s prihodom interneta pridobil nov pomen. Naenkrat je postalo možno prosto povezovanje z ljudmi po svetu z minimalno ali skoraj neopazno zakasnitvijo, najprej pretežno z namenom razvoja in gradnje tehnologije, sledil pa je korenito spremenjen način sporočanja (e-pošta) in začetki spletnih skupnosti (forumi). S prehodom na Web2 in s prihodom družbenih omrežij so internetne skupnosti dobile novo podobo, kar je prav tako razširilo obseg uporabe. Na področju TVB lahko kot evolucijo organiziranja internetnih skupnosti razumemo DAO. Te delujejo kot spletne skupnosti, ki poleg učinkovitih načinov strukturiranja in izmenjave informacij uporabljajo prvine TVB in žetonov, kar omogoča kodiranje pravil delovanja v decentralizirane pametne pogodbe in vključitev ekonomskih prvin, z namenom demokratičnega vodenja in spodbujanja članov k enotnemu cilju (Liu in drugi, 2021). Prvotna omemba DAO sega v čas nastanka The DAO projekta, ki je poskusil leta 2016 implementirati decentraliziran sklad tveganega kapitala. Projekt je požel ogromno zanimanja in navdušenja ter uspel zbrati več kot 150 milijonov dolarjev. Kmalu zatem pa je napadalec izkoristil ranljivost v programski kodi pametne pogodbe in ukradel 3,6 milijona ETH, vrednih več kot 50 milijonov dolarjev (Mehar in drugi, 2019).

Uporabniki z žetoni pridobijo *glas* v skupnosti in v evoluciji omrežja. Kljub temu pa različne implementacije decentraliziranega vodenja, ki smo jim bili priča do sedaj, še niso uspele doseči široke uporabe in se srečujejo s številnimi izzivi (Buterin, 2021b, 2022a, 2022b; Chen in drugi, 2021). Pametne pogodbe lahko namreč enostavno prevzamejo funkcijo avtomatskih poslovnih poravnav, kakršna koli bolj zapletena in nerutinska logika pa predstavlja veliko večji izziv. Prav tako upravljanje z žetoni včasih prinaša več izzivov kot prednosti. Predvsem z vidika učinkovitosti je trenutno nejasno, ali bodo lahko decentralizirani načini vodenja kompleksnih sistemov res uspeli nadomestiti centralizirane metode (Ertz in Boily, 2019; Hawlitschek in drugi, 2020). DAO delujejo predvsem kot nova organizacijska struktura in na področju poslovnih modelov preizkušajo različne pristope. Med te velikokrat spada

vključitev lastniškega sloja vodenja, ki deluje skladno z decentralizirano skupnostjo, z namenom lažje, hitrejše in jasnejše koordinacije in sprejemanja odločitev (Liu, 2023; Uniswap, 2023a).

7.4.6 NFT, ustvarjalno gospodarstvo in panoga računalniških iger

Neprekinjena in hitra rast uporabe virtualnih naprav ter daljšanje preživljanja časa v digitalnem svetu povečujeta potrebo po lastništvu v digitalnem svetu. Medtem ko so digitalni podpisi in prvotne aplikacije TVB omogočili lastništvo zamenljivih sredstev (npr. valuta), pa obstaja tudi potreba po učinkovitem digitalnem lastništvu nezamenljivih sredstev, kot so umetniška dela, zbirateljski predmeti, imena internetnih domen ali edinstvena sredstva v računalniških igrah. Ljudje smo namreč družbena bitja in svoj status v družbi izražamo na različne načine. Tako kot pojmi identitete, družbenega signaliziranja in statusnih simbolov obstajajo v resničnem svetu, je njihov pojav možno prepoznati tudi v virtualnem svetu, kjer postajajo vse pomembnejši (Ethereum, brez datuma-b; Wang in drugi, 2021). NFT standardi žetonov (npr. ERC721 in ERC1155) so omogočili enostavno ustvarjanje nespremenljivih žetonov za predstavljanje lastništva edinstvenih predmetov. NFT-ji lahko predstavljajo lastnino tako digitalnih kot resničnih predmetov in hkrati omogočajo enostavno dokazovanje izvora. Lastništvo dosegajo z edinstvenim identifikatorjem v žetonu, ki je povezan s specifičnim Ethereum naslovom. Dokazovanje lastništva poteka po ustaljeni poti z zasebnim ključem. NFT-ji delujejo kot podatkovni vsebniki na osnovi pametnih pogodb na Ethereum (ali drugih) verigi blokov. Možno jih je enostavno prenašati po internetu in jim s pomočjo pametnih pogodb dodajati nove funkcionalnosti. So torej prenosljivi, preverljivo unikatni in programabilni gradniki, ki omogočajo ustvarjanje novih aplikacij na področju TVB (Ledbetter, 2022; Wang in drugi, 2021). Kot gradniki, osnovani na TVB, NFT-ji podedujejo lastnosti TVB, kot so lastništvo, zapisano na javni verigi blokov, združljivost z aplikacijami, osnovanimi na isti TVB, in prenosljivost med platformami in aplikacijami. Pametne pogodbe omogočajo implementacijo dodatnih funkcionalnosti, kot je na primer programsko zakodiran avtorski honorar (angl. royalty) za uporabniško ustvarjene vsebine in umetniška dela (Chalmers in drugi, 2022; Kominers in Catalini, 2022). NFT trgovanje je postalo središče pozornosti na področju TVB v letih 2021 in 2022 (Reyburn, 2021), čeprav so znaki potencialne priljubljenosti segali že v leto 2017, ko je projekt CryptoKitties prevzel skupnost na področju TVB in, zaradi povpraševanja in velikega števila transakcij, privedel do težav z Ethereum omrežjem (Hertig, 2017). Nedavni uspešni primeri so večinoma spadali v naslednje kategorije: 1) digitalni zbirateljski predmeti in zbirke (npr. CryptoPunks, BAYC in NBA Top Shots), 2) digitalna umetnost (npr. Everydays: The First 5000 Days), 3) predmeti v računalniških igrah (npr. Axie Infinity), 4) zemlja v platformah virtualne resničnosti (angl. metaverse platforms) (npr. Sandbox in Decentraland) in 5) domenska imena (npr. ENS) (Chohan, 2021). Zaradi številnih primerov (nerazumnih) vrednosti NFT žetonov kot tudi nemajhnega števila prevar je področje hitro postalo tarča kritikov in primerjav z *ICO manijo* v letu 2017 (Chalmers in drugi, 2022). Z vidika poslovnih modelov lahko NFT žetone uvrščamo med kriptografske žetone kot gradnike. Sami zase tako ne

predstavljajo novega poslovnega modela, temveč s svojimi prvinami omogočajo ustvarjanje inovativnih ponudb vrednosti in s tem vzpostavljanje novih kombinacij poslovnih modelov.

7.4.7 Družbena omrežja

Družbena omrežja so ena najuspešnejših in najvrednejših Web2 platform (Instagram, Facebook, TikTok, Twitter …), ki se hkrati srečujejo s številnimi izzivi in tveganji. Platforme družbenih omrežij imajo naslednja tveganja. Centralizacija in koncentracija moči ter nadzora prinašata tveganja v povezavi z masovnimi zbirkami občutljivih osebnih podatkov in algoritmi. Med te spadajo prodaja in izkoriščanje podatkov, računalniški vdori, zasebnost, cenzura, lažne novice, deplatformiranje itn. Prav tako so Web2 družbena omrežja izjemno izolirana in jih je težko povezati z drugimi platformami, uporabniki pa si v resnici ne lastijo svoje identitete in družbenega grafa (angl. social graph) (BinanceResearch, 2022; Hisseine in drugi, 2022). TVB ima velik potencial za razvoj decentraliziranih družbenih omrežij, saj omogoča uporabnikom lastništvo svoje identitete in podatkov, kot tudi lastništvo svoje skupnosti, občinstva, sledilcev ter interakcij z njimi. Zaradi sestavljive narave TVB lahko razvijalci prosto razvijajo, inovirajo in uporabljajo nemoten dostop do aplikacijskih programskih vmesnikov (angl. application programming interface, v nadaljevanju API). Nazadnje pa je možno vzpostaviti tudi sistem finančnih spodbud za nagrajevanje kakovostnih vsebin, kuriranje vsebin kot tudi vodenje določenih delov platform. Razvoj tovrstnih modelov je v dokaj zgodnji fazi, kar pomeni, da je pot do vključenosti v sodobno družbo in konkuriranja obstoječim družbenim omrežjem z močnimi mrežnimi učinki polna izzivov. Trenutno so v razvoju številna decentralizirana družbena omrežja, med katera spadajo Farcaster, Lens in Mastodon (BinanceResearch, 2022; Hisseine in drugi, 2022; Li in Palanisamy, 2019; Young, 2022). Z vidika poslovnih modelov so Web3 družbena omrežja tako kot Web2 družbena omrežja osnovana kot večstranske platforme z izrazitimi mrežnimi učinki. TVB in žetonska ekonomija predstavljata zgolj dodatne gradnike za izboljšavo ponudbe vrednosti različnim uporabniškim skupinam. Glavni vir prihodkov Web2 družbenih omrežij predstavljajo oglasi, kar je tudi možnost za Web3 družbena omrežja, s to razliko, da si lahko uporabniki popolnoma lastijo svoje podatke, se sami odločajo, ali jih želijo deliti in morebiti pridobijo delež vrednosti, ki jih njihovi podatki ustvarijo. Trenutno so v zgodnji fazi razvoja številna podjetja, ki se ukvarjajo z izzivi na tem področju (Safary, 2023).

7.4.8 Ostale rešitve in poslovni modeli

Kot vidimo, trenutno večina inovativnih aplikacij in rešitev na področju TVB uporablja določeno vrsto žetonske ekonomije in odraža lastnosti večstranskih platform. Kljub temu pa obstajajo številni izdelki in ponudniki storitev na področju TVB, ki uporabljajo tudi ostale vzorce priljubljenih poslovnih modelov, predvsem poznanih s področja interneta. Običajno ti delujejo na lastniški način, kjer področje TVB predstavlja ključni del njihovega poslovnega modela. Med te spadajo predvsem kombinacije naročninskih modelov (SaaS) in *freemium*, ki ji opazujemo pri številnih ponudnikih storitev, kot so na primer analitične

platforme (npr. Nansen, Dune Analytics, Parsec), ponudniki tržnih raziskav (npr. TheBlock Research, Delphi Digital, Messari), ponudniki infrastrukture vozlišč (npr. Infura in Alchemy), ponudniki skrbništva in upravljanja ključev (npr. Anchorage in Fireblocks) (Robinson, 2022).

7.5 Trenutno stanje, težave in izzivi

Večino podjetij ali projektov na področju TVB financirajo skladi tveganega kapitala in so v zgodnjih fazah razvoja. Kljub temu se nekatera podjetja dokaj hitro približujejo višji stopnji zrelosti, kar vodi v številne razprave na temo monetizacije in vzpostavljanja tokov prihodkov. Na tej točki se običajno razjasni, katera podjetja so dosegla ujemanje med izdelkom in trgom in katera so pridobila uporabniški prijem (angl. user traction) zgolj zaradi različnih strategij subvencioniranja, običajno povezanih z žetoni. Spodbude so ključnega pomena pri premagovanju problema hladnega zagona, a je njihova uporaba v začetnih fazah časovno omejena, saj se zanašajo na kasnejšo pridobitev ujemanja med izdelkom in trgom ter vzpostavitev tokov prihodkov. Medtem ko poskuša Web3 spremeniti lastniške dinamike tradicionalnih internetnih platform, so za zdaj, ironično, najuspešnejša podjetja v Web3, z najmočnejšim ujemanjem izdelka in trga, prav tako centralizirana in lastniška. Med te spadajo predvsem centralizirane borze (npr. Binance, Coinbase in Kraken) in skrbniške stabilne kriptovalute (npr. USDT/Tether in USDC/Circle).

Zmogljivost in prepustnost temeljnih protokolov TVB

Temeljni protokoli TVB, kot sta Bitcoin in Ethereum, se že od začetka redno srečujejo z izzivi prepustnosti, sorazmerno z rastočim povpraševanjem uporabnikov. Vsak novi cikel rastočih cen na trgu kriptografskih žetonov privede do vala novih uporabnikov na področju TVB, kar posledično zapolni kapaciteto prepustnosti omrežij in jih obremeni do neuporabnosti. Trilema verig blokov najbolje ilustrira problem prepustnosti v protokolih TVB (Buterin, 2021d). Trenutno se razvijajo različni načini reševanja tega problema, od novih temeljnih protokolov TVB z inovativnimi mehanizmi soglasja, do načinov izboljšave prepustnosti trenutnih temeljnih protokolov TVB na višjem sloju, ki delujejo po načelu prenosa večine transakcij na nov sloj in uporabe temeljnega sloja zgolj za končno poravnavo, kar bistveno razbremeni temeljni sloj (Zutshi in drugi, 2021). Prav tako velik potencial za prepustnost nosi tehnologija *ničelnega znanja* (angl. zero-knowledge - ZK), ki omogoča dokazovanje izračunov z izredno majhnimi dokazi (Burger, 2022; Buterin, 2021a). Izboljšana prepustnost verjetno igra najpomembnejšo vlogo pri možnih primerih uporabe in poslovnih modelov. Uvedba takšnih rešitev bo v prihodnjih letih odprla oblikovalni prostor za številne nove aplikacije.

Decentralizacija

Decentralizacija je ena izmed poglavitnih idej in ponudb vrednosti, na katerih temelji Web3 in predstavlja pomembno področje raziskav in poskusov. Projekti na tem področju običajno poudarjajo svoje konkurenčne prednosti, povezane z decentralizacijo, čeprav se je velikokrat izkazalo, da obstaja precejšen razkorak med teorijo in dejansko implementacijo teh idej v praksi (Chen in drugi, 2021). Trenutno stanje TVB kaže višjo nagnjenost nižjih slojev infrastrukture k decentralizaciji, medtem ko pol-decentralizacija (angl. semi-decentralization) velikokrat predstavlja boljšo pot za aplikacijske sloje, z namenom ohranjanja večje operativne učinkovitosti in hitrosti (Chen in drugi, 2021). Omembe vredna je kritika centralizacije svežnja infrastrukturnih ponudnikov API storitev (npr. Infura in Alchemy) na področju TVB, na katere se zanaša večina decentraliziranih aplikacij. Kljub decentralizaciji določenih drugih slojev predstavljajo ti ponudniki tveganja, kot so nezaupanje v pravično delovanje majhnega števila centraliziranih platform za pridobivanje občutljivih podatkov iz verige blokov, morebitno cenzuriranje, preprečevanje dostopa in skrbi glede zasebnosti (Marlinspike, 2022).

Decentralizirano vodenje

Empirične študije DAO trenutno nakazujejo, da decentralizirano vodenje v praksi še ne dosega bistveno boljših rezultatov z vidika demokratičnosti, v primerjavi s centraliziranimi platformami. Sodelovanje v decentraliziranem vodenju je običajno koncentrirano na majhno število uporabnikov, medtem ko se večina uporabnikov v praksi ne ubada z glasovanjem ali s sodelovanjem v razpravah o vodenju (angl. governance discussions). Majhni imetniki žetonov se velikokrat počutijo, kot da nimajo zadostne moči za vpliv na glasovanje, kar vodi v apatijo volivcev (angl. voter apathy) in usklajevanje delovanja primarno z željami večjih imetnikov žetonov, lahko na račun majhnih imetnikov. To ima pomemben vpliv na pravno in regulacijsko obravnavanje tovrstnih organizacij (Fritsch in drugi, 2022; Liu, 2023). Dandanes se večina zgodnjih zagonskih podjetij, ki uporabljajo žetonske modele, odloča za pot t. i. progresivne decentralizacije. Ti svoje potovanje začnejo kot centralizirana tradicionalna podjetniška struktura in organizacija, kar jim omogoči močno potrebno operativno učinkovitost in sposobnost hitrega razvoja v začetni fazi ter osredotočanje na doseganje ujemanja izdelka s trgom. Kasneje pa se ta podjetja postopoma spremenijo v DAO in zavržejo obstoječo tradicionalno podjetniško strukturo (Walden, 2020b).

Nespremenljivost

Podobno kot decentralizacija je nespremenljivost ena izmed temeljnih idej, na kateri je osnovano Web3 področje. Prav tako se je tudi za to lastnost do sedaj pokazal razkorak med teorijo in prakso. The DAO (Mehar in drugi, 2019) ali bolj nedavno Juno (Morris, 2022) sta le dva izmed mnogih primerov, ki nakazujejo na izzive implementacije te ideje, kar vodi v razmišljanje, da ti pojmi niso dvojiške (angl. binary) narave, temveč so bolj zapleteni (Hofmann in drugi, 2017). Predstavljamo si jih lahko kot stopnjo na spektru, ki se dinamično

uravnava glede na specifične primere in kot rezultat vodenja s strani skupnosti. Pojem nespremenljivosti prav tako vodi do pomislekov glede skladnosti z zakonodajo, še posebej z vidika GDPR v Evropi (Politou in drugi, 2019).

Odprt dostop in uporaba ter odpor proti cenzuri

Odprti dostop je še ena od temeljnih lastnosti TVB, ki se na široko uporablja za trženje v primerjavi s tradicionalnimi sistemi, čeprav praktična implementacija tega običajno ne odraža. Medtem ko Bitcoin morda še najbolje uteleša te lastnosti, kažejo ostala zgodnja zagonska podjetja v dejanskem delovanju veliko odstopanje od njih. Večina teh projektov namreč še vedno deluje kot lastniška organizacija, s pravno registracijo v določeni pristojnosti in brez visoke stopnje decentralizacije. Zaradi skladnosti z zakonodajo morajo ta podjetja velikokrat omejiti dostop s sledenjem vladnim navodilom in zakonodaji. To v praksi običajno pomeni blokiranje črnega seznama naslovov, povezanih s kriminalnimi dejanji, geografsko blokiranje IP-naslovov ali druge blokade glede na zahteve specifičnih pristojnosti (Di Salvo, 2022; Natalia, brez datuma; Wahrstatter in drugi, 2023). Cenzuriranje in omejevanje dostopa se lahko na področju TVB izvajata na več nivojih, najpogosteje na nivoju proizvajalcev blokov (angl. block producers) in na aplikacijskem nivoju (v pametnih pogodbah in uporabniškem vmesniku). Raziskave nakazujejo, da imajo vladne sankcije močan vpliv na nevtralnost in dostopnost javnih verig blokov kot tudi na njihov odpor proti cenzuri (Wahrstatter in drugi, 2023).

Zasebnost

Javnost in transparentnost predstavljata eno ključnih oblikovnih načel TVB, kar vodi enostavne revidabilnosti in preverljivosti, a hkrati tudi do manjše zasebnosti. Čeprav protokoli kot sta Bitcoin in Ethereum abstrahirajo imena uporabnikov s pomočjo javnih ključev in naslovov, je dovolj zgolj ena transakcija, ki se uporabi v procesu *poznajte svojo stranko* (angl. know your customer - KYC), da se de-anonimizira celotna sled sredstev (Wang in drugi, 2021). To je lahko uporabno z namenom iskanja zlonamernih akterjev, a ima pomembne posledice za poštene uporabnike. Odprtost sistema privlači različne tipe ljudi, kar pomeni, da se je v preteklosti TVB v očeh javnosti večkrat povezovala s terorističnimi organizacijami ali kriminalci, zaradi česar so finančni regulatorji in vladne organizacije še toliko strožji v poskusih omejitve in nadzora tehnologij, ki omogočajo visoko zasebnost v sistemih prenosa vrednosti ali denarja (Kethineni in Cao, 2020). Kljub temu obstaja na področju TVB veliko projektov, ki poskušajo izboljšati zasebnost tehnologije; ali na način, ki popolnoma zamegli tok sredstev ali pa na način, ki ohranja skladnost z oblastmi (Di Salvo, 2022; Natalia, brez datuma).

Varnostne ranljivosti

Varnostne ranljivosti v pametnih pogodbah predstavljajo eno največjih težav in tveganj na področju TVB. Zadnjih nekaj let so to področje zaznamovali številni varnostni vdori in zlorabe, ki so vodili do visokih finančnih izgub (Chen in drugi, 2020; Kubinec, 2022).

Sestavljivost pametnih pogodb še posebej deluje kot dvorezen meč, saj omogoča višjo stopnjo kombinatornega inoviranja in hitrejšo gradnjo končnih rešitev, obenem pa medsebojna povezanost celotnega ekosistema predstavlja sistemska tveganja, če imajo posamezne programske rešitve varnostne ranljivosti (Chainlink, 2023). Poleg ranljivosti v pametnih pogodbah veliko tveganja obstaja tudi znotraj žetonskih ekonomij, ki so prav tako v začetnih fazah razvoja. Žetonske spodbude velikokrat vodijo v nerazumno vedenje uporabnikov, kar lahko brez ustreznega razumevanja tveganj privede do visokih finančnih izgub. Primer takšnega dogodka in vedenja, kjer so zanašanje na kredibilnost investitorjev, čredna miselnost (angl. herd mentality) in pohlep prevladali nad razumnostjo in zameglili krhkost oblikovnih lastnosti sistema, je silovit propad Terra/Luna/UST sistema lansko leto v razmiku nekaj dni (Grauer in drugi, 2023; Sandor in Genç, 2022). Čeprav obstaja močna pobuda k izboljšanju varnostnih praks na Web3 področju, hitro in agilno eksperimentiranje s tehnologijo, ki se ubada s prenosom vrednosti, s seboj prinaša določena tveganja. Varnost je prav tako osnova za uporabniško zaupanje in doseganje večje vključenosti in uporabe tehnologije v svetu. Tovrstne težave poskušajo reševati podjetja, ki se ukvarjajo z revizijo pametnih pogodb, spremljanjem dejavnosti na verigah v resničnem času (angl. live on-chain monitoring) in modeliranjem na osnovi agentov (angl. agent-based modelling), z namenom predvidevanja uporabniškega vedenja. Boljše izobraževanje razvijalcev in učinkovitejša razvojna ogrodja prav tako prispevajo k večji varnosti (Prewett in drugi, 2020).

Kritična masa uporabnikov

Čeprav ekosistem uporabnikov, ponudnikov, razvijalcev in ostalih deležnikov hitro raste, je z globalnega vidika področje TVB še vedno dokaj majhno. Če se želi približati izvirni viziji glede vsesplošne uporabe inovativnega denarnega sistema ali inovativnih sistemov za prenos vrednosti in obravnavanja lastništva na internetu, se mora število dejavnih udeležencev omrežja znatno povečati, kar lahko vodi tudi v pozitivne eksternalije – višjo stopnjo decentralizacije (Zutshi in drugi, 2021). Večjo privlačnost za splošne uporabnike bodo predstavljale uporabniško naravnane končne aplikacije, ki jih do sedaj še ni bilo veliko, saj sama temeljna infrastruktura še ni dokončana.

Uporabniška izkušnja

Uporabniška izkušnja je eden glavnih izzivov na poti do večje vključenosti in uporabe TVB v sodobni družbi. Rešitve, osnovane na TVB, namreč od uporabnikov še vedno zahtevajo dokaj globoko tehnično znanje, kar povečuje trenja ob vkrcanju novih uporabnikov (angl. user onboarding friction) in njihovo krivuljo učenja. Izobrazba in razumevanje tehnoloških osnov pa je tukaj še toliko pomembnejša, saj so tveganja zaradi narave tehnologije neposredno povezana s finančnimi sredstvi. Velika večina trenutnih rešitev in poslovnih modelov zahteva od uporabnikov poznavanje osnov interakcije z denarnicami, kriptografije javnega ključa, varnostnega kopiranja, operativne varnosti itn. Uporabniki morajo tako poznati tehnološko zahtevne pojme, orodja za interakcijo s tehnologijo in hkrati načela varnosti, zasebnosti in odgovornosti, kar predstavlja velik zalogaj za nove, še posebej manj

tehnično ozaveščene uporabnike (Krombholz in drugi, 2017; Voskobojnikov in drugi, 2021; Wilson, 2019). Obstajajo številne skrbniške centralizirane platforme, ki omogočajo enostavnejšo in uporabniku prijaznejšo interakcijo s tehnologijo ter nase prevzemajo odgovornost za varno hrambo kriptografskih žetonov. Toda tak način uporabe izpodbija izvirni namen TVB in prevzema tveganja Web2 platform (npr. propad FTX menjalnice) (Huang, 2022). Centralizirane menjalnice, ironično, še vedno predstavljajo glavno vstopno ploščad vkrcanja novih uporabnikov (Ashraf, 2023). Problem uporabniške izkušnje je dodatno povezan tudi s prej omenjeno prepustnostjo temeljnih protokolov TVB, kar neposredno vpliva na učinkovitost uporabe (odzivnost in hitrost potrjevanja transakcij) in stroške (stroški goriva in transakcij) (Wang in drugi, 2021). V prihodnosti bomo spoznali, ali bo projektom TVB uspelo doseči splošno vključenost v družbo brez koncentriranega nadzora majhnega števila učinkovitih platform, ki so se razvile na internetu v sklopu Web2, in kolikšno težo bodo uporabniki dejansko dodali temeljnim idejam, na katerih je TVB zgrajena (npr. decentralizacija). V povezavi s tem ostaja tudi ključno vprašanje: ali bo decentraliziranim aplikacijam uspelo pridobiti enak nivo učinkovitosti in uporabniške prijaznosti, kot smo jim danes priča na internetnih platformah in aplikacijah finančne tehnologije (angl. fintech) (Kominers in Catalini, 2022; Marlinspike, 2022; Voskobojnikov in drugi, 2021). Trenutno je v razvoju ogromno projektov in rešitev, ki se ubadajo z izboljšavo uporabniške izkušnje na področju TVB. Med najpomembnejše spada nedavna uvedba abstrakcije računov (angl. account abstraction) in ERC-4337 standarda na Ethereum protokolu (Bedawala in drugi, 2023; Nijkerk, 2023).

Špekulacija in tržna razposajenost

V poglavju o tehnoloških revolucijah smo spoznali, da nerazumna tržna razposajenost redno spremlja vzpon tehnoloških inovacij in revolucij, v medsebojno povezani dinamiki oportunističnega kapitala in novih investicijskih priložnosti na področju tehnologije. Področje TVB se zaradi finančne narave tehnologije redno spopada s špekulativnim vidikom (Chen, 2018; Dantes, 2021). Na samo špekulacijo in na pojav finančnih mehurčkov je tako mogoče gledati kot na pozitiven znak, čeprav tudi ustrezna zakonodaja in finančne regulative igrajo izjemno pomembno vlogo pri vodenju in usmerjanju tehnologije, kot tudi pri varovanju splošnih uporabnikov pred številnimi prevarami, ki običajno spremljajo takšno razposajenost (Huang, 2022; Perez, 2003; Saeedy, 2023).

Regulacije in zakonodaja

TVB kljub omogočanju številnih novih ponudb vrednosti s seboj prinaša tudi določene slabosti, ki jih je treba ustrezno nasloviti in regulirati. Med te spadajo predvsem neustrezno ravnanje skrbniških platform z uporabniškimi sredstvi, podajanje lažnih informacij in pomanjkanje transparentnosti centraliziranih platform, neregulirana špekulacija, varnostne zlorabe, kraje, prevare, utaje davkov in druge kriminalne ali teroristične dejavnosti. Razlogov za to je veliko, od lastnosti odprtosti in odprtega dostopa tehnologije ter finančnih spodbud, ki privlačijo vse vrste uporabnikov, pa vse do dejstva, da je tehnologija v začetnih

fazah razvoja, zaradi česar vključuje določene oblikovne ranljivosti, ki jih je možno izrabiti. Dodatno primanjkuje varnostnih ogrodij in komplementarnih sistemov, ki bi zagotavljali brezskrbnejšo interakcijo s tehnologijo. Še posebej pomemben dejavnik pa igra neustrezna zakonodaja ali pomanjkanje zakonodaje (Grauer in drugi, 2023; Le Pennec in drugi, 2021; Prewett in drugi, 2020). Reguliranje kompleksne in hitro-razvijajoče-se tehnologije, kot je TVB, predstavlja velik izziv za vlade po svetu. Kljub temu sta ustrezna zakonodaja in nadzor ključnega pomena, a hkrati zelo občutljiva procesa, saj lahko z napačnimi odločitvami vodita do drastičnih posledic za razvoj in vključenost tehnologije v svet. Zadnji dve leti smo bili na področju Web3 priča še posebej pomembnim dogodkom, ki so v zvezi s to temo postavili veliko vprašanj. Med največje spada propad FTX borze, za katero se je izkazalo, da je pomešala sredstva uporabnikov in podjetja ter v procesu izgubila okoli 8.9 milijard dolarjev (Saeedy, 2023). Kot enega od razlogov so kritiki izpostavili problem neustreznega zakonodajnega okolja v ZDA, zaradi česar se je morala borza preseliti na Bahame, kjer je bila pod manjšim nadzorom, a zaradi tega kasneje povzročila tudi ogromno škode. Danes se, še posebej v ZDA in v veliki meri zaradi blamaže s strani FTX, področje Web3 spopada z izjemno agresivnimi regulativnimi pritiski, ki bodo nedvomno vplivali na prihodnost tehnologije (Yerushalmy in Hern, 2023).

8 ANALIZA INOVATIVNEGA PRIMERA POSLOVNEGA MODELA - UNISWAP

V empiričnem delu analiziram poslovni model projekta decentralizirane borze, imenovane Uniswap. Najprej opredelim ustrezno okolje, s katerim omogočim jasnejše razumevanje in analizo primera. Začnem z analizo panoge, opredelitvijo specifične tehnologije in opisom podjetja. Nato pojasnim poglavitne dejavnike iz teoretičnega pregleda poslovnih modelov na področju TVB, kot so večstranske platforme, mrežni učinki in žetonske dinamike ter jih obravnavam na primeru Uniswapa. Predstavim dosedanjo uspešnost, evolucijo ter tveganja in izzive, s katerimi se projekt spopada. Nadaljujem s podrobno analizo projekta z uporabo platna poslovnega modela (poglavje 3.2).

8.1 Centralizirane in decentralizirane borze

Za trgovanje kriptografskih sredstev sta na področju TVB na voljo dve poglavitni kategoriji ponudnikov: 1) centralizirane borze (angl. centralized exchanges, v nadaljevanju CEX) in decentralizirane borze (angl. decentralized exchanges, v nadaljevanju DEX). CEX so internetne platforme, ki omogočajo trgovanje kriptografskih sredstev in hkrati skrbijo za njihovo varno hrambo. Uporabljajo model naročilnice (angl. orderbook), kjer za omogočanje trgovanja med uporabniki usklajujejo nakupna in prodajna naročila na osnovi cene in količine posameznih naročil. Večina današnjih CEX ponuja številne komplementarne izdelke ali storitve, kot so zastavljanje, trgovanje z izvedenimi finančnimi instrumenti itn. Primeri CEX vključujejo Binance, Coinbase in Kraken. CEX prinašajo učinkovitost in

uporabniško prijaznost obstoječih (Web2) internetnih platform, a istočasno tudi tveganja centraliziranega vodenja in hrambe (primera Mt. Gox in FTX) (Aspris in drugi, 2021; Brustein, 2014; Huang, 2022; Mohan, 2022; Saeedy, 2023).

Po drugi strani pa so se na področju TVB razvile decentralizirane alternative CEX, imenovane DEX. Motivi za razvoj DEX izhajajo iz potrebe po odpravi centraliziranih posrednikov in z njimi povezanih tveganj. DEX tako delujejo brez centralne oblasti in omogočajo trgovanje neposredno z uporabnikove denarnice. DEX spadajo v širšo kategorijo DeFi in delujejo na osnovi pametnih pogodb, kjer avtomatizirajo proces CEX na decentraliziran način in s tem prinašajo potencial za nižje stroške. Prvotne implementacije DEX so uporabljale model naročilnic in so se spopadale s problemom nizke likvidnosti, kar je v kombinaciji s slabo uporabniško izkušnjo, višjimi odzivnimi časi in visokimi pristojbinami (običajno zaradi problema prepustnosti temeljnih protokolov) predstavljalo preveliko oviro za pridobitev kritične mase uporabnikov. Čeprav trenutno stanje implementacij na trgu še vedno v veliki meri ne dosega kakovosti ponudbe in uporabniške izkušnje CEX konkurentov, pa se nedavne inovacije temu dokaj hitro približujejo (Aspris in drugi, 2021; Lin in drugi, 2019; Mohan, 2022). Najuspešnejšo inovacijo na področju DEX do sedaj predstavljajo t. i. avtomatizirani ustvarjalci trga (angl. automated market makers, v nadaljevanju AMM), ki so nastali kot odgovor na problem likvidnosti predhodnih implementacij. Eno prvih delujočih implementacij AMM je na trg uvedel projekt Uniswap (Aspris in drugi, 2021; UniswapLabsBlog, 2019).

8.2 Uniswap in avtomatizirani ustvarjalci trga

AMM predstavljajo eno izmed ključnih inovacij na področjih Web3 in DeFi, specifično v kategoriji DEX. AMM model, namesto uporabe modela naročilnice, omogoča trgovanje žetonov na avtomatiziran in decentraliziran način, z uporabo likvidnostnih bazenov (angl. liquidity pools). Likvidnostni bazeni rešujejo problem likvidnosti v DEX. Ključno vlogo v tem procesu igrajo ponudniki likvidnosti (angl. liquidity providers), ki jih protokol spodbuja s provizijami od trgovanja. Uporabniki trgujejo z likvidnostnimi bazeni, ki v praksi predstavljajo skupno košarico žetonov, AMM pa jim ponudi ceno na algoritmični način. Na trgu obstajajo različne variacije AMM implementacij. V tem delu se bom osredotočil na implementacijo Uniswap protokola (Angeris in drugi, 2021; Cryptopedia, 2023; Mohan, 2022).

Uniswap je trenutno najuspešnejši primer AMM, zgrajen kot pametna pogodba na Ethereum protokolu. Ustanovil ga je Hayden Adams leta 2017. Kmalu za tem je financiranje njegovega projekta prevzela Ethereum fundacija, kasneje pa so Uniswap dodatno financirali številni skladi tveganega kapitala. Uniswap je začel delovati na Ethereum glavnemu omrežju (angl. mainnet) 2. novembra 2018 (UniswapLabsBlog, 2019). Uniswap uporabnikom omogoča trgovanje s kriptografskimi žetoni (standarda ERC-20) neposredno iz njihovih kriptografskih denarnic na neskrbniški način. Prav tako Uniswap vključuje odprti model

ponujanja likvidnosti, kar pomeni, da lahko kdor koli vplača enakovredno razmerje vrednosti dveh žetonov v likvidnostni bazen in s tem ustvari trg za ta par žetonov. V zameno za ponujanje likvidnosti ponudniki služijo provizije od trgovanja, sorazmerne z njihovim deležem v bazenu. Cena žetonov je v vsakem paru dinamično določena glede na spreminjajoče se količinsko razmerje žetonov v likvidnostnem bazenu. Bolj specifično, Uniswap ceno določa s pomočjo modela *proizvajalca trga rednega produkta* (angl. constant product market maker) na osnovi matematične funkcije, imenovane likvidnostna funkcija (angl. liquidity function): $x * y = k$, kjer sta in x in y količini dveh žetonov in k konstanta (Angeris in drugi, 2021). Projekt Uniswap je sledil procesu progresivne decentralizacije. Začel je kot tradicionalno podjetje imenovano Uniswap Labs, in po uspešni uskladitvi izdelka s trgom ter gradnje skupnosti začel z decentralizacijo protokola. Ključno vlogo je pri tem igral Uniswapov izpust iz zraka, ki ga omenjam v nadaljevanju. S tem je Uniswap Labs začel kot ločena entiteta prispevati k razvoju Uniswap nabora izdelkov (spletni uporabniški vmesnik, razvojna orodja, NFT trgovanje, mobilna aplikacija …), medtem ko je skupnost imetnikov UNI žetonov glasovala za vzpostavitev samostojne neprofitne organizacije Uniswap Foundation, registrirane v Delaware (Uniswap, 2023a). Sredstva za Uniswap Foundation so imetniki UNI žetonov z glasovanjem namenili iz UNI zakladnice. Uniswap Foundation je bila ustvarjena z namenom boljše organizacije prizadevanj UNI skupnosti in podpiranja razvijalcev, raziskovalcev in ustvarjalcev, ki prispevajo k uspehu Uniswap protokola (Adams, 2022; UniswapFoundation, brez datuma). Pred tem je UNI skupnost to dejavnost opravljala s pomočjo programa Uniswap Grants Program (kennethng.eth, 2022).

Večstranska platforma

Uniswap deluje kot večstranska platforma, ki je implementirana na avtomatiziran in decentraliziran način na osnovi pametnih pogodb. Pametna pogodba (z uporabniškim vmesnikom) tako deluje kot posrednik med naslednjimi uporabniškimi skupinami:

1. Porabniki likvidnosti (trgovalci oz. kupci/prodajalci).
2. Ponudniki likvidnosti.

Pomembno je omeniti tudi druge skupine udeležencev v ekosistemu:

3. Glavni razvijalci, ki skrbijo za razvoj pametnih pogodb in uporabniškega vmesnika.
4. Zunanji razvijalci, ki se ukvarjajo z razvojem komplementarnih programskih rešitev.
5. Investitorji in skupnost imetnikov UNI žetonov, ki imajo možnost sodelovanja v decentraliziranem vodenju in hkrati vplivajo na ceno UNI žetona, ki ima pomembno vlogo v celotnem ekosistemu.
6. Arbitražerji (angl. arbitrageurs), ki služijo s cenovno arbitražo in prispevajo k natančnejšim tržnim cenam.

Mrežni učinki

V modelu Uniswapa je možno prepoznati mrežne učinke na različnih straneh platforme. Z vsakim novim uporabnikom platforme Uniswap pridobiva večjo uporabnost. Še posebej pomembno vlogo v modelu igra stran ponudnikov likvidnosti, saj večja likvidnost zagotavlja boljše cene in posledično vodi do boljše uporabniške izkušnje za porabnike likvidnosti (trgovalce). Gledano s strani trgovalcev pa več trgovalcev vodi v posredne pozitivne eksternalije za ponudnike likvidnosti, saj z večjim obsegom trgovanja ti zaslužijo več.

Uniswapov izpust iz zraka

Uniswap je septembra 2020 izdal svoj uporabniški žeton (standarda ERC-20), imenovan UNI, in s tem prenesel vodenje protokola na skupnost. UNI imetnikom trenutno omogoča glasovanje o predlogih o vodenju protokola. Žeton ima tudi špekulativni element, povezan s trgovanjem, in potencial za pridobivanje deleža prihodkov v prihodnosti (stikalo pristojbin). Distribucija žetona je bila izvedena na dokaj hiter način in kot odziv na *vampirski napad* konkurenčnega protokola Sushiswap, ki je razcepil odprto-dostopno kodo Uniswapa ter z uvedbo SUSHI žetona poskusil spodbuditi uporabnike Uniswapa k zamenjavi platforme. Model distribucije žetonov je bil zasnovan na inovativen način *izpusta iz zraka s pogledom nazaj* (poglavje 7.3.2). S takšnim načinom izpusta iz zraka je poskusil Uniswap zagotoviti čim večjo decentralizacijo in raznolikost deležnikov, ki so predhodno na različne načine uporabljali Uniswap in s tem prispevali k uspehu projekta. V tem procesu je Uniswap namenil 60 % prvotne celotne ponudbe (angl. initial total supply) žetonov za skupnost in prvotno razposlal 15 % prvotne celotne ponudbe (25 % žetonov, namenjenih skupnosti) na več kot 250 tisoč naslovov (Allen in drugi, 2023; Uniswap, 2020a). Prvotna celotna ponudba se nanaša na stanje žetonske ponudbe ob nastanku žetona. Uniswap bo namreč po 4 letih uvedel 2-% letno inflacijo žetonske ponudbe, z namenom spodbujanja rednega sodelovanja imetnikov žetonov v gradnji protokola ter odvračanja od pasivnosti imetnikov žetonov, kar bo povečalo celotno ponudbo žetonov (Uniswap, 2020a). Cena povprečne vrednosti izpuščenih žetonov za posameznega uporabnika je na vrhuncu dosegla približno 12,000 dolarjev. Analize Uniswapovega modela distribucije žetonov ga danes sicer ne predstavljajo kot posebej uspešnega, saj trenutno le 7 % izvirnih prejemnikov UNI žetona še vedno drži žeton v svoji denarnici, iz česar lahko sklepamo, da je večina žetone že prodala. Kaže, da so izpusti iz zraka solidna trženjska strategija za premostitev hladnega zagona, a za zdaj še bistveno ne prispevajo k dejanski demokratizaciji ali decentralizaciji protokolov (jhackworth, 2023).

Žetonsko vodenje

UNI žeton imetnikom omogoča sodelovanje pri vodenju Uniswap protokola. Imetniki žetona lahko na upravljalnem portalu glasujejo o predlogih ali predložijo svoje predloge, razprave o predlogih pa potekajo na upravljalnem forumu. Predlogi se običajno nanašajo na odločanje o spremembah v sistemu spodbud za ponujanje likvidnosti v protokolu ali pri dodeljevanju

sredstev raziskovalcem, razvijalcem ali projektom, ki prispevajo k uspehu Uniswap protokola (Uniswap, brez datuma-d). Uporabniška pripravljenost držanja žetona na dolgi rok v veliki meri temelji na pričakovanju implementacije deleža toka prihodkov (pristojbin) za imetnike žetonov. Uniswap V2 nadgradnja je omogočila vzpostavitev *stikala pristojbin* (angl. fee switch), kar bi uvedlo tok prihodkov za imetnike žetonov (0,05 % trgovalnih pristojbin za imetnike žetonov in 0,25 % trgovalnih pristojbin za ponudnike likvidnosti) (Uniswap, 2020b). Uniswap V3 nadgradnja je kasneje uvedla bolj prilagodljive možnosti pristojbin (Uniswap, 2021). Uvedba neposrednih prihodkov za imetnike UNI žetonov bi ob uspešnem glasovanju in implementaciji vodila tudi do večjega povpraševanja po UNI žetonih na trgu. Kljub temu je skupnost UNI imetnikov trenutno neusklajena: nedavno glasovanje o predlogu vzpostavitve *stikala pristojbin* namreč ni uspelo (Ross in Liu, 2023).

Uspešnost Uniswapa

Uniswapu je za razliko od številnih neuspešnih eksperimentov uspelo vzpostaviti ujemanje med izdelkom in trgom. Leta 2022 je Uniswap presegel kumulativni obseg trgovanja v vrednosti 1 trilijona dolarjev, ki trenutno znaša okoli 1,6 trilijona dolarjev (DefiLlama, brez datuma). Te dni je dnevni obseg trgovanja na Uniswapu bistveno večji kot na centralizirani borzi Coinbase (CoinGecko, brez datuma-a; DefiLlama, brez datuma). Trenutno je na Uniswapu približno 75.000 dnevnih dejavnih uporabnikov (DAU) (TokenTerminal, brez datuma).

Evolucija

V evoluciji Uniswapa do sedaj obstajajo trije glavni mejniki (Uniswap, 2020b, 2021; UniswapLabsBlog, 2019):

1. Uniswap V1 je prva verzija Uniswap protokola, ki je bila uvedena na Ethereum verigi blokov novembra 2018 in je ponujala enostavni uporabniški vmesnik za trgovanje ERC-20 žetonov in ponujanje likvidnosti (Uniswap, brez datuma-f).
2. Uniswap V2 je na trg lansiral maja 2020 in predstavil možnost medsebojnega trgovanja ERC-20 žetonov, namesto prej edino možnega trgovanja ERC-20 nasproti ETH. Med drugim je omogočil tudi *cenovne oraklje* (angl. price oracles) in *bliskovite zamenjave* (angl. flash swaps) (Uniswap, 2020b).
3. Uniswap V3 je na trg lansiral v maju 2021 in predstavil številne nadgradnje. Najpomembnejšo je predstavljala funkcija *koncentrirane likvidnosti* (angl. concentrated liquidity), ki ponudnikom likvidnosti omogoča določanje cenovnih razponov po meri za svoja sredstva, namesto za vse možne cene. To je omogočilo večjo fleksibilnost, kapitalsko učinkovitost in potencialno večji zaslužek za ponudnike likvidnosti (Uniswap, 2021).

Leta 2022 je Uniswap, po strateškem prevzemu podjetja Genie, predstavil funkcionalnost trgovanja NFT (Irwin, 2023; Uniswap, 2022), v letu 2023 pa Uniswap mobilno kriptografsko denarnico (Uniswap, 2023b).

Tveganja in izzivi

Uniswap se spopada z različnimi tveganji. Kot ostale rešitve, osnovane na pametnih pogodbah in TVB, prinaša tveganje morebitnih ranljivosti in slabosti temeljnega protokola Ethereum kot tudi morebitnih ranljivosti v kodi pametnih pogodb. Ostala tveganja vključujejo cenovne manipulacije, kot je problem *prvega teka* (angl. front-running), problem *nestalne izgube* (angl. impermanent loss) in *izguba proti rebalansu* (angl. loss versus rebalancing) za ponudnike likvidnosti, nestanovitnost (angl. volatility) UNI žetona in zakonodajna tveganja. Obstaja tudi tveganje koncentracije žetonov v sklopu majhnega števila uporabnikov, kar ima pomemben vpliv na decentralizirano vodenje (Allen in drugi, 2023; Angeris in drugi, 2021; Mohan, 2022; Peterson, 2022). Čeprav predstavlja Uniswap uspešen primer decentraliziranega protokola, je kot izdelek izjemno enostaven in ne podpira veliko kompleksnih funkcionalnosti za profesionalne ali institucionalne trgovalce.

8.3 Analiza Uniswap poslovnega modela z uporabo platna poslovnega modela

Kot opisano v poglavju 3.2, platno poslovnega modela vsebuje naslednje sestavne dele: 1) segmente strank, 2) ponudbo vrednosti, 3) kanale, 4) odnose s strankami, 5) tokove prihodkov, 6) ključne vire, 7) ključne dejavnosti, 8) ključne partnerje in 9) stroškovno strukturo (Osterwalder in Pigneur, 2010). Platno poslovnega modela predstavlja standardizirano orodje, ki omogoča podjetnikom razčlenitev in analizo različnih poslovnih modelov na ključne sestavne dele. To vodi v lažjo primerljivost z drugimi poslovnimi modeli kot tudi v večjo možnost inoviranja s poslovnimi modeli v dinamičnem okolju. V nadaljevanju po takšnem pristopu razčlenim opisani poslovni model Uniswapa.

8.3.1 Segmenti strank

Podrobno razumevanje različnih segmentov strank je ključnega pomena za oblikovanje uspešnih poslovnih modelov. Sistematično ustvarjanje profilov posameznih segmentov prispeva k višjemu razumevanju ciljnih uporabnikov. Osterwalder in drugi (2015) razčlenijo profil segmentov strank na naslednje dele: 1) pridobitve (angl. gains), 2) bolečine (angl. pains) in 3) opravila (angl. jobs).

Uniswap sestavljajo naslednji segmenti strank:

1. Ponudniki likvidnosti so imetniki določenih kriptografskih sredstev, ki jih v zameno za pristojbine dajo na voljo za določene trgovalne pare v borzi. V praksi to pomeni, da zaklenejo kriptografska sredstva v pametno pogodbo oziroma v t. i. bazen likvidnosti. Ponudniki likvidnosti igrajo ključno vlogo, saj z večjo likvidnostjo vodijo do pozitivnih eksternalij za porabnike likvidnosti. Iz tega razloga jih je treba v modelu dodatno spodbujati, kar Uniswap protokol rešuje z računanjem trgovalnih pristojbin porabnikom likvidnosti, ki so nato plačane ponudnikom likvidnosti, sorazmerno z njihovim deležem

v specifičnem bazenu likvidnosti (trgovalnem paru). Ponudniki likvidnosti so običajno bolje kapitalizirani posamezniki, podjetja ali trgovalni skladi, ki želijo ustvariti dobiček s sodelovanjem v tem procesu.

   a. Opravila: ponujanje likvidnosti v obliki kriptografskih sredstev v zameno za pridobivanje pristojbin.
   b. Pridobitve: (morebitna) dobičkonosnost investicije.
   c. Bolečine: izguba, povzročena zaradi cenovnih nestanovitnosti oz. enosmernega premikanja cene v določenih tržnih parih (*problem nestalne izgube)* (Heimbach in drugi, 2022). Ponudniki likvidnosti se spopadajo tudi z možnostjo nižjega zaslužka zaradi arbitražerjev, ki poskušajo služiti na cenovnih neučinkovitostih med decentraliziranimi in centraliziranimi borzami (*izguba proti rebalansu*) (Milionis in drugi, 2022).

2. Porabniki likvidnosti so trgovalci, to pomeni tako prodajalci kot kupci specifičnih žetonov, ki za vsako trgovanje plačajo pristojbino v višini 0,3 % po V2 verziji oz. eno izmed naslednjih pristojbin v V3 verziji: 0,01 %, 0,05 %, 0,3 %, 1 %. Segment trgovalcev sestavlja širok sklop uporabnikov, od maloprodajnih uporabnikov do zelo premožnih uporabnikov, strokovnjakov, institucij, trgovalnih skladov itd. Različni trgovalci se medsebojno razlikujejo po količini in pogostosti trgovanja ter po njihovih preferencah glede na pristojbine in cene, ki so jih pripravljeni plačati.

   a. Opravila: učinkovita menjava (nakup ali prodaja) žetonov.
   b. Pridobitve: menjava po natančno navedeni ceni, ki nima večjih odstopanj od cen na centraliziranih borzah in se bistveno ne razlikuje glede na visoko količino zamenjanih sredstev.
   c. Bolečine: zdrs cene pri trgovanju (angl. slippage), problem prvega teka (angl. front-running).

Segmenti strank imajo različne motive, ki jih je treba ustrezno usklajevati za uspešno delovanje protokola. To je značilno za poslovne modele, ki delujejo kot večstranske platforme. Trenutno smo na primer priča številnim razpravam na Uniswap upravljalnem forumu o vklopu *stikala pristojbin*, kar bi zmanjšalo prihodke ponudnikov likvidnosti in vzpostavilo tok prihodkov za imetnike žetonov. Predlog te spremenjene dinamike je deležen ostrega nestrinjanja s strani ponudnikov likvidnosti, zaradi česar glasovanje do sedaj še ni uspelo. Vsi zgornji segmenti se spopadajo tudi z morebitno bolečino varnostnih ranljivosti in hroščev v programski kodi, izzivi uporabniške izkušnje v povezavi s TVB, tveganji, povezanimi s temeljnimi protokoli (npr. Ethereum) kot tudi morebitnimi zakonodajnimi tveganji.

8.3.2 Ponudba vrednosti

Opredelitev in analiza ponudbe vrednosti imata osrednjo vlogo v celotnem procesu analize poslovnega modela s pomočjo ogrodja *platno poslovnega modela*. "Ponudba vrednosti opisuje prednosti, ki jih stranke pričakujejo od podjetnikovih izdelkov ali storitev"

(Osterwalder in drugi, 2015, str. 6). Ustreznost ponudbe vrednosti je strogo pogojena z jasnim razumevanjem segmentov strank. Ujemanje med izdelkom in trgom je doseženo, ko se ponudba vrednosti sklada z določenim segmentom. Podjetja dostavljajo vrednost končnim uporabnikom na različne načine, med katere spadajo: *noviteta, učinkovitost, prilagodljivost, reševanje problema, dizajn, znamka/status, cena, zmanjšanje stroškov, zmanjšanje tveganj, dostopnost, uporabnost* itn. (Osterwalder in Pigneur, 2010, str. 23-25).

Uniswap zapolnjuje ključno vrzel na področju Web3, specifično na področju DeFi, ki za uspešno delovanje potrebuje decentralizirano borzo. Do sedaj smo bili priča številnim neuspešnim rešitvam, ki zaradi različnih razlogov niso uspele na trgu. Uniswapu je s svojo rešitvijo uspelo spremeniti to stanje ter pridobiti dominanten tržni položaj na osnovi naslednje ponudbe vrednosti:

- Uniswap je osnovan na tehnologiji AMM (*noviteta*) in kot glavno vrednost uporabnikom ponuja avtomatizirano, hitro in enostavno uporabniško izkušnjo (*dizajn in učinkovitost)* decentraliziranega trgovanja na neskrbniški način (*zmanjševanje tveganja)*. To pomeni, da uporabniki v celotnem procesu trgovanja ohranjajo lastništvo nad svojimi sredstvi in hkrati uživajo prednosti decentralizacije. Uniswap je načeloma odprt protokol in dostopen komur koli (*dostopnost)*, čeprav določeno omejevanje dostopa poteka s strani uporabniškega vmesnika in proizvajalcev blokov na Ethereum verigi blokov (Wahrstatter in drugi, 2023). Porabniki likvidnosti (tj. prodajalci ali kupci) predstavljajo glavni segment strank, ki se sklada s tem delom ponudbe vrednosti. Uniswap jim omogoča učinkovito rešitev za trgovanje kriptografskih sredstev (*rešitev problema*), na osnovi enostavnega uporabniškega vmesnika in po konkurenčnih cenah (*cena in nižji stroški*).
- Protokol omogoča služenje s procesom ponujanja likvidnosti. Kot dominantni protokol na trgu Uniswap uživa prednosti mrežnih učinkov in globoke likvidnosti, kar vodi v konkurenčne cene trgovalnih parov. Ponujanje likvidnosti je proces, brez katerega Uniswapov model ne deluje. Ponudniki likvidnosti so tako ključni segment strank, ki se ujemajo s tem delom ponudbe.
- Uniswap sestavljajo odprtokodni vmesnik in odprtokodne pametne pogodbe na Ethereumu, kar vodi v visoko transparentnost in zmožnost preverljivosti. Aplikacija in pametne pogodbe so deležne velike pozornosti strokovnjakov v panogi, kar povečuje celotno varnost njihove ponudbe vrednosti in niža tveganja končnih uporabnikov (*nižja tveganja)*. Poleg tega odprta koda omogoča možnost kombinatornega inoviranja in sestavljivosti, saj lahko zunanji razvijalci uporabljajo kodo za razvoj novih rešitev. Lastnost odprtokodnosti kot del ponudbe vrednosti je pomembna za vse sodelujoče v ekosistemu, saj jim nudi višjo varnost in zaupljivost. Zmožnost kombinatornega inoviranja se hkrati sklada s segmentom zunanjih razvijalcev, ki s svojim delom prispevajo k celotni vrednosti Uniswap omrežja in tako večajo mrežne učinke.
- UNI žeton omogoča decentralizirano vodenje in usklajevanje delovanja odprte skupnosti podpornikov in uporabnikov v smeri skupnega cilja. UNI žeton je prav tako del ponudbe

vrednosti, ki se lahko dotika praktično vsakega segmenta strank. Žetoni so prosto dostopni na odprtem trgu in komur koli omogočajo nakup in sodelovanje v decentraliziranem vodenju protokola.

8.3.3 Kanali

Uniswap svojo vrednost uporabnikom ponuja po različnih kanalih. Glavni kanal predstavlja Uniswapov odprtokodni uporabniški vmesnik, ki je dostopen na https://app.uniswap.org/ in uporabnikom omogoča trgovanje z različnimi ERC-20 žetoni, ponujanje likvidnosti, pregled žetonov, sodelovanje v decentraliziranem vodenju, analizo in pred kratkim dodano funkcijo trgovanja NFT žetonov. V praksi uporabniški vmesnik omogoča enostavno interakcijo z Uniswapovimi pametnimi pogodbami. Zasnovan je na minimalističen način, tako da končnih uporabnikov ne obremenjuje s kompleksnostmi TVB. Uporabniški vmesnik in spletna stran Uniswap predstavljata zgolj uradni vmesnik, še vedno pa lahko kdor koli ustvari svoj lastni vmesnik za interakcijo s pametnimi pogodbami, ki so prosto dostopne ne verigi blokov. Pred kratkim je Uniswap predstavil tudi mobilno aplikacijo, ki služi kot dodaten kanal za interakcijo z uporabniki. Uniswap je decentralizirana aplikacija, kar pomeni, da vsako trgovanje, izvedeno na Uniswap platformi, predstavlja transakcijo na Ethereum verigi blokov. Hitrost in učinkovitost trgovanja in posledično uporabniška izkušnja za končne uporabnike je tako odvisna od hitrosti obdelovanja transakcij na Ethereumu. Prav tako predstavljajo stroški obdelovanja transakcij na Ethereumovi verigi blokov dodatne stroške uporabnikov platforme, ki se dinamično spreminjajo. Uniswap dodatno ponuja različna razvojna orodja za zunanje razvijalce. Med te spadata API in komplet za razvoj programske opreme (angl. software development kit, v nadaljevanju SDK). API omogoča uporabo organiziranih podatkov o žetonih in trgovalnih parih s strani zunanjih uporabnikov, medtem ko SDK omogoča enostavnejšo interakcijo z Uniswap pametnimi pogodbami za zunanje razvijalce. Oba prispevata k večji sestavljivosti DeFi ekosistema in večji vključenosti Uniswap protokola v širši ekosistem (Uniswap, brez datuma-a, brez datuma-b, brez datuma-e). Uniswap je do sedaj na področju TVB pridobil izjemno močno znamko, na osnovi prednosti prvega delujočega izdelka, ki zadovoljuje pomembno potrebno na trgu, kot tudi kredibilnosti s strani podpornikov, kot so Vitalik Buterin, Ethereum Foundation in številni znani skladi tveganega kapitala (A16Z, Paradigm ...). Družbena omrežja (Twitter, Discord), spletna stran in uradni forum ponujajo dodatno ozaveščenost o protokolu kot tudi izobrazbo, potrebno za uporabo.

8.3.4 Odnosi s strankami

Uniswap je decentraliziran protokol osnovan na pametnih pogodbah, kar pomeni, da se izvaja avtomatično glede na pravila, zapisana v pametnih pogodbah. Kljub avtomatiziranemu samopostrežnemu (angl. self-service) modelu, deluje Uniswap tudi kot skupnost (angl. community), kar pomeni, da različni deležniki medsebojno komunicirajo in skupno odločajo o prihodnosti protokola. Te komunikacije potekajo na uradnem forumu za

vodenje (dostopnem na https://gov.uniswap.org/), Discord strežniku, Twitterju in Redditu. Imetniki žetonov so finančno motivirani k delovanju v dobro protokolu, saj je uspeh protokola povezan s tržnim uspehom UNI žetona. To, poleg kakovostne ponudbe vrednosti, dodatno povečuje pomen trženja od ust do ust (angl. word-of-mouth marketing). Skupnost imetnikov UNI žetona je zadolžena za vodenje UNI zakladnice, kar vključuje vzpostavljanje številnih dodatnih odnosov, ki lahko prispevajo k uspehu protokola. Uniswap Labs pridobiva nove uporabnike z različnimi načini trženja, ki vključujejo interakcije z uporabniki na družbenih omrežjih, vsebinski marketing, izobraževanje, sodelovanje na dogodkih in konferencah itn. Pridobivanje uporabnikov na strani ponudnikov likvidnosti dodatno zahteva strokovnejše pristope, saj v to uporabniško skupino spadajo pretežno sofisticirani posamezniki ali institucije. Mrežni učinki in prednost prvega igrajo pomembno vlogo pri ohranjanju uporabnikov. Stroški zamenjave prav tako vključujejo zaupanje in poznavanje uporabniške izkušnje in znamke, integracije pametnih pogodb, UNI žeton ter še posebej ponudnike likvidnosti, ki so izjemno dragoceni za ponujanje učinkovitih cen.

8.3.5 Tokovi prihodkov

Uniswap je odprtokodna decentralizirana aplikacija, osnovana na Uniswapovih pametnih pogodbah, ki živijo na Ethereumovi verigi blokov. Uniswap Labs je lastniško podjetje, ki si lasti uradni uporabniški vmesnik (https://app.uniswap.org/) in aktivno raziskuje načine ustvarjanja tokov prihodkov v prihodnosti. Uniswap Labs Ventures, kot investicijska roka Uniswap Labs, prav tako igra vlogo v ustvarjanju prihodkov. Po drugi strani *lastnike* Uniswap protokola predstavljajo imetniki UNI žetonov. Uniswap kot protokol trenutno nima tokov prihodkov. Na vsako trgovanje računa 0,3 % provizije, ki se nabira v bazenu in teče k ponudnikom likvidnosti, sorazmerno z njihovim vložkom. Nova verzija Uniswap V3 je omogočila dodatne možnosti pristojbin (0,01 %, 0,05 %, 0,3 %, 1 %), ki jih je možno nastaviti glede na specifični bazen. Dodatna funkcija *stikala pristojbin* bo v prihodnosti morda usmerila delež teh pristojbin k imetnikom UNI žetonov, a zahteva uspešno glasovanje pri decentraliziranem vodenju in posledično implementacijo (Uniswap, 2020b, 2021, brez datuma-c).

8.3.6 Ključni viri

Ključni viri omogočajo učinkovito delovanje celotnega poslovnega modela. Podjetje si jih lahko lasti, izposoja ali pridobiva od ključnih partnerjev. Lahko so v fizični, intelektualni, finančni ali človeški obliki (Osterwalder in Pigneur, 2010). Fizična sredstva v lasti Uniswap Labs in Uniswap Foundation ni mogoče opredeliti brez dostopa do tajnih informacij omenjenih entitet. Med intelektualne vire pa štejejo pametne pogodbe in implementacija AMM, temeljne tehnologije TVB, Uniswap znamka in integracije z zunanjimi projekti:

- Pametne pogodbe in implementacija AMM sta vir, na katerem je zgrajena celotna ponudba vrednosti.

- Nekatere temeljne tehnologije TVB vključujejo Ethereum, Optimism, Avalanche in Celo.
- Uniswap znamka je pridobila ogromno moč s prednostjo prvega in kot dominantni AMM protokol na trgu.
- Integracije z zunanjimi projekti prav tako predstavljajo pomemben vir, saj povečujejo vrednost protokola in njegovo odvisnost od drugih protokolov v ekosistemu (pomen sestavljivosti).

Glavni razvijalci (del Uniswap Labs) in zunanji razvijalci so ključni človeški vir v modelu, ki prispeva k razvoju tako glavnih pametnih pogodb kot komplementarnih programskih rešitev. Glavni razvijalci delujejo v sklopu lastniškega podjetja, medtem ko zunanji razvijalci delujejo kot partnerji. Skupnost imetnikov UNI žetonov je prav tako pomemben vir. Glavni finančni vir pa predstavlja UNI žeton, ki omogoča decentralizirano vodenje in solastništvo protokola s strani skupnosti. Uniswap zakladnica, ki trenutno vključuje približno 2.12 milijarde dolarjev v UNI žetonu, omogoča redni razvoj protokola, spodbujanje likvidnosti in integracij (Etherscan, brez datuma). Zakladnico upravlja skupnost imetnikov UNI žetonov s procesom decentraliziranega vodenja. Določeno število UNI žetonov je bilo dodeljeno tudi Uniswap Labs timu in bodočim zaposlenim.

8.3.7 Ključne dejavnosti

Uniswap v osnovi deluje kot programska platforma, kar pomeni, da ključno dejavnost predstavlja razvoj in vzdrževanje programske opreme, ki omogoča delovanje platforme. K temu spada razvoj protokola, uporabniških vmesnikov in razvojnih orodij. Tovrstne dejavnosti opravlja Uniswap Labs. To vključuje razvoj novih verzij Uniswapovega protokola, ki si ga uradno ne lastijo in se smatra kot javno dobro, v lasti skupnosti. Hkrati se projekt ubada z rednim reševanjem izzivov decentraliziranega vodenja, spodbujanja ponudnikov likvidnosti, vzpostavljanja integracij in podpiranja projektov v ekosistemu. Uniswap Foundation vzpostavlja odnose z zunanjimi razvijalci in spodbuja vključenost Uniswap protokola v širši ekosistem, na osnovi ponujanja nepovratnih sredstev v obliki UNI žetonov. Uniswap Labs je lansko leto prav tako naznanil Uniswap Labs Ventures, ki investira v zgodnja zagonska podjetja na področju TVB in s tem dodatno prispeva k razvoju celotne panoge (UniswapLabsBlog, 2022).

8.3.8 Ključna partnerstva

Med ključne partnerje Uniswapa spadajo zunanji razvijalci, investitorji in imetniki UNI žetonov ter arbitražerji:

1. “Zunanji razvijalci” z razvojem komplementarnih rešitev prispevajo k uspehu Uniswap protokola in ekosistema. Uniswap je močno povezan s preostalim ekosistemom TVB, saj s ponujanjem likvidnih trgov omogoča vzpostavljanje številnih drugih ponudb vrednosti.

S tem daje velik poudarek na vzpostavljanje komplementarnih partnerstev z zunanjimi razvijalci, ki uporabljajo Uniswap na sestavljiv način in s tem posledično povečujejo vrednost Uniswapa na celotnem področju (vključenost). Dodatno s tem zagotavljajo višjo razvijalsko kapaciteto Uniswap ekosistema. Primere takšnih partnerstev lahko zasledimo na strani Uniswap Ecosystem (https://uniswap.org/ecosystem), kjer so navedeni vsi projekti, ki na kakršen koli način uporabljajo Uniswap. Med te spadajo denarnice (npr. Metamask in Argent), DeFi aplikacije (npr. Aave, Risk Harbor, Pine Finance, Charm), zbiralniki (angl. aggregators) (npr. Matcha, Paraswap, 1inch) in orodja (npr. The Graph, InstaDapp, Revert) (Uniswap, brez datuma-b). Uniswap Foundation in Uniswap Labs Ventures igrata pomembno vlogo v interakciji in spodbujanju tega segmenta. Zunanje razvijalce lahko deloma obravnavamo kot *coopetion* oz. sodelovanje med konkurenti, saj med te partnerje velikokrat spadajo konkurenčne aplikacije. Zaradi tega se tako partnerji kot Uniswap ves čas spopadajo s tveganjem konkurence komplementov.

2. "Investitorji in skupnost imetnikov UNI žetonov" vključujejo tako poklicne vlagatelje in sklade kot tudi male vlagatelje, ki investirajo v UNI žetone in s tem pridobijo možnost sodelovanja v decentraliziranem vodenju. Visoko povpraševanje po UNI žetonih vodi v višje cene in posledično viša vrednost celotnega ekosistema. Hkrati pa ima lahko nižje povpraševanje nasprotni učinek.
3. "Arbitražerji" so običajno profesionalni trgovalci, ki poskušajo s specifičnimi trgovalnimi algoritmičnimi programi (angl. algorithmic bots) služiti na osnovi cenovnih razlik med različnimi platformami in s tem prispevajo k natančnejšim tržnim cenam. V praksi arbitražerji izkoriščajo cenovne neučinkovitosti med Uniswap (decentralizirano borzo) in ostalimi decentraliziranimi ali centraliziranimi borzami. Dobičkonosnost dosegajo v primeru visokih cenovnih odstopanj in možnosti hitrega trgovanja, izgubo pa v primeru nižjih odstopanj in visokih trgovalnih pristojbin.

8.3.9 Stroškovna struktura

Decentraliziran način delovanja zahteva prilagojeno obravnavo stroškovne strukture. Uniswapa trenutno ni mogoče obravnavati kot tradicionalno podjetje, ampak kot skupek tehnologij in skupnost več entitet in deležnikov, ki na decentraliziran način delujejo v smeri uspeha protokola. Različne entitete in deležniki opravljajo različne dejavnosti in s tem prevzemajo različne stroške. Uniswap Labs je podjetje, ki je razvilo Uniswap pametne pogodbe in izvirno aplikacijo, in se trenutno ukvarja z razvojem protokola, uporabniških vmesnikov ter dodatnih Uniswap izdelkov na lastniški način. Deluje kot tradicionalno podjetje, ki zaposluje podjetniško ekipo. Poleg običajnih stroškov vodenja podjetja njihov glavni strošek predstavlja raziskovanje in razvoj pametnih pogodb ter uporabniško naravnanih aplikacij in funkcionalnosti kot tudi poganjanje potrebne računalniške infrastrukture. Z namenom zagotavljanja varnosti se Uniswap Labs spopada tudi z dragimi revizijami pametnih pogodb. Omeniti je treba tudi pravne stroške, ki lahko postanejo še posebej izraziti v času regulativnih pritiskov in pa stroške trženja in izobraževanja. Uniswap Labs je za pokrivanje omenjenih stroškov in nadaljnjo rast lani zbral 165 milijonov dolarjev

v sklopu financiranja Serije-B (Singh, 2022). Uniswap Foundation je neprofitna organizacija, katere namen je organizirano spodbujanje Uniswap ekosistema s ponujanjem nepovratnih sredstev. Po uspešnem glasovanju je organizacija pridobila 14-milijonski operativni proračun za sestavitev 12-članske ekipe in 60 milijonov dolarjev za dodelitev neposrednih sredstev od Uniswap zakladnice (UNI žetoni so bili pretvorjeni v stabilne kriptovalute in fiat denar) (Uniswap, 2023a). Komplementarni projekti v Uniswap ekosistemu vodijo do večje povezanosti distribucijskih kanalov in vključenosti Uniswapa v širše okolje. Uniswap imetniki žetonov so lahko dejavni ali pasivni. Dejavni imetniki sodelujejo v decentraliziranem vodenju. Če žetonov niso prejeli z izpustom iz zraka, ampak so jih kupili na trgu, to predstavlja njihov strošek. Imetniki UNI žetonov upravljajo z zakladnico UNI žetonov, ki lahko ima naslednje stroške: stroške dodatnega spodbujanja likvidnosti, stroške nepovratnih sredstev za podpiranje ekosistema (zgornji primer Uniswap Foundation) in ostale stroške pobud za zagotavljanje uspeha protokola. Spodbujanje likvidnosti predstavlja izrazit strošek, ki ga trenutno pokrivajo trgovalci kot druga skupina v modelu večstranske platforme. Kot zadnje je potrebno omeniti, da so vsi imetniki UNI žetonov v ekosistemu izpostavljeni dokaj visoki cenovni nestanovitnosti, ki je dodatno povezana z nestanovitnostjo trga TVB. Prav tako so vsi uporabniki platforme kot tudi sodelujoči v decentraliziranem vodenju in ostalih dejavnostih, povezanih z UNI žetoni, izpostavljeni pristojbinam temeljnega Ethereum omrežja. Uniswap kot dominantna decentralizirana borza na trgu uživa prednosti mrežnih učinkov. Te prednosti delujejo po podobnem načelu kot prvine ekonomij obsega v tradicionalnih panogah. To pomeni, da Uniswap zaradi svojega tržnega položaja in številnosti uporabnikov uživa stroškovne prednosti z vidika trženja, znamke, distribucijskih kanalov, integracij, varnostne preverljivosti itd.

8.4 Razprava

Uniswap je zapolnil vrzel na področju TVB, kjer uporabniki niso bili deležni učinkovitih neskrbniških in decentraliziranih načinov trgovanja in so se zaradi tega srečevali z določenimi tveganji. Z enostavno in jasno ponudbo vrednosti, ki je bila natančno prilagojena ključnim segmentom uporabnikov, je Uniswapu uspelo pridobiti močne mrežne učinke in vzpostaviti dominanten položaj na trgu. K njihovemu uspehu in gradnji mrežnih učinkov je kot spodbudni sistem prispeval tudi njihov žeton, ki omogoča decentralizirano vodenje. Dodatno je prednost prvega igrala pomembno vlogo v vzpostavitvi kritične mase uporabnikov. Vnaprejšnja prodaja žetonov v obliki financiranja s strani skladov tveganega kapitala je igrala pomembno vlogo v premostitvi problema hladnega zagona. Čeprav lahko trdimo, da kasnejši izpust žetonov iz zraka in njegov prenos lastništva protokola na aktivne uporabnike ni dosegel zadostne decentralizacije, sta igrala izpust žetonov iz zraka kot tudi rudarjenje likvidnosti pomembno vlogo pri zagotavljanju obrambnosti na trgu in spodbujanju uporabnikov k uporabi platforme. Decentralizirano vodenje se je kot odgovor na težave z usklajevanjem in usmerjanjem odprtokodnega razvoja v primeru Uniswapa kot tudi večine drugih projektov na področju TVB do sedaj, izkazalo za dokaj neučinkovito.

Zato je Uniswap ustanovil posebno fundacijo, katere glavni namen je na organiziran in strukturiran način usmerjati porabo Uniswap zakladnice UNI žetonov. Po drugi strani pa je odprotokodnost Uniswap pametnih pogodb spodbudila razvoj in kombinatorno inoviranje, kar je bistveno vplivalo na razvoj Uniswap ekosistema. Uniswap kot decentralizirana in neskrbniška aplikacija in protokol, osnovana na TVB, omogoča številne prednosti v primerjavi z Web2 platformami (decentralizacija, neskrbniško delovanje, transparentnost, itd.). Kljub temu pa se določene slabosti Web2 platform, ki so pogosto kritika Web3 zagovornikov, pojavljajo tudi tukaj. Tudi Uniswap na primer zbira podatke o svojih uporabnikih ter do določene mere omejuje dostop uporabnikom na nivoju uporabniškega vmesnika. Problem zasebnosti pri uporabi platforme je povezan s transparentnostjo in javnostjo transakcij na Ethereumu, kar je trenutno pomembna in dokaj kontroverzna tema: kako zagotoviti ustrezen nivo zasebnosti uporabnikom in hkrati skladnost z zakonodajo.

Z vidika poslovnih modelov deluje Uniswap kot večstranska platforma, medtem ko se z vidika tokov prihodkov zanaša na trgovalne pristojbine. Kot večstranska platforma mora Uniswap ves čas zagotavljati ustrezno ravnovesje in skladnost protokola z različnimi uporabniškimi skupinami, ki so medsebojno odvisne. UNI žeton igra pomembno vlogo pri vzpostavljanju mrežnih učinkov kot tudi pri subvencioniranju različnih skupin v primeru neravnovesij. Izdajo žetona UNI lahko razumemo kot vrsto inoviranja s poslovnimi modeli, ki je Uniswapu zagotovila obrambo pred *vampirskim napadom* konkurenta SushiSwap. Reakcijski čas je v takšnih razmerah ključnega pomena, saj bi lahko v nasprotnem primeru SushiSwapu uspelo prevzeti dominanten položaj in s tem pridobil močnejše mrežne učinke. To je zgolj še en primer, ki kaže na pomembnost rednega prilagajanja poslovnih modelov spreminjajočemu se okolju kot tudi na pomembnost oteževanja posnemanja s strani konkurence. Uniswap je do sedaj eden najuspešnejših projektov in poslovnih modelov na področju TVB in eden redkih predstavnikov DApps, ki so dosegli ujemanje izdelka s trgom. Trenutno je na platformi ponujena likvidnost v višini 3,319 milijarde dolarjev, medtem ko se dnevni obsegi trgovanja gibljejo okoli 1 milijarde, kar je višje od Coinbase centralizirane borze, ki je bila ustanovljena leta 2012 in velja za eno izmed glavnih platform na tem področju (DefiLlama, brez datuma). Uniswap je prvotno oglaševal svoj model ponujanja likvidnosti kot *dostopen komur koli*, vendar se je v praksi izkazalo, da ta proces zahteva strokovno znanje, izkušnje in aktivno upravljanje, zaradi česar so običajno vključeni le strokovnjaki ali specializirane institucije (Heimbach in drugi, 2022).

Projekt pa spremljajo tudi tveganja in izzivi, ki so v večini primerov povezani z ustreznim usklajevanjem delovanja med različnimi skupinami uporabnikov. Prav tako se na trgu pojavljajo številni konkurenti, ki poskušajo s tehnološkimi inovacijami ali tržnimi strategijami prevzeti njihov tržni delež. Do sedaj se je Uniswapu še vedno uspelo ubraniti, predvsem na osnovi rednega iterativnega razvoja in močnih mrežnih učinkov. Podjetniki, ki se ukvarjajo z zgodnjimi zagonskimi podjetji v tehnoloških sferah se redno spopadajo z zakonodajnimi pritiski, s katerimi poskušajo države usmerjati tehnološki razvoj (Perez, 2003). Tudi Uniswap se ni izognil preiskavam Ameriške komisije za borzo in vrednostne

papirje (SEC) (Dave in Osipovich, 2021). Uporabniki se spopadajo tudi s tveganji in slabostmi temeljne TVB, ki je še vedno v zgodnji fazi razvoja. To pomeni, da se morajo med drugim ubadati tudi z denarnicami in ključi, kar pomembno vpliva na končno uporabnost. Zanimivo je videti rast ekosistema v odprtokodnem duhu, ki omogoča zunanjim razvijalcem uporabo Uniswap pametnih pogodb. A podobno kot smo bili priča pri številnih Web2 primerih, lahko komplementi na določeni točki preidejo v konkurente. Če se Uniswap odloči za lastno implementacijo določenih funkcionalnosti, ki jih uspešno ponujajo komplementarni projekti, lahko s tem izpodrine te projekte s trga zaradi mrežnih učinkov.

Analiza Uniswap modela z ogrodjem *platno poslovnega modela* nam omogoči standardiziran vpogled v inovativni poslovni model na področju TVB. Uporabljene podatke sem pridobil z uradnih strani Uniswap domene, znanstvenih člankov, internetnih objav in statističnih orodij za spremljanje dejavnosti in aktualnih statistik decentraliziranih protokolov. Transparentnost in javnost transakcij temeljnih protokolov TVB omogoča natančno analizo dejavnosti določenih protokolov na verigi blokov. Z vidika akademskih člankov to področje za zdaj še ni dobro raziskano, obstaja pa veliko internetnih objav različnih strokovnjakov. Dostop je omejen na javne informacije, ki pa so zaradi odprtokodnosti protokola v večini primerov dokaj aktualne. Koristne informacije so dostopne tudi na uradnih forumih, kjer potekajo razprave o vodenju decentraliziranega protokola.

To magistrsko delo kritično obravnava lastnosti ter prednosti in slabosti poslovnih in tehnoloških eksperimentov, ki smo jim priča na področju TVB. Prihodnjim podjetnikom ponuja širok pregled motivov, tehnologij in načinov uporabe tehnoloških rešitev v poslovnem svetu. Prav tako obravnava številne izzive, ki predstavljajo morebitne podjetniške priložnosti. Ena ključnih ugotovitev te analize je, da uspeh v tehnološkem podjetništvu zahteva globoko razumevanje tehnologij, na podlagi katerih je možno oblikovati jasno in preverjeno ponudbo vrednosti, ki se povezuje z določeno aktualno in pomembno bolečino na trgu. Prav tako ni mogoče zanemariti pomembnosti enostavne in učinkovite uporabniške izkušnje. Ustrezna tehnološka implementacija je seveda prvotnega pomena, vendar lahko oblikovanje končnega izdelka z namenom široke uporabe predstavlja še večji izziv. Področje TVB je zaradi svoje odprte narave redno priča številnim tehnološkim rešitvam, ki lahko s pomočjo žetonov že v idejni fazi postanejo dostopni na trgovalnih borzah. Ta spremenjena dinamika je zavajajoča in privlačna za podjetnike, hkrati pa zahteva pozorno načrtovanje in premislek, ali žetonski model ponudbi vrednosti dejansko koristi. Kot smo videli na primeru Uniswap, njihov izpust iz zraka ni ravno dosegel prvotno zadanih ciljev z vidika decentralizacije. Prav tako se proces decentraliziranega vodenja spopada s številnimi ovirami. Eksperimentiranje s finančnimi tehnologijami pa s seboj prinaša še toliko večjo pozornost s strani zakonodajnih organov, v primerjavi z eksperimentiranjem s tradicionalnimi internetnimi aplikacijami. Podjetniki se morajo zavedati tveganj in izzivov tovrstnega inoviranja že v začetnih fazah, saj lahko ima agilni način razvoja na tem področju visoke finančne posledice (npr. propad projekta Terra/Luna).

Uniswap Labs je lastniško podjetje, zato so nekatere aktualne informacije o njihovih načrtih za prihodnost zasebne narave in tako nedostopne javnosti. Rezultati empiričnega raziskovanja so omejeni z dostopnostjo podatkov na tem področju. Z vzpostavitvijo neposrednega stika z ekipo Uniswap Labs in morebitnimi intervjuji z drugimi strokovnjaki na tem področju bi lahko dobili jasnejšo sliko in celovitejše razumevanje poslovnega modela Uniswap. Prav tako je treba razumeti, da Uniswap ni klasično podjetje, zato ga moramo obravnavati na edinstven način. Platno poslovnega modela je bilo zasnovano pred prihodom TVB, kar pomeni, da bi morali za ustreznejšo analizo ogrodje prilagoditi decentraliziranim protokolom in aplikacijam.

9 SKLEP

V tem magistrskem delu smo skozi pregled zgodovine tehnoloških revolucij in inovacij spoznali ciklični vzorec vzpostavljanja novih tehnologij in procesa njihove vključitve v obstoječe družbene strukture. Analiza širšega sklopa dejavnikov in okolja je igrala poglavitno vlogo pri razumevanju pojava finančnih mehurčkov, ki sovpadajo z razvojem in komercializacijo novih, motečih tehnologij. Vidimo lahko, da igra oportunistična narava finančnega kapitala pomembno vlogo v celotnem procesu ter da zakonodaje usmerjajo vpliv, ki ga ima tehnološko podjetništvo na družbo. Tehnološke inovacije zahtevajo skladno razvijanje in analiziranje poslovnih modelov kot tudi strateške analize konkurenčnega okolja, v katerem delujejo. Poslovni modeli pa imajo ključen pomen pri vključevanju teh inovacij v svet, saj same po sebi ne vsebujejo poslovne vrednosti. Oblikovanje učinkovitih poslovnih modelov tako predstavlja osnovo za ustvarjanje ekonomske vrednosti. Kljub temu pa se je izkazalo, da zaradi mnogih različnih interpretacij pojma poslovnih modelov, še vedno obstaja zmeda v razumevanju, tako v akademskem svetu kot v strokovni literaturi, kar pogosto vodi v konfliktne razprave. Številni avtorji obravnavajo poslovne modele zgolj kot načine vzpostavljanja tokov prihodkov, medtem ko poskušajo, predvsem v akademskem svetu, zadnja leta vzpostaviti razumevanje poslovnih modelov kot širšega pojma, ki vključuje ustvarjanje, dostavljanje in zajemanje vrednosti. Akademsko področje poslovnih modelov se še vedno razume kot relativno mlado, s čimer lahko pojasnimo prejšnji komentar. Glede na to, da se je pojem poslovnih modelov uveljavil sočasno s popularizacijo interneta, lahko motivacijo za uveljavitev pojma pojasnjujemo z nenadnim porastom količine in dostopnosti informacij ter novih načinov poslovanja, ki jih je internet omogočil. Poslovni modeli so namreč predstavljali učinkovito orodje za podjetnike, ki jim je omogočilo hitro in jasno abstrakcijo ključnih delov poslovanja, podvrženega neprestanim spremembam znotraj hitrorastočega okolja.

Internet je prinesel številne prednosti in se do določene mere dotaknil skoraj vsake panoge, do točke, da danes več ne govorimo o internetnih podjetjih, temveč zgolj o podjetjih. Najuspešnejši poslovni model na področju interneta predstavljajo internetne platforme, ki v osnovi delujejo kot večstranske platforme ali posredniki med različnimi skupinami uporabnikov. Na področju interneta vladajo močni mrežni učinki, ki vzpostavljajo

novodobne dinamike konkurenčnega prostora za vključena podjetja. Kot pričajo številni primeri, pa mrežni učinki sami zase še niso dovolj za zagotovitev trajnih konkurenčnih prednosti. Internet je hkrati tehnologija, ki je omogočila in spodbudila razvoj TVB, zaradi česar med obema obstaja veliko vzporednic s tehnoloških kot tudi poslovnih vidikov. S podrobno analizo Bitcoin in Ethereum protokolov smo spoznali ključne lastnosti in sestavne dele dveh poglavitnih tehnologij, ki definirata področji TVB in Web3. Podobno kot na področju interneta so tudi za področje Web3 značilni močni mrežni učinki in prevladovanje modela večstranskih platform. Ključne razlike in prednosti Web3 pa predstavljajo možnost enostavnega prenosa vrednosti, vzpostavitev digitalnega lastništva v sklopu interneta ter decentralizacijo moči in nadzora novodobnih protokolov in platform. Kriptografski žetoni in ekonomije, osnovane na teh prvinah, so glavni gradniki za vzpostavljanje inovativnih poslovnih modelov na tem področju. Višja učinkovitost, produktivnost in nove možnosti na področju interakcij in nadzora nad digitalnim lastništvom ter prenosom vrednosti predstavljajo ključen korak razvoja za družbo, ki vedno več časa preživlja na internetu.

Tehnologija je še vedno v dokaj zgodnji fazi razvoja, čeprav se razvija z izjemno hitrostjo. Številni razvijalci, raziskovalci, podjetniki in drugi strokovnjaki se redno ubadajo s široko paleto izzivov, ki zavirajo pot tehnologije do množične uporabe v svetu. Nenehno eksperimentiranje z različnimi idejami in primeri uporabe počasi kaže jasnejšo sliko dejanske uporabne vrednosti teh gradnikov in jih približuje potrebam trga. Čeprav odprtost in finančna narava tehnologije privlači tudi številne kriminalce in prevarante, smo bili v zadnjih nekaj letih priča konkretnim delujočim in široko uporabljenim inovacijam, kot je Uniswap projekt, ki sem ga obravnaval v empiričnem delu.

Rezultati te raziskave lahko vodijo do izboljšanega razumevanja TVB in njenih poslovnih vidikov ter ponudijo vir aktualnih informacij o stanju obravnavanega področja in novih raziskovalnih in delovnih priložnostih za akademike, podjetnike, investitorje kot tudi končne uporabnike. V trenutni fazi razvoja in vključitve tehnologije v svet je še posebej izrazito vprašanje ustreznih zakonodaj, z namenom zagotavljanja varnosti uporabnikov brez zaviranja procesa inoviranja. Vladni organi po svetu se spopadajo s težavami pri spremljanju hitrega razvoja tovrstnih tehnologij, kar nakazuje, da je potrebna večja osredotočenost na izobraževanje. Prav tako je potrebna večja jasnost in enotnost na področju teorije o poslovnih modelih, kar bi omogočilo učinkovitejšo komunikacijo in razumevanje v podjetniških sferah. Ogrodja, kot je platno poslovnega modela, dosegajo enotnejši jezik na področju poslovnih modelov, vendar jih je treba prav tako prilagajati razvoju tehnologije. Tako prilagojena ogrodja se morajo osredotočati predvsem na decentralizirano delovanje in spremenjene dinamike, ki jih prinaša TVB. Potrebnih je več raziskav na temo poslovnih modelov na področju TVB kot tudi raziskav ustreznejšega mapiranja teh modelov s prilagojenimi sestavnimi deli.

LITERATURA IN VIRI

1. A16Z. (2021). *The Web3 Reading List*. https://a16z.com/wp-content/uploads/2021/10/The-web3-Readlng-List.pdf
2. Abou Jaoude, J. in Saade, R. G. (2019). Blockchain applications–usage in different domains. *Ieee Access*, *7*, 45360-45381.
3. Acquisti, A., Taylor, C. in Wagman, L. (2016). The economics of privacy. *Journal of economic Literature*, *54*(2), 442-492.
4. Adams, H. (2022, 13. oktober). *Bringing Web3 to Everyone* [objava na blogu]. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://blog.uniswap.org/bringing-web3-to-everyone
5. Afuah, A. in Tucci, C. L. (2003). *Internet business models and strategies: Text and cases* (2. izd.). McGraw-Hill New York.
6. Al-Debi, M. M., El-Haddadeh, R. in Avison, D. (2008). Defining the business model in the new world of digital business. *AMCIS 2008 proceedings*, 300.
7. Allen, D. W., Berg, C. in Lane, A. M. (2023). Why airdrop cryptocurrency tokens? *Journal of Business Research*, *163*, 113945.
8. Amit, R. in Zott, C. (2015). Crafting business architecture: The antecedents of business model design. *Strategic Entrepreneurship Journal*, *9*(4), 331-350.
9. Angeris, G., Kao, H.-T., Chiang, R., Noyes, C. in Chitra, T. (2021). An analysis of Uniswap markets. *Cryptoeconomic Systems*, *0*(1).
10. Antonopoulos, A. (2017). *Mastering Bitcoin* (2. izd.). O'Reilly Media, Inc.
11. Antonopoulos, A. in Wood, G. (2018). *Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and DApps*. O'Reilly Media.
12. Arend, R. J. (2013). The business model: Present and future—beyond a skeumorph. *Strategic organization*, *11*(4), 390-402.
13. Ashraf, A. (2023, 26. april). *CeFi Exchanges Helped Mass Crypto Adoption; DeFi Will Further It*. Pridobljeno 30. maja 2023 s https://www.coindesk.com/business/2023/04/26/cefi-exchanges-helped-mass-crypto-adoption-defi-will-further-it/
14. Aspris, A., Foley, S., Svec, J. in Wang, L. (2021). Decentralized exchanges: The "wild west" of cryptocurrency trading. *International Review of Financial Analysis*, *77*, 101845.
15. Aste, T., Tasca, P. in Di Matteo, T. (2017). Blockchain technologies: The foreseeable impact on society and industry. *Computer*, *50*(9), 18-28.
16. Baden-Fuller, C. in Haefliger, S. (2013). Business models and technological innovation. *Long range planning*, *46*(6), 419-426.
17. Baye, M. R., Prince, J. in Squalli, J. (2006). *Managerial economics and business strategy* (5. izd.). McGraw-Hill New York.
18. Bedawala, M., Ozbay, M., in Gu, C. (2023, 22. maj). *Rethink Digital Transactions with Account Abstraction*. Pridobljeno 30. maja 2023 s https://usa.visa.com/solutions/crypto/rethink-digital-transactions-with-account-abstraction.html

19. Bedawala, M. in Salot, A. (2023, 4. maj). *Ethereum's economics and staking model*. Pridobljeno 28. maja 2023 s https://usa.visa.com/solutions/crypto/cryptoeconomics.html
20. Bellman, R., Clark, C. E., Malcolm, D. G., Craft, C. J. in Ricciardi, F. M. (1957). On the construction of a multi-stage, multi-person business game. *Operations Research*, *5*(4), 469-503.
21. Benkler, Y. (2008, 21. april). *Yochai Benkler: The new open-source economics* [YouTube]. https://www.youtube.com/watch?v=NgYE75gkzkM
22. Berners-Lee, T., Cailliau, R., Groff, J. F. in Pollermann, B. (1992). World-Wide Web: the information universe. *Internet Research*, *2*(1), 52-58.
23. BinanceResearch. (2022). *Web3 Social: Road to Mass Adoption*. https://research.binance.com/static/pdf/Web3_Social_%20Road_to_Mass_Adoption.pdf
24. Bitstamp. (2022, 17. avgust). *Crypto coins vs tokens*. Pridobljeno 29. aprila 2023 s https://www.bitstamp.net/learn/crypto-101/crypto-coins-vs-tokens/
25. Blockchain.com. (2009, 3. januar). *Bitcoin Block 0*. Pridobljeno 15. aprila 2023 s https://www.blockchain.com/explorer/blocks/btc/00000000019d6689c085ae165831e934ff763ae46a2a6c172b3f1b60a8ce26f
26. Britannica. (brez datuma). *Fiat money*. Pridobljeno 22. junija 2023 s https://www.britannica.com/money/fiat-money
27. Brown, S. D. (2016). Cryptocurrency and criminality: The Bitcoin opportunity. *The Police Journal*, *89*(4), 327-339.
28. Brustein, J. (2014, 26. februar). *Where Did the Bitcoins Go? The Mt. Gox Shutdown, Explained*. Pridobljeno 20. aprila 2023 s https://www.bloomberg.com/news/articles/2014-02-26/where-did-the-bitcoins-go-the-mt-dot-gox-shutdown-explained
29. Burger, E. (2022, 15. april). *Decentralized Speed: Advances in Zero Knowledge Proofs*. Pridobljeno 28. maja 2023 s https://a16zcrypto.com/posts/article/decentralized-speed-advances-in-zero-knowledge-proofs/
30. Buterin, V. (2014a, 23. januar). *[ANN] Ethereum: Welcome to the Beginning* [objava na blogu]. Pridobljeno 7. maja 2023 s https://bitcointalk.org/index.php?topic=428589.0
31. Buterin, V. (2014b). *Ethereum White Paper: A next-generation smart contract and decentralized application platform*. https://finpedia.vn/wp-content/uploads/2022/02/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf
32. Buterin, V. (2015a, 7. avgust). *On Public and Private Blockchains* [objava na blogu]. Pridobljeno 23. maja 2023 s https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains

33. Buterin, V. (2015b, 13. april). *Visions, Part 1: The Value of Blockchain Technology* [objava na blogu]. Pridobljeno 25. aprila 2023 s https://blog.ethereum.org/2015/04/13/visions-part-1-the-value-of-blockchain-technology
34. Buterin, V. (2021a, 26. januar). *An approximate introduction to how zk-SNARKs are possible* [objava na blogu]. Pridobljeno 28. maja 2023 s https://vitalik.ca/general/2021/01/26/snarks.html
35. Buterin, V. (2021b, 16. avgust). *Moving beyond coin voting governance* [objava na blogu]. Pridobljeno 21. maja 2023 s https://vitalik.ca/general/2021/08/16/voting3.html
36. Buterin, V. (2021c, 16. november). *Review of Optimism retro funding round 1* [objava na blogu]. Pridobljeno 26. maja 2023 s https://vitalik.ca/general/2021/11/16/retro1.html
37. Buterin, V. (2021d, 7. april). *Why sharding is great: demystifying the technical properties* [objava na blogu]. Pridobljeno 6. junija 2023 s https://vitalik.ca/general/2021/04/07/sharding.html
38. Buterin, V. (2022a, 20. september). *DAOs are not corporations: where decentralization in autonomous organizations matters* [objava na blogu]. Pridobljeno 21. maja 2023 s https://vitalik.ca/general/2022/09/20/daos.html
39. Buterin, V. (2022b, 5. december). *What in the Ethereum application ecosystem excites me* [objava na blogu]. Pridobljeno 21. maja 2023 s https://vitalik.ca/general/2022/12/05/excited.html
40. Caffyn, G. (2015, 30. julij). *Ethereum Launches Long-Awaited Decentralized App Network*. Pridobljeno 20. junija 2023 s https://www.coindesk.com/markets/2015/07/30/ethereum-launches-long-awaited-decentralized-app-network/
41. Casadesus-Masanell, R. in Ricart, J. E. (2010). From strategy to business models and onto tactics. *Long range planning*, *43*(2-3), 195-215.
42. Casadesus-Masanell, R. in Zhu, F. (2013). Business model innovation and competitive imitation: The case of sponsor-based business models. *Strategic management journal*, *34*(4), 464-482.
43. Chainlink. (2023, 24. maj). *DeFi's Permissionless Composability is Supercharging Innovation*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://chain.link/education-hub/permissionless-composability
44. Chalmers, D., Fisch, C., Matthews, R., Quinn, W. in Recker, J. (2022). Beyond the bubble: Will NFTs and digital proof of ownership empower creative industry entrepreneurs? *Journal of Business Venturing Insights*, *17*, e00309.
45. Chancellor, E. (2000). *Devil take the hindmost: A history of financial speculation*. Penguin.
46. Chen, A. (2021). *The Cold Start Problem: How to Start and Scale Network Effects*. HarperCollins.

47. Chen, H., Pendleton, M., Njilla, L. in Xu, S. (2020). A survey on ethereum systems security: Vulnerabilities, attacks, and defenses. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, *53*(3), 1-43.
48. Chen, Y. (2018). Blockchain tokens and the potential democratization of entrepreneurship and innovation. *Business horizons*, *61*(4), 567-575.
49. Chen, Y. in Bellavitis, C. (2020). Blockchain disruption and decentralized finance: The rise of decentralized business models. *Journal of Business Venturing Insights*, *13*, e00151.
50. Chen, Y., Richter, J. I. in Patel, P. C. (2021). Decentralized governance of digital platforms. *Journal of management*, *47*(5), 1305-1337.
51. Chesbrough, H. (2010). Business model innovation: opportunities and barriers. *Long range planning*, *43*(2-3), 354-363.
52. Chesbrough, H. in Rosenbloom, R. S. (2002). The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and corporate change*, *11*(3), 529-555.
53. Chohan, U. W. (2021). Non-fungible tokens: Blockchains, scarcity, and value. *Critical Blockchain Research Initiative (CBRI) Working Papers*.
54. Coelho, J. in Valente, M. T. (2017). Why modern open source projects fail. *Proceedings of the 2017 11th Joint meeting on foundations of software engineering*, 186-196.
55. CoinGecko. (brez datuma-a). *Coinbase Exchange Trade Volume*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://www.coingecko.com/en/exchanges/coinbase-exchange
56. CoinGecko. (brez datuma-b). *Top Liquid Staking Tokens Coins by Market Cap*. Pridobljeno 28. maja 2023 s https://www.coingecko.com/en/categories/liquid-staking-tokens
57. CoinShares. (2022). *The Bitcoin Mining Network*. https://a.storyblok.com/f/155294/x/0c3f3837c8/coinshares_bitcoin_mining_report_jan_2022.pdf
58. CompaniesMarketCap. (brez datuma). *Largest internet companies by market cap*. Pridobljeno 15. maja 2023 s https://companiesmarketcap.com/internet/largest-internet-companies-by-market-cap/
59. Creswell, J. W. in Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
60. Crosser, N. (2018). Initial coin offerings as investment contracts: Are blockchain utility tokens securities. *University of Kansas law review*, *67*, 379.
61. Cryptopedia. (2023, 10. marec). *What Are Automated Market Makers?* Pridobljeno 3. julija 2023 s https://www.gemini.com/cryptopedia/amm-what-are-automated-market-makers
62. dacoinminster. (2013, 31. julij). *MasterCoin: New Protocol Layer Starting From "The Exodus Address"* [objava na blogu]. Pridobljeno 20. maja 2023 s https://bitcointalk.org/index.php?topic=265488.0

63. Dale, B. (2020, 20. oktober). *With COMP Below $100, a Look Back at the 'DeFi Summer' It Sparked*. Pridobljeno 4. julija 2023 s https://www.coindesk.com/business/2020/10/20/with-comp-below-100-a-look-back-at-the-defi-summer-it-sparked/
64. Dantes, D. (2021, 12. marec). *NFT Mania Fits With 'Crippling Inflation' Fear, but Don't Call It a Bubble*. Pridobljeno 20. maja 2023 s https://www.coindesk.com/markets/2021/03/12/nft-mania-fits-with-crippling-inflation-fear-but-dont-call-it-a-bubble/
65. DaSilva, C. M. in Trkman, P. (2014). Business model: What it is and what it is not. *Long range planning*, *47*(6), 379-389.
66. Dave, M. in Osipovich, A. (2021, 3. september). *Regulators Investigate Crypto-Exchange Developer Uniswap Labs*. Pridobljeno 29. avgusta 2023 s https://www.wsj.com/articles/regulators-investigate-crypto-exchange-developer-uniswap-labs-11630666800
67. De, N. (2023, 19. april). *SEC Chair Gensler Declines to Say if Ether Is a Security in Contentious Congressional Hearing*. Pridobljeno 20. junija 2023 s https://www.coindesk.com/policy/2023/04/19/sec-chair-gensler-declines-to-say-if-ether-is-a-security-in-contentious-congressional-hearing/
68. De Vynck, G., Bella, T. in Bogage, J. (2021, 8. junij). *A glitch at a key Internet company caused parts of the Web to crash Tuesday. It won't be the last time.* Pridobljeno 11. maja 2023 s https://www.washingtonpost.com/business/2021/06/08/major-websites-experience-outages-including-new-york-times-cnn-amazon-web-services/
69. DefiLlama. (brez datuma). *Uniswap - DefiLlama*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://defillama.com/dexs/uniswap
70. DeMatteo, M. (2022, 1. november). *How Artists Can Raise Money for Social Causes With NFTs*. Pridobljeno 20. maja 2023 s https://www.coindesk.com/web3/2022/11/01/how-artists-can-raise-money-for-social-causes-with-nfts/
71. Denning, P. J. (2000). Computer science: The discipline. *Encyclopedia of computer science*, *32*(1), 9-23.
72. Di Salvo, M. (2022, 21. november). *Uniswap Says It Now Collects Certain Data From Users - Decrypt*. Pridobljeno 31. maja 2023 s https://decrypt.co/115200/uniswap-now-collects-certain-data-users
73. Dixon, C. (2017, 1. junij). *Crypto Tokens: A Breakthrough in Open Network Design* [objava na blogu]. Pridobljeno 7. maja 2023 s https://medium.com/@cdixon/crypto-tokens-a-breakthrough-in-open-network-design-e600975be2ef
74. Dixon, C. (2018, 18. februar). *Why Decentralization Matters* [objava na blogu]. Pridobljeno 7. maja 2023 s https://onezero.medium.com/why-decentralization-matters-5e3f79f7638e
75. Douceur, J. R. (2002). The sybil attack. *Peer-to-Peer Systems: First InternationalWorkshop*, 251-260.

76. Entriken, W., Shirley, D., Evans, J. in Sachs, N. (2018, 24. januar). *ERC-721: Non-Fungible Token Standard*. Pridobljeno 20. junija 2023 s https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-721
77. Ertz, M. in Boily, É. (2019). The rise of the digital economy: Thoughts on blockchain technology and cryptocurrencies for the collaborative economy. *International Journal of Innovation Studies*, *3*(4), 84-93.
78. Ethereum. (2023, 25. maj). *The Merge*. Pridobljeno 25. aprila 2023 s https://ethereum.org/en/roadmap/merge/
79. Ethereum. (brez datuma a). *Ethereum staking*. Pridobljeno 28. maja 2023 s https://ethereum.org/en/staking/
80. Ethereum. (brez datuma b). *Non-fungible tokens (NFT)*. Pridobljeno 27. maja 2023 s https://ethereum.org/en/nft/
81. Etherscan. (brez datuma). *Uniswap (UNI) Token Tracker*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://etherscan.io/token/0x1f9840a85d5af5bf1d1762f925bdaddc4201f984
82. Evans, D. S. in Schmalensee, R. (2016). *Matchmakers: The new economics of multisided platforms*. Harvard Business Review Press.
83. Faggin, F., Hoff, M. E., Mazor, S. in Shima, M. (1996). The History of the 4004. *Ieee Micro*, *16*(6), 10-20.
84. Fan, S., Min, T., Wu, X. in Wei, C. (2022). Towards understanding governance tokens in liquidity mining: a case study of decentralized exchanges. *World Wide Web*, 1-20.
85. Fiedler, I. in Ante, L. (2023). Stablecoins. In *The Emerald Handbook on Cryptoassets: Investment Opportunities and Challenges* (str. 93-105). Emerald Publishing Limited.
86. Finley, K. (2016, 25. avgust). *Linux Took Over the Web. Now, It's Taking Over the World*. Pridobljeno 11. maja 2023 s https://www.wired.com/2016/08/linux-took-web-now-taking-world/
87. Finzer, D. (2020, 10. januar). *The Non-Fungible Token Bible: Everything you need to know about NFTs* [objava na blogu]. Pridobljeno 20. maja 2023 s https://opensea.io/blog/guides/non-fungible-tokens/#What_is_a_non-fungible_token
88. Flitter, E. (2013, 2. oktober). *FBI shuts alleged online drug marketplace, Silk Road*. Pridobljeno 20. aprila 2023 s https://www.reuters.com/article/us-crime-silkroad-raid-idUSBRE9910TR20131002
89. Foss, N. J. in Saebi, T. (2017). Fifteen years of research on business model innovation: How far have we come, and where should we go? *Journal of management*, *43*(1), 200-227.
90. Foss, N. J. in Saebi, T. (2018). Business models and business model innovation: Between wicked and paradigmatic problems. *Long range planning*, *51*(1), 9-21.
91. Franceschet, M., Colavizza, G., Smith, T. a., Finucane, B., Ostachowski, M. L., Scalet, S., Perkins, J., Morgan, J. in Hernandez, S. (2021). Crypto art: A decentralized view. *Leonardo*, *54*(4), 402-405.
92. Frankenfield, J. (2022, 22. november). *All About Fungibility: What It Means, Why It Matters*. Pridobljeno 20. junija 2023 s https://www.investopedia.com/terms/f/fungibility.asp

93. Fritsch, R., Müller, M. in Wattenhofer, R. (2022). Analyzing Voting Power in Decentralized Governance: Who controls DAOs? *arXiv*.
94. FSB. (2020, 13. oktober). *Regulation, Supervision and Oversight of "Global Stablecoin" Arrangements*. Pridobljeno 30. junija 2023 s https://www.fsb.org/2020/10/regulation-supervision-and-oversight-of-global-stablecoin-arrangements/
95. Fukuyama, F., Richman, B. in Goel, A. (2021). How to save democracy from technology: ending big tech's information monopoly. *Foreign Aff.*, *100*, 98.
96. Garber, P. M. (2001). *Famous first bubbles: The fundamentals of early manias*. MIT Press.
97. Gillies, J. in Cailliau, R. (2000). *How the Web was born: The story of the World Wide Web*. Oxford University Press.
98. Gogel, D. (2021). *DeFi Beyond the Hype: The Emerging World of Decentralized Finance*. https://wifpr.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2021/05/DeFi-Beyond-the-Hype.pdf
99. Goldfarb, A. in Tucker, C. E. (2011). Privacy regulation and online advertising. *Management science*, *57*(1), 57-71.
100. Grauer, K., Jardine, E., Leosz, E. in Updegrave, H. (2023). *The Chainalysis 2023 Crypto Crime Report*. https://go.chainalysis.com/2023-crypto-crime-report.html
101. Hagiu, A. in Rothman, S. (2016). Network effects aren't enough. *Harvard business review*, *94*(4), 17.
102. Hatfield, J. W. in Kominers, S. D. (2023). A Simple Theory of Vampire Attacks. *SSRN*.
103. Hawlitschek, F., Notheisen, B. in Teubner, T. (2020). A 2020 perspective on "The limits of trust-free systems: A literature review on blockchain technology and trust in the sharing economy". *Electronic Commerce Research and Applications*, *40*, 100935.
104. Hayward, A. (2023, 2. maj). *Tensor Snatched Magic Eden's Solana NFT Crown. But for How Long?* Pridobljeno 26. maja 2023 s https://finance.yahoo.com/news/tensor-snatched-magic-eden-solana-005920169.html
105. Heimbach, L., Schertenleib, E. in Wattenhofer, R. (2022). Risks and returns of uniswap v3 liquidity providers. *arXiv*.
106. Hertig, A. (2017, 4. december). *Loveable Digital Kittens Are Clogging Ethereum's Blockchain*. Pridobljeno 28. aprila 2023 s https://www.coindesk.com/markets/2017/12/04/loveable-digital-kittens-are-clogging-ethereums-blockchain/
107. Hinds, J., Williams, E. J. in Joinson, A. N. (2020). "It wouldn't happen to me": Privacy concerns and perspectives following the Cambridge Analytica scandal. *International Journal of Human-Computer Studies*, *143*, 102498.
108. Hisseine, M. A., Chen, D., in Yang, X. (2022). The application of blockchain in social media: a systematic literature review. *Applied Sciences*, *12*(13), 6567.

109. Hofmann, F., Wurster, S. Ron, E., in Böhmecke-Schwafert, M. (2017). The immutability concept of blockchains and benefits of early standardization. *2017 ITU Kaleidoscope: Challenges for a Data-Driven Society (ITU K)*, 1-8.
110. Huang, K. (2022, 18. november). *Why Did FTX Collapse? Here's What to Know.* Pridobljeno 22. maja 2023 s https://www.nytimes.com/2022/11/10/technology/ftx-binance-crypto-explained.html
111. IBM. (brez datuma). *What is Industry 4.0 and how does it work?* Pridobljeno 5. marca 2023 s https://www.ibm.com/topics/industry-4-0
112. Intel. (brez datuma). *The Story of the Intel® 4004*. Pridobljeno 25. februarja 2023 s https://www.intel.com/content/www/uk/en/history/museum-story-of-intel-4004.html
113. InternetWorldStats. (2022, 30. junij). *World Internet Users Statistics and 2023 World Population Stats*. Pridobljeno 5. marca 2023 s https://www.internetworldstats.com/stats.htm
114. Irwin, K. (2023, 22. februar). *Uniswap Traders Can Now Buy NFTs With UNI, SHIB or Any Ethereum Token*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://decrypt.co/121876/uniswap-nfts-ethereum-tokens
115. Isaak, J. in Hanna, M. J. (2018). User data privacy: Facebook, Cambridge Analytica, and privacy protection. *Computer*, *51*(8), 56-59.
116. Ishmaev, G. (2017). Blockchain technology as an institution of property. *Metaphilosophy*, *48*(5), 666-686.
117. ITU. (2022). *Measuring digital development: Facts and Figures 2022*. https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/facts/default.aspx
118. jhackworth. (2023, 23. november). *The Uniswap Airdrop - Lessons for the Industry*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://dune.com/blog/uni-airdrop-analysis
119. Johnson, J. P. (2002). Open source software: Private provision of a public good. *Journal of Economics & Management Strategy*, *11*(4), 637-662.
120. Kapengut, E. in Mizrach, B. (2023). An event study of the ethereum transition to proof-of-stake. *Commodities*, *2*(2), 96-110.
121. kennethng.eth. (2022, 20. junij). *Uniswap Grants Program Retrospective* [objava na blogu]. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://mirror.xyz/kennethng.eth/0WHWvyE4Fzz50aORNg3ixZMlvFjZ7frkqxnY4UIfZxo
122. Keoun, B., Godbole, O. in Sinclair, S. (2021, 14. september). *First Mover: DeFi 'Vampire' SushiSwap Sucks $800M from Uniswap; BitMEX Basis Lags*. Pridobljeno 26. maja 2023 s https://www.coindesk.com/markets/2020/09/10/first-mover-defi-vampire-sushiswap-sucks-800m-from-uniswap-bitmex-basis-lags/
123. Kethineni, S. in Cao, Y. (2020). The rise in popularity of cryptocurrency and associated criminal activity. *International Criminal Justice Review*, *30*(3), 325-344.
124. Kethineni, S., Cao, Y. in Dodge, C. (2018). Use of bitcoin in darknet markets: Examining facilitative factors on bitcoin-related crimes. *American Journal of Criminal Justice*, *43*, 141-157.

125. Kominers, S. D. in Catalini, C. (2022). Can WEB3 Bring Back Competition to Digital Platforms? *Competition Policy International*.
126. Krombholz, K., Judmayer, A., Gusenbauer, M. in Weippl, E. (2017). The other side of the coin: User experiences with bitcoin security and privacy. *Financial Cryptography and Data Security: 20th International Conference*, 555-580.
127. Kubinec, J. (2022, 26. julij). *The Nine Largest Crypto Hacks in 2022*. Pridobljeno 30. maja 2023 s https://blockworks.co/news/the-nine-largest-crypto-hacks-in-2022
128. Lamport, L., Shostak, R. in Pease, M. (2019). The Byzantine generals problem. In *Concurrency: the works of leslie lamport* (str. 203-226).
129. Larios-Hernández, G. J. (2017). Blockchain entrepreneurship opportunity in the practices of the unbanked. *Business horizons*, *60*(6), 865-874.
130. Lazer, D. M., Baum, M. A., Benkler, Y., Berinsky, A. J., Greenhill, K. M., Menczer, F., Metzger, M. J., Nyhan, B., Pennycook, G. in Rothschild, D. (2018). The science of fake news. *Science*, *359*(6380), 1094-1096.
131. Le Pennec, G., Fiedler, I. in Ante, L. (2021). Wash trading at cryptocurrency exchanges. *Finance Research Letters*, *43*, 101982.
132. Ledbetter, J. (2022, 11. junij). *What Problem Does Web3 Solve, Anyway?* [objava na blogu]. Pridobljeno 11. maja 2023 s https://joshua.mirror.xyz/-xpmr7ceHmi5Hqsl7zRtig9ph_dtCvWjZOoWOVN0bcg
133. Leiner, B. M., Cerf, V. G., Clark, D. D., Kahn, R. E., Kleinrock, L., Lynch, D. C., Postel, J., Roberts, L. G. in Wolff, S. (2009). A brief history of the Internet. *ACM SIGCOMM computer communication review*, *39*(5), 22-31.
134. Lerner, J. in Tirole, J. (2002). Some simple economics of open source. *The journal of industrial economics*, *50*(2), 197-234.
135. Li, C. in Palanisamy, B. (2019). Incentivized blockchain-based social media platforms: A case study of steemit. *Proceedings of the 10th ACM conference on web science*, 145-154.
136. Licklider, J. C. R. in Clark, W. E. (1962). On-line man-computer communication. *Proceedings of the May 1-3, 1962, spring joint computer conference*, 113-128.
137. Lido. (brez datuma). *Stake with Lido*. Pridobljeno 2. julija 2023 s https://stake.lido.fi/
138. Lin, L. X., Budish, E., Cong, L. W., He, Z., Bergquist, J. H., Panesir, M. S., Kelly, J., Lauer, M., Prinster, R. in Zhang, S. (2019). Deconstructing decentralized exchanges. *Stanford Journal of Blockchain Law & Policy*, *2*(1), 58-77.
139. Liu, L., Zhou, S., Huang, H. in Zheng, Z. (2021). From technology to society: An overview of blockchain-based DAO. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, *2*, 204-215.
140. Liu, X. (2023). The Illusion of Democracy? An Empirical Study of DAO Governance and Voting Behavior. *An Empirical Study of DAO Governance and Voting Behavior (May 8, 2023)*.
141. Liu, X., Chen, W. in Zhu, K. (2022). Token Incentives and Platform Competition: A Tale of Two Swaps. *SSRN*.

142. Lorenz, T. (2018, 6. junij). *Gambling Channels Are the Latest Victims of YouTube's Arbitrary Moderation Process*. Pridobljeno 7. maja 2023 s https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/06/gambling-channels-are-the-latest-victims-of-youtubes-arbitrary-moderation-process/562157/
143. Madrigal, A. C. (2017, 16. maj). *The Weird Thing About Today's Internet*. Pridobljeno 7. maja 2023 s https://www.theatlantic.com/technology/archive/2017/05/a-very-brief-history-of-the-last-10-years-in-technology/526767/
144. Magretta, J. (2002, maj). *Why business models matter*. Pridobljeno 20. aprila 2023 s https://hbr.org/2002/05/why-business-models-matter
145. Mak, A. (2021, 9. november). *What Is Web3 and Why Are All the Crypto People Suddenly Talking About It?* Pridobljeno 25. maja 2023 s https://slate.com/technology/2021/11/web3-explained-crypto-nfts-bored-apes.html
146. Maras, M.-H. in Alexandrou, A. (2019). Determining authenticity of video evidence in the age of artificial intelligence and in the wake of Deepfake videos. *The International Journal of Evidence & Proof*, *23*(3), 255-262.
147. Marks, H. (2000, 12. maja 2023). *bubble.com* [objava na blogu]. Pridobljeno 18. februar s https://www.oaktreecapital.com/docs/default-source/memos/2000-01-02-bubble.pdf
148. Marlinspike, M. (2022, 7. januar). *My first impressions of web3* [objava na blogu]. Pridobljeno 30. maja 2023 s https://moxie.org/2022/01/07/web3-first-impressions.html
149. Massa, L., Tucci, C. L. in Afuah, A. (2017). A critical assessment of business model research. *Academy of Management annals*, *11*(1), 73-104.
150. Matsuoka, D., Lazzarin, E., Hackett, R. in Zinn, S. (2023). *2023 State of Crypto Report*. https://a16zcrypto.com/content/article/state-of-crypto-report-2023/
151. Mazzella, F., Sundararajan, A., d'Espous, V. B. in Möhlmann, M. (2016). How digital trust powers the sharing economy. *IESE Business Review*, *26*(5), 24-31.
152. McCullough, B. (2018, 4. december). *A revealing look at the dot-com bubble of 2000 — and how it shapes our lives today*. Pridobljeno 12. maja 2023 s https://ideas.ted.com/an-eye-opening-look-at-the-dot-com-bubble-of-2000-and-how-it-shapes-our-lives-today/
153. Mehar, M. I., Shier, C. L., Giambattista, A., Gong, E., Fletcher, G., Sanayhie, R., Kim, H. M. in Laskowski, M. (2019). Understanding a revolutionary and flawed grand experiment in blockchain: the DAO attack. *Journal of Cases on Information Technology (JCIT)*, *21*(1), 19-32.
154. MerriamWebster. (brez datuma). *Definition of protocol*. Pridobljeno 30. junija 2023 s https://www.merriam-webster.com/dictionary/protocol
155. Milionis, J., Moallemi, C. C., Roughgarden, T. in Zhang, A. L. (2022). Automated market making and loss-versus-rebalancing. *arXiv preprint arXiv:2208.06046*.
156. Mohan, V. (2022). Automated market makers and decentralized exchanges: a DeFi primer. *Financial Innovation*, *8*(1), 20.

157. Morkunas, V. J., Paschen, J. in Boon, E. (2019). How blockchain technologies impact your business model. *Business horizons*, *62*(3), 295-306.
158. Morris, D. Z. (2022, 16. marec). *Juno's Proposal 16 Vote Is a Watershed for Blockchain Governance – For Better or Worse*. Pridobljeno 30. maja 2023 s https://www.coindesk.com/layer2/2022/03/16/junos-proposal-16-vote-is-a-watershed-for-blockchain-governance-for-better-or-worse/
159. Munawa, F. (2023, 12. maj). *Among Bitcoin Developers, Debate Is Raging Over Whether to Censor Ordinals BRC-20s*. Pridobljeno 7. junija 2023 s https://www.coindesk.com/tech/2023/05/12/among-bitcoin-developers-debate-is-raging-over-whether-to-censor-ordinals-brc-20s/
160. Murray, A., Kim, D. in Combs, J. (2023). The promise of a decentralized internet: What is Web3 and how can firms prepare? *Business horizons*, *66*(2), 191-202.
161. Nagarajan, S. (2023, 22. februar). *Blur Pushes Second Airdrop To Keep NFT Traders Off OpenSea*. Pridobljeno 26. maja 2023 s https://blockworks.co/news/blur-nft-second-crypto-airdrop
162. Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf
163. Nakamoto, S. (2009, 11. februar). *Bitcoin open source implementation of P2P currency* [objava na blogu]. Pridobljeno 7. maja 2023 s http://p2pfoundation.ning.com/forum/topics/bitcoin-open-source
164. Natalia. (brez datuma). *Address screening*. Pridobljeno 31. maja 2023 s https://help.1inch.io/en/articles/6588963-address-screening
165. Natarajan, H., Krause, S. in Gradstein, H. (2017). Distributed ledger technology and blockchain.
166. Nazarov, D. (2019, 21. januar). *What comes after open source?* [objava na blogu]. Pridobljeno 21. februarja 2023 s https://denisnazarov.com/what-comes-after-open-source
167. Nijkerk, M. (2023, 1. marec). *Ethereum Says ERC-4337 Deployed, Tested, Beginning Era of Smart Accounts*. Pridobljeno 30. maja 2023 s https://www.coindesk.com/tech/2023/03/01/ethereum-activates-account-abstraction-touted-by-founder-buterin-as-key-advance/
168. O'Reilly, T. (2005, 1. oktober). *Web 2.0: Compact Definition?* [objava na blogu]. Pridobljeno 7. maja 2023 s http://radar.oreilly.com/2005/10/web-20-compact-definition.html
169. O'Reilly, T. in Battelle, J. (2009). *Web squared: Web 2.0 five years on*. O'Reilly Media, Inc.
170. Oliveira, L., Zavolokina, L., Bauer, I. in Schwabe, G. (2018). To token or not to token: Tools for understanding blockchain tokens. *ICIS*.
171. Osterwalder, A., in Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons.
172. Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G. in Smith, A. (2015). *Value proposition design: How to create products and services customers want*. John Wiley & Sons.

173. Osterwalder, A., Pigneur, Y. in Tucci, C. L. (2005). Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept. *Communications of the association for Information Systems*, *16*(1), 1.
174. Ovans, A. (2015, 23. januar). *What is a business model*. Pridobljeno 20. aprila 2023 s https://hbr.org/2015/01/what-is-a-business-model
175. Øverby, H. in Audestad, J. A. (2021). Multisided platforms: classification and analysis. *Systems*, *9*(4), 85.
176. Paul, K. (2021, 28. oktober). *Facebook announces name change to Meta in rebranding effort*. Pridobljeno 25. maja 2023 s https://www.theguardian.com/technology/2021/oct/28/facebook-name-change-rebrand-meta
177. Perens, B. (1999). The open source definition. *Open sources: voices from the open source revolution*, *1*, 171-188.
178. Perez, C. (2003). *Technological revolutions and financial capital: the dynamics of bubbles and golden ages* (Paperback izd.). Edward Elgar.
179. Peterson, M. (2022, 19. april). *Crypto Exchange Uniswap Hit With Class Action Lawsuit Alleging Wrongdoing*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://blockworks.co/news/crypto-exchange-uniswap-hit-with-class-action-lawsuit-alleging-wrongdoing
180. Phillips, P. C. in Yu, J. (2011). Dating the timeline of financial bubbles during the subprime crisis. *Quantitative Economics*, *2*(3), 455-491.
181. Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: principles and applications. In *Research handbook on digital transformations* (str. 225-253). Edward Elgar.
182. Politou, E., Casino, F., Alepis, E. in Patsakis, C. (2019). Blockchain mutability: Challenges and proposed solutions. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, *9*(4), 1972-1986.
183. Poon, J. in Dryja, T. (2016). *The bitcoin lightning network: Scalable off-chain instant payments*. https://static1.squarespace.com/static/6148a75532281820459770d1/t/61af971f7ee2b432f1733aee/1638897446181/lightning-network-paper.pdf
184. Porter, M. E., Michael in Gibbs, i. (2001). Strategy and the Internet.
185. Prewett, K. W., Prescott, G. L. in Phillips, K. (2020). Blockchain adoption is inevitable—Barriers and risks remain. *Journal of Corporate accounting & finance*, *31*(2), 21-28.
186. Puschmann, T. in Alt, R. (2016). Sharing economy. *Business & Information Systems Engineering*, *58*, 93-99.
187. Rayport, J. F. (1999). The truth about Internet business models. *Strategy and Business*, 5-7.
188. Reyburn, S. (2021, 25. marec). *JPG file sells for $69 million, as 'NFT mania'gathers pace*. Pridobljeno 15. maja 2023 s https://www.nytimes.com/2021/03/11/arts/design/nft-auction-christies-beeple.html

189. Robinson, D. (2022). *Web3 Landscape, Part I*. https://web3-startups.org/assets/lectures_slides/lecture2.pdf
190. Rogers, R. (2020). Deplatforming: Following extreme Internet celebrities to Telegram and alternative social media. *European Journal of Communication*, *35*(3), 213-229.
191. Ross, K. in Liu, B. (2023, 1. junij). *Uniswap Community Doesn't Pass Fee Switch Proposal*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://blockworks.co/news/uniswap-doesnt-pass-fee-switch
192. Rouviere, S. D. L. (2022, 4. maj). *Time-As-Platform: Ether's Phoenix & The Memorial Monument* [objava na blogu]. Pridobljeno 26. maja 2023 s https://blog.simondlr.com/posts/time-as-platform
193. Saeedy, A. (2023, 2. marec). *FTX Says $8.9 Billion in Customer Funds Are Missing*. Pridobljeno 30. maja 2023 s https://www.wsj.com/articles/ftx-says-8-9-billion-in-customer-funds-are-missing-c232f684
194. Safary [@Safaryclub]. (2023, 8. februar). *The market for web3 growth tools is HOT* Pridobljeno 2. julija 2023 s https://twitter.com/Safaryclub/status/1623343396361482245
195. Sandor, K. in Genç, E. (2022, 22. december). *The Fall of Terra: A Timeline of the Meteoric Rise and Crash of UST and LUNA*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://www.coindesk.com/learn/the-fall-of-terra-a-timeline-of-the-meteoric-rise-and-crash-of-ust-and-luna/
196. Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Currency.
197. Schwarz-Schilling, C., Neu, J., Monnot, B., Asgaonkar, A., Tas, E. N. in Tse, D. (2022). Three attacks on proof-of-stake ethereum. *Financial Cryptography and Data Security: 26th International Conference*, 560-576.
198. Shapiro, C., Varian, H. R. in Carl, S. (1999). *Information rules: A strategic guide to the network economy*. Harvard Business Press.
199. Sinclair, S. (2023, 3. maj). *Blur NFT Volumes Have Cooled Since Airdrop, But It's Still Number One*. Pridobljeno 26. maja 2023 s https://blockworks.co/news/blur-nft-volume-opensea
200. Singh, M. (2022, 13. oktober). *Uniswap Labs valued at $1.66 billion in $165 million new funding*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://techcrunch.com/2022/10/13/uniswap-labs-raises-165-million-in-new-funding/
201. Sornette, D. in Cauwels, P. (2014). Financial bubbles: mechanisms and diagnostics. *arXiv*.
202. Spieth, P., Schneckenberg, D. in Ricart, J. E. (2014). Business model innovation–state of the art and future challenges for the field. *R&d Management*, *44*(3), 237-247.
203. Stackpole, T. (2022, 10. maj). *What Is Web3?* Pridobljeno 25. maja 2023 s https://hbr.org/2022/05/what-is-web3
204. Statista. (2023). *U.S. internet company market cap 2023*. Pridobljeno 15. maja 2023 s https://www.statista.com/statistics/209331/largest-us-internet-companies-by-market-cap/

205. Stobierski, T. (2020, 12. november). *What Are Network Effects?* Pridobljeno 23. maja 2023 s https://online.hbs.edu/blog/post/what-are-network-effects
206. Streams, K. (2014, 10. september). *Twitter takes on third-party developers with strict new rules*. Pridobljeno 7. maja 2023 s https://www.theverge.com/2012/8/23/3263481/twitter-api-third-party-developers
207. Szabo, N. (1994). *Smart Contracts*. Pridobljeno 28. aprila 2023 s https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html
208. Täuscher, K. in Laudien, S. M. (2018). Understanding platform business models: A mixed methods study of marketplaces. *European Management Journal*, *36*(3), 319-329.
209. Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long range planning*, *43*(2-3), 172-194.
210. Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long range planning*, *51*(1), 40-49.
211. TokenTerminal. (brez datuma). *Uniswap Key Metrics*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://tokenterminal.com/terminal/projects/uniswap
212. Tönnissen, S., Beinke, J. H. in Teuteberg, F. (2020). Understanding token-based ecosystems–a taxonomy of blockchain-based business models of start-ups. *Electronic Markets*, *30*, 307-323.
213. Toubba, K. (2022, 22. december). *Security Incident December 2022 Update* [objava na blogu]. Pridobljeno 11. maja 2023 s https://blog.lastpass.com/2022/12/notice-of-recent-security-incident/
214. Uniswap. (2020a, 16. september). *Introducing UNI*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://uniswap.org/uni
215. Uniswap. (2020b, 23. marec). *Uniswap v2 Overview*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://uniswap.org/uniswap-v2
216. Uniswap. (2021, 23. marec). *Introducing Uniswap v3*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://uniswap.org/uniswap-v3
217. Uniswap. (2022, 21. junij). *Gm, NFT Frens - Uniswap Labs Has Acquired Genie*. https://uniswap.org/genie
218. Uniswap. (2023a, 30. avgust). *Create the Uniswap Foundation*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://app.uniswap.org/#/vote/2/24
219. Uniswap. (2023b, 13. april). *Uniswap Wallet is available now*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://uniswap.org/uniswap-mobile-wallet-release
220. Uniswap. (brez datuma-a). *API Overview*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://docs.uniswap.org//contracts/v2/reference/API/overview
221. Uniswap. (brez datuma-b). *Ecosystem*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://uniswap.org/ecosystem
222. Uniswap. (brez datuma-c). *Fees*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://docs.uniswap.org//concepts/protocol/fees

223. Uniswap. (brez datuma-d). *Governance*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://uniswap.org/governance
224. Uniswap. (brez datuma-e). *The Uniswap V3 SDK*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://docs.uniswap.org//sdk/v3/overview
225. Uniswap. (brez datuma-f). *V1 Overview*. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://docs.uniswap.org//contracts/v1/overview
226. UniswapFoundation. (brez datuma). *Uniswap Foundation*. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://www.uniswapfoundation.org/
227. UniswapLabsBlog. (2019, 11. februar). *A Short History of Uniswap* [objava na blogu]. Pridobljeno 1. junija 2023 s https://blog.uniswap.org/uniswap-history
228. UniswapLabsBlog. (2022, 11. april). *Uniswap Labs Ventures* [objava na blogu]. Pridobljeno 3. junija 2023 s https://blog.uniswap.org/ventures
229. Valeonti, F., Bikakis, A., Terras, M., Speed, C., Hudson-Smith, A. in Chalkias, K. (2021). Crypto collectibles, museum funding and OpenGLAM: challenges, opportunities and the potential of Non-Fungible Tokens (NFTs). *Applied Sciences*, *11*(21), 9931.
230. Varian, H. (2009, 21. junij). *Hal Varian on Combinatorial Innovation* [YouTube]. https://www.youtube.com/watch?v=hqaA-fgdXEE
231. VMware. (brez datuma). *What is a Virtual Machine?* Pridobljeno 2. julija 2023 s https://www.vmware.com/topics/glossary/content/virtual-machine.html
232. Vogelsteller, F. in Buterin, V. (2015, 19. november). *ERC-20: Token Standard*. Pridobljeno 20. junija 2023 s https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-20
233. Voshmgir, S. (2020). *Token economy: How the Web3 reinvents the internet* (2 izd.). Token Kitchen.
234. Voskobojnikov, A., Wiese, O., Mehrabi Koushki, M., Roth, V. in Beznosov, K. (2021). The U in crypto stands for usable: An empirical study of user experience with mobile cryptocurrency wallets. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-14.
235. Wahrstatter, A., Ernstberger, J., Yaish, A., Zhou, L., Qin, K., Tsuchiya, T., Steinhorst, S., Svetinovic, D., Christin, N., Barczentewicz, M. in Gervais, A. (2023). Blockchain Censorship. *arXiv*.
236. Walden, J. (2020a, 8. april). *Crypto's Business Model is Familiar. What Isn't is Who Benefits*. Pridobljeno 7. maja 2023 s https://a16zcrypto.com/content/article/crypto-business-model/
237. Walden, J. (2020b, 9. januar). *Progressive Decentralization: A Playbook for Building Crypto Applications*. Pridobljeno 30. maja 2023 s https://a16zcrypto.com/posts/article/progressive-decentralization-crypto-product-management/
238. Wang, Q., Li, R., Wang, Q. in Chen, S. (2021). Non-fungible token (NFT): Overview, evaluation, opportunities and challenges. *arXiv*.
239. Weber, S. (2005). *The success of open source*. Harvard University Press.

240. Wenger, A. (2016, 28. julij). *Crypto Tokens and the Coming Age of Protocol Innovation* [objava na blogu]. Pridobljeno 21. marca 2022 s https://continuations.com/post/148098927445/crypto-tokens-and-the-age-of-protocol-innovation
241. Westaway, K. (2023, 4. januar). *Structuring Web3 Funding Deals: Equity And A Pro Rata Percentage Of Insider Token Allocation*. Pridobljeno 20. maja 2023 s https://www.forbes.com/sites/kylewestaway/2023/01/04/structuring-web3-funding-deals-equity-and-a-pro-rata-percentage-of-insider-token-allocation/
242. Westerkamp, M., Victor, F. in Küpper, A. (2018). Blockchain-based supply chain traceability: Token recipes model manufacturing processes. *2018 IEEE international conference on internet of things (iThings) and IEEE green computing and communications (GreenCom) and IEEE cyber, physical and social computing (CPSCom) and IEEE smart data (SmartData)*, 1595-1602.
243. Wilson, F. (2006, 23. marec). *The Freemium Business Model* [objava na blogu]. Pridobljeno 7. oktobra 2022 s https://avc.com/2006/03/the_freemium_bu/
244. Wilson, F. (2019, 8. julij). *Business Model Innovation* [objava na blogu]. Pridobljeno 29. marca 2023 s https://avc.com/2019/07/business-model-innovation/
245. Wirtz, B. W., Pistoia, A., Ullrich, S. in Göttel, V. (2016). Business models: Origin, development and future research perspectives. *Long range planning*, *49*(1), 36-54.
246. Wirtz, B. W., Schilke, O. in Ullrich, S. (2010). Strategic development of business models: implications of the Web 2.0 for creating value on the internet. *Long range planning*, *43*(2-3), 272-290.
247. Yahya, A. (2020, 27. maj). *Ali Yahya: Crypto Business Models* [YouTube]. https://www.youtube.com/watch?v=AI1N6dY8vSQ
248. Yerushalmy, J. in Hern, A. (2023, 6. junij). *SEC crypto crackdown: US regulator sues Binance and Coinbase*. Pridobljeno 30. junija 2023 s https://www.theguardian.com/technology/2023/jun/06/sec-crypto-crackdown-us-regulator-sues-binance-and-coinbase
249. Young, A. (2022, 13. oktober). *Unpacking Web3 Social* [objava na blogu]. Pridobljeno 28. maja 2023 s https://medium.com/collab-currency/unpacking-web3-social-ce2ae84e170d
250. Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X. in Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International journal of web and grid services*, *14*(4), 352-375.
251. Zhou, Q., Huang, H., Zheng, Z. in Bian, J. (2020). Solutions to scalability of blockchain: A survey. *Ieee Access*, *8*, 16440-16455.
252. Zhu, F. (2019). Friends or foes? Examining platform owners' entry into complementors' spaces. *Journal of Economics & Management Strategy*, *28*(1), 23-28.
253. Zott, C. in Amit, R. (2008). The fit between product market strategy and business model: Implications for firm performance. *Strategic management journal*, *29*(1), 1-26.
254. Zott, C. in Amit, R. (2013). The business model: A theoretically anchored robust construct for strategic analysis. *Strategic organization*, *11*(4), 403-411.

255. Zott, C., Amit, R. in Massa, L. (2011). The business model: recent developments and future research. *Journal of management*, *37*(4), 1019-1042.
256. Zutshi, A., Grilo, A. in Nodehi, T. (2021). The value proposition of blockchain technologies and its impact on digital platforms. *Computers & Industrial Engineering*, *155*, 107187.