

# Web 3 vs Web 2: Konceptualne in tehnološke razlike

Muhamed Turkanović, Vid Keršič, Martina Šestak

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko,  
Maribor, Slovenija  
muhamed.turkanovic@um.si, vid.kersic@um.si, martina.sestak@um.si

Članek se osredotoča na konceptualne in tehnološke razlike med razvojem dveh paradigem spletnega razvoja Web 2 in Web 3. Web 2 prevladuje, vendar prinaša Web 3 inovacije kot decentralizacijo, uporabo pametnih pogodb, nezamenljive žetone itn. Predstavljene so tudi ključni trendi Web 3, kot so decentralizirane identitete in metaverzum. Za namen primerjave Web 2 in Web 3, smo le to izvedli na primeru razvoja in uporabe spletne platforme za zbiranje daril. Predstavili smo tudi izzive Web 3, ki vključujejo skalabilnost in uporabniško izkušnjo, pri čemer se pojavljajo nove rešitve za boljšo usklajenost s tradicionalnimi standardi in koncepti. Kljub izzivom Web 3 prinaša le ta nove priložnosti in dviguje ozaveščenost o spremembah v spletnem razvoju.

## Ključne besede:

decentralizacija

web 3.0

metaverzum

tehnologija veriženja blokov

arhitektura

## 1 Uvod

Prispevek raziskuje in predstavlja konceptualne in tehnološke razlike med Web 3 in Web 2 – dve različni paradigmi spletnega razvoja. Web 2, ki ga poznamo že vrsto let in prevladuje še danes ter Web 3, ki predstavlja nov val inovacij, ki temeljijo na transparentnosti, uporabniškemu nadzoru in kot ključno na **decentralizaciji**. Web 2 je zaznamovala centralizacija podatkov in moči, kjer velike platforme kot so Google, Facebook in Amazon vladajo nad spletnim okoljem, pri čemer smo se uporabniki podredili njihovim pravilom in omejitvam. Web 3 izhaja iz tehnologij, kot so verige blokov (ang. blockchain), pametne pogodbe in porazdeljeni ter decentralizirani sistemi za shranjevanje podatkov in datotek. Te omogočajo uporabnikom večjo nadzor nad svojimi podatki in transakcijami ter posledično tudi večjo varnost, zasebnost in avtonomijo. Prav tako se danes Web 2 usmerja predvsem v oblačne platforme in številne spletne storitve, medtem ko Web 3 spodbuja nove modele delovanja in poslovanja, kot so uporaba decentraliziranih aplikacij (DApps), ki so praviloma brezstrežniške, uporaba pametnih pogodb namesto poslovne logike, ki deluje na strežnikih, podpora kripto valutam in drugim kripto žetonom namesto uporabe obstoječih (centraliziranih) mehanizmov plačevanja, itn. Prispevek se bo tudi ozrl na povezljivost Web 3 s področjem metaverzuma (ang. metaverse).

V prispevku bomo podrobno predstavili koncept Web 3, vključno z vsemi ključnimi tehnologijami, ki pomagajo danes definirati omenjeno področje. Predstavili bomo tudi različne koncepte, ki jih Web 3 na novo definira, kot npr. uporaba decentraliziranih ali samoupravljenih identitet (ang. decentralized or self-sovereign identity), uporaba digitalnih denarnic kot osnove za nadzor in sodelovanje v svetovnem spletu, upravljanje in trgovanje z digitalnimi dobrinami (npr. nezamenljivi žetoni). Raziskali bomo, zakaj in kako je Web 3 povezan s področjem metaverzuma. Podrobneje bomo prikazali arhitekturo aplikacije Web 3 in to primerjali z konceptualno ekvivalentno rešitvijo, ki temelji na Web 2.

V zaključku se osredotočamo na izzive, s katerimi se sooča Web 3 pri prehodu od koncepta do množične uporabe. Čeprav Web 3 prinaša številne prednosti, obstajajo tudi ovire, kot so skalabilnost, uporabniška izkušnja in sprejemanje s strani tradicionalnih institucij. Prav tako pa izvedemo kratko diskusijo o tem, ali je Web 3 resnično korak naprej v evoluciji spleta, ali zgolj nov koncept, ki ga spremljajo nove tehnologije in pristopi, ki jih bomo uporabljali ob bok klasičnemu spletu. Prispevek je pomemben za razumevanje razlik med Web 2 in Web 3 ter za ozaveščanje o novih priložnostih in izzivih, ki jih prinaša razvoj spletnih tehnologij.

## 2 Splet

Zavedajoč se splošnega razumevanja evolucije spleta, na kratko predstavimo dejstva o Web 2.0. Ta predstavlja prelomnico v razvoju spletnih tehnologij, ki je prinesla interaktivno in dinamično izkušnjo na spletu. Razvijajoč se v drugi polovici 2000-ih let, nadgradi prejšnjo statično in enosmerno naravo spletnih strani, ki so pred tem ponujale le vsebine, brez aktivnega sodelovanja uporabnikov. Koncept Web 2.0 je prinesel celoten spekter sprememb, od tehničnih do vsebinskih, in bistveno vplival na način, kako ljudje komunicirajo, delijo vsebine in uporabljajo spletne storitve.

Ena ključnih značilnosti Web 2.0 je vključevanje uporabnikov v proces ustvarjanja in deljenja vsebin, kjer uporabniki niso več pasivni opazovalci, temveč aktivni udeleženci. To je privedlo do vzpona socialnih medijev in drugih oblik delovanja in udejstvovanja na spletu, kot je e-poslovanje ter do vzpona vsem znanih velikih IT korporacij (npr. Facebook in Amazon). Prav tako med pomembne značilnosti omenjamo realno-časovno komunikacijo, izmenjavo vsebine in sodelovanje.

Med tehnološke spremembe velja posebej izpostaviti tiste, ki so povezane s tehnološkimi koncepti, kot so **računalništvo v oblaku**, **masovni podatki** (ang. Big Data) ter danes še posebej pomembo **umetno inteligenco**.

Kljub svojim pozitivnim inovacijam ima Web 2.0 tudi svoje omejitve, kot so centralizacija moči, vprašanja glede varstva in lastništva podatkov in omejitve uporabniškega nadzora. Ena največjih slabosti Web 2.0 je ravno centralizacija moči v rokah nekaj velikih korporacij. Web 2.0 je pogosto prinesel omejitve glede uporabniškega nadzora nad lastnimi podatki in vsebinami. Uporabniki pogosto morajo sprejeti pogoje uporabe, ki jim odrekajo popoln nadzor nad tem, kar delijo in ustvarjajo na platformah. S tem se zmanjšuje njihova avtonomija in svoboda, kar lahko vodi v težave z zasebnostjo in varnostjo podatkov. Web 2.0 platforme imajo pogosto možnost, da omejijo ali cenzurirajo vsebine, ki so na njih objavljene. Čeprav je v določenih primerih to lahko upravičeno za preprečevanje širjenja nezakonitih vsebin ali sovražnega govora, lahko to tudi pomeni omejevanje svobode izražanja in raznolikosti mnenj na spletu.

### 3 Web 3

Če Web 1.0 označujemo kot splet samo za branje, Web 2.0 kot Splet branja in pisanja, se Web 3.0 označuje kot **Splet branja, pisanja in lastninjenja**. Poglavitna ideja za konceptom Web 3 je izpolnitev prvotnega obljubljenega potenciala interneta kot odprtega, transparentnega in varnega sistema računalniških omrežij, ki bi v ospredju združeval uporabnike.

Zaradi fokusa in omejitev v prispevku predvidevamo osnovno razumevanje določenih že splošno znanih Web 3 konceptov in tehnologij. Glavna lastnost na katerih temelji Web 3 in je osnova za vse ostalo je **decentralizacija**. Le ta IT skupnosti ni tuja, vendar je šele z razcvetom tehnologije veriženja blokov (ang. blockchain - TVB) resnično pridobila na pomenu. TVB v osnovi gradi na odprtih, javnih omrežij verig blokov, ki združuje številna vozlišča, pri čemer nima nihče popolnega nadzora nad omrežjem. Omrežje namenskih vozlišč na porazdeljeni osnovi hrani zgodovino vseh transakcij in hkrati na decentraliziran način omogoča dogovor za zapis novega skupka potrjenih transakcij (t. i. blok). Na ta način se definira najnovejši stanovitven (ang. stateful) skupek transakcij za katero se vsi udeleženi strinjajo, da so legitimne in skladne z dosedanja zgodovino in trenutnim stanjem. Sicer obstaja tudi več vrst omrežij verig blokov, kot so tiste zaprtega tipa (ang. permissioned), vendar le te niso v ospredju Web 3, četudi se veliko uporabljajo. Prav tako je Web 3 neodvisen od tipa decentralizirane platforme, saj TVB ni edina možna rešitev. Obstajajo tudi druge vrste tehnologij porazdeljenih knjig (ang. Distributed Ledger Technology - DLT), ki so lahko v uporabi.

Z dopolnitvijo TVB s **pametnimi pogodbami** se razcvet Web 3 šele začne, saj ponudijo le te poljudno programljivo poslovno logiko, ki je tudi nujno potrebna za nove bogate primere uporabe. S pojavom pametnih pogodb govorimo tudi o TVB 2.0, saj je prejšnja različica TVB 1.0 bila omejena zgolj na podporo kripto valutam kot nove oblike digitalne vrednosti. Pametne pogodbe pa v osnovi ponudijo možnost za razširjanje koncepta **tokenizacije**, saj si lahko kdor koli ustvari svoje namenske **kripto žetone**, ki so se prav tako razvijali od enostavnih zamenljivih (ERC-20) do nezamenljivih (ERC-721, ang. non-fungible token - NFT) in še naprej [1]. Te so privedle do porasta različnih poslovnih primerov uporabe, s tem pa omogočijo lastno plačilno sredstvo, ki je neodvisno od trenutnih centraliziranih rešitev. NFT in podobne nestandardizirane oblike nezamenljivih žetonov postanejo skoraj vseobsežna komponenta vsake Web 3 rešitve. Nezamenljivi so iz razloga, ker je vsak ustvarjen žeton unikatni in se ga ne da enačiti ali zamenjati z drugim, kar jim omogoči, da postanejo medij za hranjenje različnih novih oblik digitalnih umetnin ali drugih vrednosti. Novi primeri uporabe hkrati privedejo do potrebe po namenskih aplikacijah, ki končnim uporabnikom omogočajo interakcijo s TVB in pametnimi pogodbami ter posledično z vsemi možnimi kripto žetoni. Takšne namenske aplikacije so se hitro poimenovali **decentralizirane aplikacije** (DApp) in so postale osrednji del Web 3. Zaradi omejitev, povezane predvsem s hrambo podatkov, so Web 3 rešitve hitro začele uporabljati dodatno komponento, ki jim omogoča neomejen shrambo, pri čemer pa tudi ta sledi konceptom decentralizacije. To so predvsem **sistemi porazdeljenega shranjevanja datotek** (ang. Distributed File Storage System), kot je npr. IPFS.

Da bi vse skupaj delovalo po principih Web 3 in da bi le ta deloval brezhibno pa morajo končni uporabniki biti tisti, ki bodo resnično nadzirali svoje podatke in digitalne vrednosti, kar se že od povojev TVB rešuje z uporabo namenskih **digitalnih denarnic** (DD). Podatki in včasih tudi digitalne vrednosti so sicer lahko hranjenje na kakšnih javno dostopnih TVB, vendar so zgolj njihovi lastniki tisti, ki lahko z njimi upravljajo. Z uporabo DD si končni uporabniki ustvarijo lastne digitalne profile, ki jih nadzirajo s pomočjo kriptografskih osnov tj., s parom kriptografskih ključev, temelječih na asimetrični kriptografiji. Vsaka sprememba stanja se digitalno podpiše, kar uporabniki počnejo z uporabo DD in svojih zasebnih ključev. DD v veliki večini omogočajo interakcijo z decentraliziranimi aplikacijami. Obstaja široka paleta vrst in oblik DD, ki jih pa ne bomo posebej predstavljali [2].

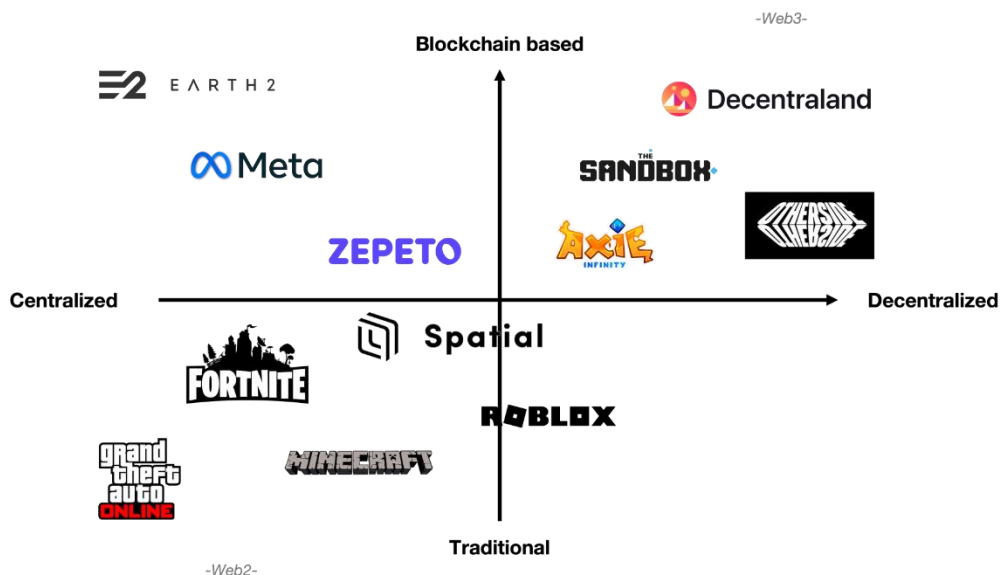
### 3.1 Trendi

Razen kriptografskih žetonov, tistih zamenljivih ali nezamenljivih, ki že sedaj poganjajo različne sisteme tokenizacije in druge primere uporabe, je Web 3 zajel še številne druge trende, ki jih bomo nekatere na kratko predstavili. Skupno vsem trendom je predvsem podpora lastnosti decentralizacije.

#### 3.1.1 Metaverzum

Upoštevajoč popularnost igre Fortnite in njene podpore zbirateljstvu igralnih pripomočkov, kakor tudi funkcionalnosti digitalnih kriptografskih žetonov, ki so se že uporabljali tudi kot nov način za podporo zabavi, tudi v obliki spletnih iger (npr. Cryptokitties), se je pojavila ideja o ustvarjanju novega navideznega sveta, ki bi sledil prvotnim idejam metaverzuma, kot sta bila The Palace in Second Life [3]. Tako je leta 2017 prišlo do ustanovitve t. i. Decentraland, ki predstavlja, na platformi Ethereum temelječ metaverzum. Decentraland se lahko smatra tudi kot **decentralizirana aplikacija** – Dapp. Metaverzum se kaže kot naslednji korak v razvoju digitalnih okolij, kjer se realnost in navideznost zlivata v enoten, interaktivni prostor. Metaverzum, kot ga poznamo danes, predstavlja ambiciozno vizijo povezave med fizičnim in digitalnim svetom. Platforme, kot sta Decentraland, Roblox, Meta idr. odpirajo vrata k virtualnim izkušnjam, kjer se lahko ljudje srečujejo, sodelujejo v dejavnostih ter ustvarjajo vsebino.

Danes se metaverzum smatra kot enoten navidezni svet, ki ga predvsem upravlja Facebook (Slika 1). To je predvsem posledica močne oglaševalske kampanje, ki jo vodi, sedaj že imenovano podjetje Meta.



Slika 1: Vrste metaverzumov glede na obliko zagotavljanja lastnosti decentralizacije.

Metaverzum kot tak definira navidezni prostor, ki je sicer 3D oblike in uporabnikom omogoča osnovne funkcionalnosti ustvarjanja lastnega avatarja, komunikacije z drugimi avatarji, prostega sprehoda po navideznem svetu itn. Metaverzum se kot trend izrazi predvsem zaradi naprednih naprav, ki podpirajo obogateno in navidezno resničnost (ang. augmented and virtual realizty - AR/VR), ki je predvsem v fokusu centraliziranih platform, kot je tista od Mete.

Ravno decentralizacija je ponovo osrednji del, kjer se danes različni metasetovi med seboj razlikujejo, pri čemer se tudi **velikokrat metaverzum enači kar s konceptom Web 3**. Slednje je verjetno posledica samega naziva Web 3, ki bi naj napovedoval novo obdobje Spleta in idejo o tem, da se bomo v prihodnosti v splet "potopili" (ang. immerse) ter dejstva, da so se številni koncepti Web 3 prida uporabili v novejših zasnovah metaverzuma, kot je tokenizacija produktov znotraj metaverzuma. V resnici se Web 3 konceptualno loči od metasetov, saj uporaba principov Web 3 v določenem metaverzumu privede zgolj do takšnega sveta, ki bo deloval po principih decentralizacije. Uporaba TVB v metaverzumu omogoča enostavno in varno lastništvo digitalnih produktov ali sredstev v obliki digitalnih kriptografskih žetonov, ki so vezani na uporabnikov decentralizirano identiteto, kot je v primeru Decentralanda na platformo Ethereum. Tako lahko uporabnik med uporabo platforme Decentraland kupi zemljišče, si zgradi objekt (npr. hišo), ga oprepi s pohištvom ter kupi svojemu avatarju posebne superge, pri čemer so zemljišče, objekt, pohištvo in superge vsak za sebe nezamenljiv žeton NFT, ki si ga uporabnik v celoti varno in transparentno lasti in ga lahko kadar koli proda naprej [4]. Podobne koncepte najdemo tudi v centraliziranih platformah, kot so Meta ali Earth2, pri čemer pa je razlika ta, da so digitalni produkti, ki jih uporabniki kupijo vezani na njihov profil pri omenjeni platformi, plačani s klasičnimi sredstvi procesiranja finančnih transakcij in velikokrat tudi zaklenjeni v uporabo zgolj pod okriljem lastnika platforme. Posledično je tudi prodaja digitalnih produktov omejena pod okrilje ene platforme, v razliko od tistih iz Decentralanda, ki se lahko prodajajo in izmenjujejo na ločenih decentraliziranih digitalnih tržnicah za nezamenljive žetoni (npr. OpenSea).

Prav tako se metaverzum lahko opre na koncepte **decentralizirane avtonomne organizacije** (ang. decentralized autonomous organizations - DAO), ki omogočajo skupnostno upravljanje in odločanje, kar krepi demokratično naravo virtualnega prostora. Skozi to povezavo se obetajo nove možnosti za ustvarjanje poslovnih modelov, vključno s prodajo in trgovino z digitalnimi sredstvi v metaverzumu ter zaslužkom prek sodelovanja v skupnostih. Ključnega pomena je torej zagotavljanje varnosti, zasebnosti in uporabniškega nadzora, ki jih prinaša Web 3, da bodo uporabniki lahko brezskrbno izkoriščali potencial metaverzuma.

### 3.1.2 **Decentralizirane in samoupravljanje identitete**

Želja po decentralizaciji je hitro privedla do novih področij, ki bi naj imele koristi od novih tehnoloških paradigem. Tako je področje digitalnih identitet postalo naslednje v vrsti, saj je TVB že ponujala delno rešitev. Za uporabo TVB si uporabniki **sami ustvarijo** namenske račune, ki postanejo njihove **decentralizirane identitete**. Slednji naziv izhaja iz dejstva, da je zgolj uporabnik tisti, ki ima nadzor nad svojim zasebnih parom kriptografskih ključev, ki hkrati tudi postane del njegovega javnega digitalnega profila (v sklopu TVB se imenuje *naslov*), v razliko od centraliziranih digitalnih identitet, kjer za uporabnika profil ustvari, ga nadzira in omogoča določena tretja entiteta (npr. Facebook).

Decentralizirane identitete predstavljajo paradigmo, kjer imajo posamezniki popoln nadzor nad svojimi osebnimi podatki in digitalno identiteto. Namesto da bi se zanašali na osrednje organizacije za shranjevanje in preverjanje identitet, se decentralizirane identitete opirajo na TVB, pametne pogodbe in kriptografijo, kar omogoča uporabnikom, da sami upravljajo svoje podatke in izbirajo, s kom jih delijo.

Pomembna nadgradnja decentraliziranih identitet so modeli **samoupravljanjih identitet** (ang. self-sovereign identity - SSI), ki razen upravljanja digitalnih profilov, vpeljejo obogaten koncept upravljanja z identitetnimi podatki in s tem povezanimi identifikatorji, brez interakcije z zunanjimi entitetami [5]. SSI prinaša revolucionarno spremembo na področje upravljanja identitet in omogoča uporabnikom, da prevzamejo aktivno vlogo pri upravljanju svojih identitetnih podatkov ter zmanjšajo potrebo po tradicionalnih centraliziranih mehanizmih, kot so ustvarjanje računov pri različnih ponudnikih storitev ali uporabo ponudnikov digitalnih identitet (ang. identity provider - IDP). V okviru modela SSI je vsak uporabnik sam odgovoren za ustvarjanje, hranjenje, varovanje in drugo upravljanje svoje digitalne identitete. Slednje izvaja s pomočjo namenskih digitalnih denarnic [6]. Osnova modela so t. i. **decentralizirani identifikatorji** (ang. decentralized identifier – DID), ki so upravljani na podlagi para asimetričnih kriptografskih ključev, kjer je zasebni ključ orodje za nadzor identitete, javni pa osnova za generiranje identifikatorja. SSI model vpeljuje tri ključne akterje, ki igrajo bistveno vlogo pri izvajanju

identifikacijskih procesov: **izdajatelja identitetnih atributov** (ang. Issuer), **imetnika identitete** (ang. Identity Holder) ter **preveritelj** oz. ponudnik storitev (ang. Verifier) [5]. Ti akterji sodelujejo v procesu izdajanja, preverjanja in upravljanja identitetnih podatkov na način, ki omogoča visoko stopnjo varnosti in zaupanja. Imetnik identitete (Identity Holder) je odgovoren za pridobivanje, shranjevanje, upravljanje in deljenje svojih identitetnih podatkov s preveritelji. Imetnik identitete lahko v različnih kontekstih deluje v različnih vlogah glede na zahteve in potrebe, kar omogoča prilagodljivost sistema. Izdajatelj identitetnih atributov ima ključno vlogo pri potrjevanju določenih atributov imetnika identitete. S pomočjo digitalnega podpisa izda **preverljivo poverilnico** (ang. verifiable credential – VC), ki vsebuje enega ali več atributov imetnika identitete. Ti atributi oz. trditve se nanašajo na različne vidike imetnikove identitete in so osnova za nadaljnje preverjanje in uporabo storitev. Preveritelj je entiteta, ki zahteva dokazilo o identiteti imetnika in izvaja preverjanje podatkov. S pomočjo tehnologij, kot so DID, VC ter TVB, se vzpostavi zaupanje med entitetami. Proces preverjanja tako ne zahteva vedno sodelovanja izdajatelja poverilnic, saj so vzpostavljene mehanizmi za preverjanje in verifikacijo na osnovi decentraliziranih tehnologij.

SSI ima potencial, da preoblikuje način, kako uporabniki komunicirajo in poslušajo na spletu. Povečanje varnosti, zasebnosti in enostavnosti preverjanja identitete lahko vodi do večje zaupanja med uporabniki in storitvenimi ponudniki. To pa lahko spodbudi razvoj novih poslovnih modelov, ki temeljijo na zaupanju, ter odpre vrata k inovacijam, ki še naprej preoblikujejo digitalni svet. Predstavljeni koncepti SSI, četudi temeljijo na decentralizaciji, so vzbudili širše zanimanje, kjer lahko kot primer izpostavimo eIDAS 2.0 (elektronska identifikacija in storitve zaupanja (angl. Electronic Identification and Trust Services)), ki ga uvaja Evropske unija z namenom podpore elektronskem poslovanju na enotnem notranjem trgu EU. Ta je za novo različico eIDAS (2.0) kot zahtevo vpeljala določene funkcionalnosti, ki izvirajo ravno iz modela SSI [6].

### 3.2 Rešitve

Zaradi boljšega razumevanja koncepta Web 3 bomo navedli nekaj primerov popularnih rešitev. Ena izmed teh je tudi metaverzum platforma Decentraland, ki smo jo na kratko predstavili nekoliko prej. Rešitve lahko grupiramo glede na koncept, ki ga zasleduje, in sicer so to lahko spletne igre (npr. Axie Infinity ali Cryptokitties), industrija umetnosti, socialna omrežja (npr. Sola), podporne storitve ali orodja (npr. Storj ali DEIP), decentralizirane finance (DeFi) (npr. Cashaa) itn.

**Storj** je decentralizirana platforma za shranjevanje podatkov, ki temelji na TVB in je povezana s konceptom Web 3. Njen namen je ponuditi varno, zasebno in robustno rešitev za shranjevanje podatkov, ki temelji na decentralizaciji in uporablja neizkoriščen prostor na računalnikih posameznikov po vsem svetu. Namesto da bi podatke shranjevali na centraliziranem strežniku, Storj omogoča, da se datoteke razdrobijo, šifrirajo in nato shranijo na mrežo različnih računalnikov, imenovanih "farmerji". To pomeni, da je naša datoteka razpršena po več lokacijah, kar izboljšuje varnost in odpornost proti napadom. Storj uporablja lasten kripto žeton, imenovan "STORJ", za spodbujanje sodelovanja in omogočanje plačil med uporabniki, ki oddajajo svoj prostor na disku (farmerji), ter tistimi, ki potrebujejo prostor za shranjevanje svojih podatkov. To ustvarja poslovni model, ki spodbuja deljenje prostora in vzdrževanje omrežja.

**Helium** se osredotoča na vzpostavitev decentraliziranega omrežja za internet stvari (IoT). Glavni cilj Heliuma je omogočiti napravam, kot so senzorji in naprave za sledenje, komuniciranje prek brezžične tehnologije in omogočiti zbiranje ter prenos podatkov na učinkovit in zanesljiv način. Helium uporablja algoritem Proof of Coverage, ki temelji na prisotnosti in dosegu naprav. Upravljavci naprav, imenovani "hotspoti", dokazujejo, da so dejansko pokrivali določeno območje, kar omogoča vzpostavitev zanesljivega omrežja brez potrebe po tradicionalni infrastrukturi. Helium omrežje uporablja lasten kripto žeton, imenovan "HNT" (Helium Network Token). Hotspoti prejemajo HNT kot nagrado za zagotavljanje pokritosti in prenašanje podatkov v omrežju. Tako se spodbuja sodelovanje in rast omrežja.

**Brave** je spletni brskalnik, ki se osredotoča na izboljšanje varnosti, zasebnosti in uporabniške izkušnje pri brskanju po spletu. Razvija ga podjetje Brave Software in temelji na odprtokodnem projektu Chromium, kar pomeni, da deli osnovo z Google Chrome brskalnikom. Najbolj znana funkcija brskalnika je vgrajeno blokiranje oglasov in

sledilcev, ki preprečuje, da bi spletne strani sledile vašemu obnašanju na spletu in vas ciljale z oglasi. Hkrati ponuja brskalnik tudi možnost nagrad za ogled oglasov, pri čemer uporabniki prejmejo kripto žeton BAT (ang. Basic Attention Token) kot nagrado za svojo pozornost na oglaševalske vsebine.

**Cashaa** je finančna platforma, ki omogoča mednarodne denarne prenose, izmenjavo valut ter dostop do kripto valut. Platforma temelji na TVB ter si prizadeva za boljše povezovanje tradicionalnega finančnega sistema s svetom kripto valut in decentraliziranimi tehnologijami oz. decentraliziranih financ (DeFi).

**DEIP** (Decentralized Intellectual Property) je platforma za upravljanje intelektualne lastnine, ki temelji na TVB. DEIP si prizadeva za decentralizacijo, transparentnost in učinkovitost v procesih povezanih z intelektualno lastnino, kot so patentiranje, avtorske pravice, znanstvene raziskave in podobno. DEIP uporablja TVB za varno shranjevanje in sledenje informacij o intelektualni lastnini. To zagotavlja transparentnost in neizbrisljivost zapisov. Pametne pogodbe omogočajo avtomatizacijo in avtomatsko izvajanje pravic intelektualne lastnine. Na primer, avtor lahko določi, kako želi, da se uporabljajo njegova dela, in ta pravila se nato samodejno izvajajo. DEIP omogoča tudi tokenizacijo intelektualne lastnine, kar pomeni, da se pravice do dela lahko predstavijo kot digitalni kripto žetoni. To olajša trgovanje in izmenjavo intelektualne lastnine.

**Axie Infinity** je igralna platforma, ki temelji na TVB in se osredotoča na zbirateljsko igranje in trženje digitalnih bitij, imenovanih "Axies". Axie Infinity je ena izmed prvih in najbolj znanih iger, ki v celoti izkorišča koncepte Web 3, vključno z uporabo kripto valut, pametnih pogodb in decentralizacije. Axies so digitalna bitja, ki jih igralci zbira, izboljšuje in uporablja v bojih proti drugim igralcem. Vsak Axie je edinstven in ga lahko lastnik trži, vzreja in uporablja za sodelovanje v različnih igralnih načinih. Igra ima lastno tržnico, kjer lahko igralci kupujejo, prodajajo in trgujejo z Axies ter drugimi digitalnimi sredstvi. Tržnica deluje s pomočjo pametnih pogodb, kar omogoča avtomatizacijo transakcij in zagotavlja varnost.

**OpenSea** je ena izmed največjih in najbolj znanih platform za trgovanje z digitalnimi sredstvi, kot so kripto umetniška dela, kolekcionarski predmeti in drugi digitalni NFT-ji. OpenSea omogoča uporabnikom nakup, prodajo in trgovanje z NFT-ji. Uporabniki lahko iščejo in preglejujejo različne digitalne predmete ter sodelujejo v dražbah. OpenSea podpira številne različne standarde NFT-jev, kar omogoča trgovanje z NFT-ji, ustvarjenimi na različnih platformah TVB, kot so Ethereum, Polygon, Solana in drugi.

## 4 Primerjava Web 2 in Web 3

V tem poglavju podrobneje predstavimo primerjavo med Web 2 in Web 3 in sicer glede na uporabniški vidik ali vidik razvijalcev spletnih aplikacij. Kot osnovo za primerjavo uporabimo idejo za spletno aplikacijo, ki omogoča uporabnikom, da si ustvarijo svojo kampanjo za zbiranje priložnostnih daril. Primer je lahko namišljena oseba *Bojan*, ki praznuje rojstni dan in si ustvari kampanjo na spletni platformi imenovani *GiftCollector*, kjer povabi prijatelje, da mu namesto darila izpolnijo spletno čestitko in nakažejo denarna sredstva.

### 4.1 Web 2

Začeli bomo z vsem znano varianto, tj. klasičen Web 2.0, pri čemer zaradi lažje primerjave predstavimo prvo uporabniški vidik ter šele nato razvijalčev vidik.

#### 4.1.1 Uporabniški vidik

Predpogoj za uspešno izvedbo vseh uporabniških vidikov je ta, da so tako Bojan kot njegovi prijatelji informacijsko pismeni (tj., večji uporabe brskalnika in spletnih strani, kakor tudi elektronskega poslovanja) ter da imajo dovoljšna denarna sredstva in možnosti porabe teh na spletu (npr. PayPal račun).

Če se fokusiramo na Web 2 pristop, sledimo miselnemu procesu, kateremu lahko zaradi splošne prakse, hitro sledimo. Bojan s svojim priljubljenim brskalnikom obišče klasično spletno stran *GiftCollector.com*, kjer si ustvari profil, pri čemer mu GiftCollector ponudimo možnost enotnega vpisa (ang. Single-Sign-On – SSO) na osnovi

Google ali Facebook računa. Bojan izbere svoj Google račun kot osnovo za nov profil na GiftCollector-ju. Po registraciji in vpisu, Bojan izbere ustvarjanje nove kampanje, kjer GiftCollector od njega zahteva vnos določenih podatkov in izbiro ponujenih možnosti. Bojan vnese ime kampanje, njen opis in namen, doda svojo sliko, definira čas trajanja kampanje in izpolni še druge informacije, kot je npr. da dovoli prijateljem ustvarjanje čestitke ali prenos izbrane čestitke na platformo, kjer si jo bo lahko po koncu kampanje ogledal. Hkrati Bojan označi, da želi zbirati zgolj denarna sredstva v valuti EUR in ponudi svoj TRR ali številko kartice kot osnovno na katero se naj zbrana sredstva po koncu kampanje nakažejo. Z ustvarjenjem kampanje se strinja, da bo GiftCollector-ju plačal 10 EUR, ki jih poravnava s kreditno kartico VISA, pri čemer mu je GiftCollector ponudil tudi druge plačilne možnosti, kot je PayPal ali nakazilo na njihov TRR. Med kampanjo lahko Bojan med obiskom GiftCollectorja sledi stanju zbranih sredstev in si ogleda prispele čestitke. Kampanjo lahko tudi predčasno prekine. Po koncu kampanje dobi s strani GiftCollectorja elektronsko sporočilo z informacijami in hkrati kak dan za tem tudi nakazan ves izkupiček denarnih sredstev na svoj TRR.

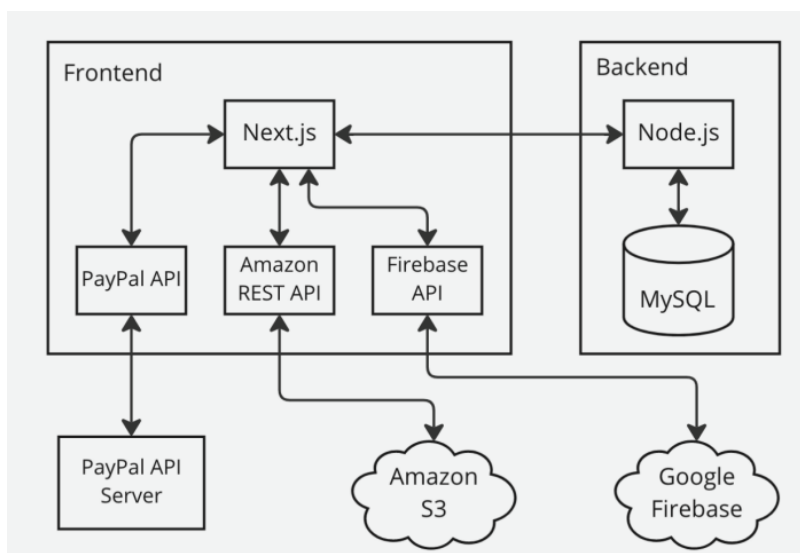
Bojanovi prijatelji lahko na podlagi URL naslova, ki jim ga je delil Bojan prav tako obiščejo pripravljeno kampanjsko spletno stran, kjer bodo videli vse potrebne informacije in lahko v kampanji tudi sodelovali. Prijatelji imajo možnost Bojanu pustiti tekstovno sporočilo ali prenesti datoteko slikovnega formata ter izpolniti količino sredstev v EUR, ki so mu pripravljene podariti za rojstni dan. Registracija na GiftCollectorju za prijatelje ni potrebna, saj lahko vnesejo samo svoje ime ali vzdevek. Po izpolnjevanju vseh nujnih podatkov jih GiftCollector preusmeri na storitev spletnega plačevanja, kjer prijatelji izberejo način prenosa sredstev (npr. PayPal), izpolnijo vse potrebne podatke in zaključijo s pošiljanjem daril.

#### **4.1.2 Razvijalčev vidik**

Implementacija GiftCollectorja kot spletne platforme je seveda lahko zelo raznolika glede na naše preference, ki bi jih kot načrtovalci imeli. Za namen poenostavljanja primerjave bomo predstavili samo eno od možnih oblik implementacije, ki ni nujno tudi najboljša, najučinkovitejša ali najbolj poceni.

Zaradi kompleksnosti poslovne logike smo izbrali klasičen način, kjer imamo spletno aplikacijo z obličjem (ang. frontend), zaledjem (ang. backend), podatkovno bazo in hrambo podatkov. Izbrali smo si ponudnika oblračnih storitev AWS, kjer bomo gostili ves naš zaledni del. Za namen razvoja obličja uporabimo Next.js in druge podporne knjižnice. Za zaledje izberemo Node.js (lahko tudi Express.js), kjer si definiramo vso potrebno poslovno logiko. Za podatkovno bazo uporabimo MySQL. Hkrati smo primorani uporabiti tudi druge podporne storitve in ogrodja, kot je PayPal API in Stripe za zagotavljanje podpore plačevanja storitev, Amazon API za S3 za namen hranjenja različnih datotek, ki jih uporabniki prenašajo znotraj kampanje, Firebase API za namen pošiljanja elektronskih sporočil in podpora overjanja in avtorizacije na osnovi OAuth 2.0. Poenostavljen prikaz systemske arhitekture je prikazan na sliki 2.





Slika 2: Sistemska arhitektura spletne aplikacije GiftCollector po principu Web 2.0

Vir: [7].

## 4.2 Web 3

Nadaljujemo s predstavitvijo zasnove GiftCollectorja po principih Web 3.0. Zaradi lažje primerjave tokrat prvo predstavimo razvijalčev vidik in šele nato uporabnikov.

### 4.2.1 Razvijalčev vidik

Enako kot je implementacija GiftCollectorja po klasičnih principih Web 2.0 lahko raznolika, je implementacija po principih Web 3.0 lahko prav tako. Za namen poenostavljanja primerjave bomo predstavili samo eno od možnih oblik implementacije po Web 3.0.

Ker želimo, da je GiftCollector načrtovan in implementiran po principih Web 3.0, bomo stremeli k temu, da bo čim več njenih komponent temeljilo na lastnosti **decentralizacije**. Slednje zahteva od nas, da se znebimo centraliziranih komponent, ki bi jih mi lastili in upravljali kot razvijalci ali kdo od ponudnikov storitev, ki bi jih sami izbrali. Posledično ne moremo imeti (ključne) zaledne poslovne logike nekje na našem strežniku, četudi uporabljamo kakšno oblačno rešitev. Kljub temu je rešitev na dlani, saj poslovno logiko za Web 3.0 v večini primerov dodamo v **pametne pogodbe**. Slednje spišemo v programskem jeziku Solidity, pri čemer se fokusiramo na dejstvo, da bodo le te omogočale hrambo sredstev v domorodnih kripto valutah. Slednja je odvisna od izbrane platforme verig blokov. V našem primeru izberemo **javno platformo verig blokov Ethereum**, ki je tudi najbolj popularna platforma, ki podpira pametne pogodbe [8]. S tem omogočimo tudi, da bodo naše pametne pogodbe lahko hranile zelo popularno kripto valuto Ether (ETH). Ključna poslovna logika pametne pogodbe je torej ta, da za čas kampanje hrani nakazane ETH s strani prijateljev, pri čemer po koncu kampanje zbrana sredstva samodejno nakaže iniciatorju kampanje. Da ta del deluje moramo seveda v pametnih pogodbah temu primerno beležiti decentralizirane identitete uporabnikov oz. njihove naslove TVB. Del poslovne logike je tudi to, da se kampanja začne samo takrat, ko iniciator le te pošlje transakcijo s katero plača zahtevana sredstva (tj., vrednost 10 EUR v ETH). Po razvoju pametnih pogodb jih primerno prevedemo (ang. compile) ter prenesemo v omrežje Ethereum, pri čemer si s tem tudi zagotovimo lastništvo nad le to in pridobimo **naslove** pametnih pogodb ter njihove zlogovne vmesnike (ang. application binary interface – ABI). Naslovi nam služijo kot javne končne točke (ang. endpoint) preko katerih bomo lahko z našo (decentralizirano) spletno aplikacijo integrirali z našo poslovno logiko.

Kot razvijalci moramo tudi poskrbeti za podporo čestitkam, ki jih lahko prijatelji iniciatorja kampanje ustvarijo in ob denarnem darilu ustvarijo/prenesejo. Datotek ali vsebine večje velikosti ni smiselno hraniti v pametnih pogodbah na verigah blokov, saj bi bili stroški s tem za uporabnike preveliki. Ker ne moremo izbrati centraliziranih

strežnikov za hranjenje datotek, se odločimo za uporabo **decentraliziranega in porazdeljenega sistema za hranjenje datotek** IPFS. Uporabimo javno različico omrežja IPFS, ki prav tako kot Ethereum predstavlja javno omrežje, ki ne zahteva dovoljenja za pridruževanje (ang. permissionless). S tem si zagotovimo, da GiftCollector na decentraliziran način hrani različne vrste datotek. Po prenosu datotek na IPFS, uredimo hranjenje reference na lokacijo le te v pametni pogodbi.

Sedaj, ko smo si zagotovili ključno zaledno poslovno logiko, ki sicer sedja ni v zaledju, moramo še poskrbeti za oblični del. Podobno kot v primeru Web 2.0, bomo tudi tokrat razvili spletno aplikacijo, ki se pa zaradi svojih specifičnih lastnosti in funkcionalnosti poimenuje kar **decentralizirana aplikacija** (Dapp). Kot ogrodje za razvoj uporabimo Next.js, pri čemer pa kot ključno komponento vključimo še knjižnico **web3.js** ali **ethers.js**. Slednje nam pomaga, da lahko komuniciramo z omrežjem verig blokov in našo pametno pogodbo, kakor tudi z uporabniki Dapp-a in njihovimi **digitalnimi denarnicami** (DD). Da komunikacija med Dapp in pametnimi pogodbami deluje, moramo v konfiguracijo Dapp-a dodati naslove in ABI naših pametnih pogodb. Podobno bi v primeru Web 2 storili, če bi se želeli povezati s poslovno logiko in metodami, ki so hranjene nekje v oblaku ali strežniku. Web3.js ali ethers.js poskrbita za velik del funkcionalnosti, in sicer tudi za podporo komunikacije med uporabnikovimi DD in Dapp-om. Sedaj, ko se izogibamo zaledju, je seveda večji fokus na funkcionalnosti obličnega dela. Tako je potrebno Dapp povezati tudi z omrežjem IPFS, kjer bomo lahko na le to shranjevali ali prevzemali različne datoteke.

Kot razvijalci nam ni potrebno skrbeti za podporo plačilnim storitvam, saj bodo le te temeljile na prenosu kripto valut ETH od uporabnikov do pametnih pogodb, pri čemer je vsa potrebna funkcionalnost že urejena s strani uporabnikovih DD in podpornih knjižnic web3 ali ethers. Prav tako nam ni potrebno podpirati posebnih mehanizmov overjanja in avtorizacije, saj bomo le to prepustili uporabnikovim DD, ki predstavljajo njihovo decentralizirano identiteto in orodje s katerim se overijo. Ponovo je vsa potrebna logika že podprta s strani DD in knjižnic web3 in ethers, pri čemer se sami zgolj sklicujemo na posamezne podprte funkcije.

Ko smo z implementacijo Dapp zaključili nam še ostane namestitev le te. Največkrat izbrana možnost je ta, da se Dapp naloži na strežnik primeren za gostovanje spletnih aplikacij. Ta je lahko naš lasten ali v oblaku. Slednje je seveda kontradiktorno osnovnim načelom Web 3, kjer bi naj vse bilo decentralizirano, vendar je to trenutno najprimernejša možnost. Druga možnost bi bila, da se celoten Dapp z vsemi svojimi razvijalskimi datotekami naloži na omrežje, kot je IPFS ali Ceramic, kar bi zagotovili popolno decentraliziranost naše rešitve. Žal je ta možnost uporabniško neprijazna zaradi počasnosti delovanja omenjenih omrežij, kar pa je posledica konceptov po katerih delujejo (tj., porazdeljenost in decentralizacija). Kljub nadomestni rešitvi, ki je največkrat uporabljena, lahko še zmeraj govorimo o Dapp in Web 3 rešitvi, saj se večina ključne poslovne logike odvija na decentraliziran način oz. na strani DD in odjemalčevi strani, tj. brez zaledja.

Poenostavljen prikaz systemske arhitekture Web 3.0 je prikazan na sliki 3.

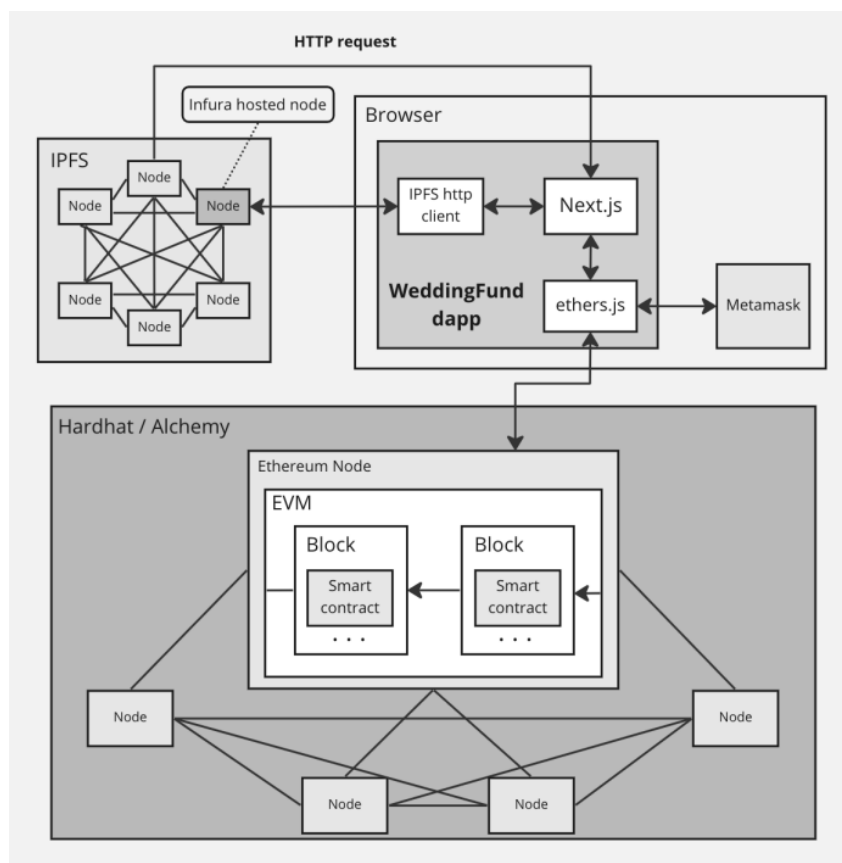
#### **4.2.2 Uporabniški vidik**

V razliko od procesa, ki sledi pristopu Web 2.0, je slednje uporabnikovega vidika, ki temelji na pristopu Web 3.0 kompleksnejše. Slednje velja predvsem za uporabnike, ki niso seznanjeni s koncepti in terminologijo povezano s TVB oz. niso večji orodij, ki so s tem povezana. Vsekakor morajo vsi biti informacijsko pismeni (tj., večji uporabe brskalnika in brskanja po spletu). Prav tako je predpogoj ta, da si vsi v svoj priljubljen brskalnik morajo namestiti namensko digitalno denarnico (DD), kot je npr. Metamask in si pridobiti določeno količino kripto valute ETH. Z nameščanjem DD si hkrati zagotovijo svojo decentralizirano identiteto, ki je v tem primeru povezana z njihovim naslovom TVB, ki ga nadzirajo z zasebnim ključem oz. DD.

Ko se Bojan odloči ustvariti kampanjo s svojim priljubljenim brskalnikom obišče spletno stran *GiftCollector.com*, ki je sedaj Dapp. Dapp se samodejno poskuša povezati z njegovo DD in mu to na podlagi pojavnega okna omogoči tudi nadzirati. Ko Bojan s svojo DD sprejme povezavo z GitCollector Dapp-om, je enako kot bi se uspešno vpisal v klasično spletno aplikacijo. Bojan ustvari novo kampanjo na način, da izpolni vse zahtevane informacije, kot so ime kampanje, namen, trajanje itn. Ni mu potrebno vnašati svojega TRR, saj Dapp že ima njegov Ethereum naslov

na katerega bo po koncu kampanje GiftCollector (pametna pogodba) nakazal zbrana sredstva. Ko želi Bojan kampanjo inicializirati, mora le to potrditi z elektronskim podpisovanjem transakcije. Dapp pripravi transakcijo in jo ponudi Bojanu v podpis, pri čemer se mu le to pojavi kot pojavno okno DD, kjer transakcijo poljubno sprejme ali zavrne. Ob podpisu transakcije se je Bojan tudi strinjal in nakazal potrebnih ETH za 10 EUR, kolikor je strošek storitve. S podpisom transakcije je Bojan uspešno inicializiral svojo kampanjo. Med kampanjo lahko Bojan med obiskom GiftCollectorja sledi stanju zbranih sredstev in si ogleda prispele čestitke. V razliko od Web 2 pristopa, lahko Bojan spremlja stanje kampanje tudi javno na pregledovalniku transakcij verig blokov, kot je etherscan. Kampanjo lahko tudi predčasno prekine, vendar bo moral to potrditi s podpisom transakcije, ki se proži s pomočjo DD. Po koncu kampanje dobi Bojan s strani GiftCollectorja nakazan ves izkupiček denarnih sredstev na svoj Ethereum naslov.

Enako kot v prejšnjem primeru bodo Bojanovi prijatelji lahko na podlagi URL naslova, ki jim ga deli Bojan obiskali pripravljeno kampanjsko spletno stran, ki je v tem primeru Dapp. Enako kot v prejšnji različici, imajo prijatelji možnost Bojanu pustiti tekstovno sporočilo ali prenesti datoteko slikovnega formata ter izpolniti količino sredstev v ETH, ki so mu pripravljene podariti za rojstni dan. Prav tako se prijatelji na GiftCollectorju ne rabijo registrirati, saj lahko vnesejo samo svoje ime ali vzdevek. Po izpolnjevanju vseh nujnih podatkov jim GiftCollector Dapp ponudi v podpisovanje transakcijo, ki jo prijatelji potrdijo s svojo DD in s tem zaključijo pošiljanje daril.



Slika 3: Sistemska arhitektura spletne aplikacije GiftCollector po principu Web 3.0

Vir: [7].

### 4.3 Konceptualna primerjava

Kot je razvidno iz opisne primerjave med Web 2 in Web 3 obstajajo tako razlike za razvijalce kot za uporabnike, pri čemer je za ene manj druge morda več, kar pa je seveda subjektivne narave in odvisno od posameznikov. Vsekakor predstavlja pristop Web 3 premik v novo smer in vpeljuje dodatne nove koncepte, kakor tudi nova orodja in postopke. Glede na dosedanja spoznanja predstavljamo v tabeli 1 nekaj ključnih konceptualnih primerjav med obema konceptoma.

## 5 Izzivi Web 3

Kot je že na kratko omenjeno v tabeli 1, obstajajo trenutno še številni izzivi, ki so povezani s konceptom Web 3 in preprečujejo splošno in masovno sprejetje le tega. V nadaljevanju na kratko predstavimo nekaj ključnih izzivov.

Med prvimi izzivi Web 3 so vsekakor tisti, kateri so povezani s TVB, in sicer **razširljivost** ali skalabilnost. TVB temelji na številnih psevdonimnih uporabnikih, ki gostijo vozlišča verig blokov in s tem ponujajo svoje računalniške vire za zagotavljanje delovanja celotnega omrežja. S tem predvsem zagotovijo varnost omrežja, saj se podatki podvojeno hranijo na vseh vozliščih in tako preprečijo eno točko odpovedi. Takšen sistem pa ima številna ozka grla, ki rezultirajo v dejstvo, da se transakcije počasi izvršijo in da so stroški z vzdrževanjem sistema vedno večji. Obstajajo mehanizmi, ki lahko ozka grla odstranijo, vendar jih takšnih, ki ne bi vsaj rahlo vplivala na lastnost decentralizacije. Tako najdemo že danes določene verige blokov, ki so hitrejše od drugih, vendar je njihov nivo zagotavljanje ključne lastnosti Web 3, korenito nižji od prvotnih omrežij [8].

S TVB je povezan tudi izziv **stroškov**, saj se v primeru Web 3 aplikacij stanovitne transakcije morajo digitalno podpisati in plačati. To je vsekakor izziv za končne uporabnike, ki niso navajeni, da so za uporabo spletnih portalov primorani za vsako transakcijo sami plačevati, četudi zgolj nekaj centov. Določene Web 3 rešitve rešujejo izziv na način, da sami prevzamejo tvorjenje in podpisovanje ter plačevanje transakcij, kar pa seveda prenese stroške na njih in hkrati vpliva na varnost in lastnost decentralizacije. V veliki večini primerov se za takšne rešitev zahteva uporaba zalednih sistemov, ki se jih v osnovi želimo znebiti. Prav tako takšne rešitve vpeljujejo avtomatizirano potrjevanje transakcij, kar pa zahteva dostop do zasebnega ključa, ki nadzira digitalna sredstva itn.

Povezano s prejšnjima izzivoma je vsekakor **uporabniška (ne)prijaznost** rešitev Web 3. Kot je predstavljeno v poglavju o primerjavi in v uporabniškem vidiku Web 3, morajo uporabniki Web 3 rešitev uporabljati namenske DD, si naložiti primerne kriptovalute in hkrati vsako stanovitno akcijo na spletnih portalih potrjevati oz. digitalno podpisovati. Številni koraki so že narejeni v smeri zagotavljanja večje uporabniške prijaznosti, vendar hitro pridemo do ključne trileme med varnostjo, učinkovitostjo in uporabniško prijaznostjo. Določeni snovalci Web 3 rešitev so šli korak »naprej« oz. »nazaj« k Web 2 principom, saj so omogočili samodejno potrjevanje transakcij in podobno, kar pa seveda vpliva na varnost in lastnost decentralizacije, zaradi katere se je Web 3 dejansko pojavil kot nov koncept.

Glede na prejšnji predstavljen izziv, pa imamo po drugi strani člane skupnosti snovalcev in razvijalcev Web 3 rešitev, ki pa želijo doseči še višje nivoje zagotavljanja lastnosti decentralizacije in tako snujejo nove pristope, ogrodje in orodja, ki to dosežajo. S tem povezan je tudi izziv, kako in če sploh lahko dosežemo **popolno decentralizacijo**. Kot smo videli na primeru Dapp, ki je ponavadi gostovana na centralizirano upravljanih spletnih strežnikih in bi se lahko tudi gostila na IPFS ali podobnih omrežjih, vendar bi bila učinkovitost le te zelo nizka. Podobni izzivi so tudi na nivoju upravljanja s kriptografskimi nezamenljivimi žetoni NFT, ki bi naj hranili vse svoje komponente, podatke in metapodatke decentralizirano, vendar je tak pristop težko dosegljiv in neučinkovit. Tako najdemo številne NFT-je, kjer opažamo, da so določeni njihovi viri (npr. unikatna slika NFT-ja) hranjeni na centralizirano upravljanem strežniku in bi se lahko le ti kadar koli »ugasnili« in tako pustili lastnike NFT-ja brez dejanskega vira vsebine. Podobni izzivi z zagotavljanjem popolne decentralizacije so tudi na nivoju decentraliziranih in samoupravljanih identitet idr., vendar jih zaradi fokusa članka ne bomo posebej izpostavljali.

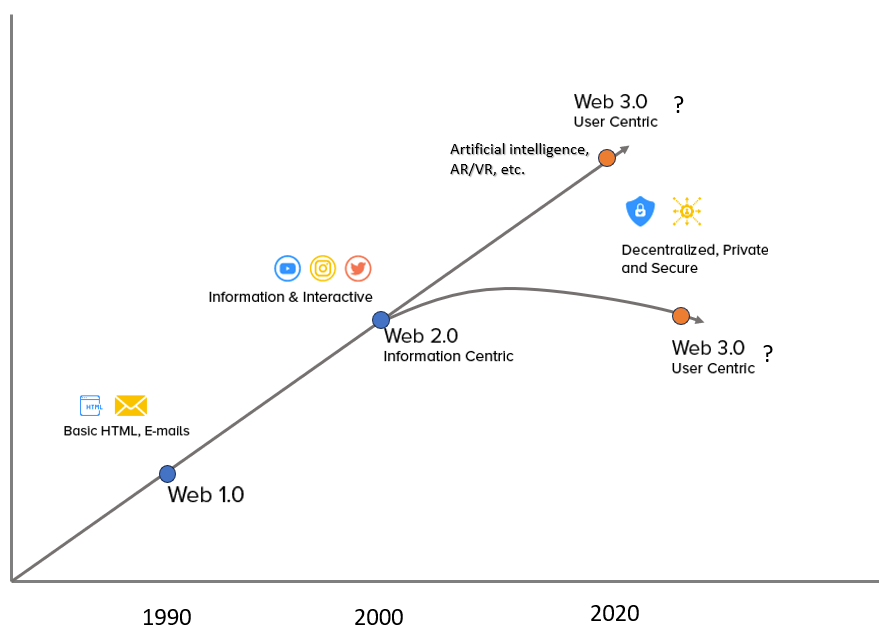
Tabela 1: Konceptualna primerjava med Web 2 in Web 3.

Kriterij / Lastnost	Web 2.0	Web 3.0
Fokus in prednost	Interaktivnost in komunikacija, uporabniška prijaznost, dinamična vsebina, deljenje informacij, realno-časovna obdelava, pametne in mobilne naprave.	Decentralizacija, lastninjenje in nadzor nad podatki, transparentnost, psevdonimnost, in necenzuriranost oz. nespremenljivost ter podpora novim načinom elektronskega poslovanja.
Upravljanje	Centralizirane entitete, kot so banke, vlade, ali korporacije nadzirajo delovanje, storitve in podatke.	Modeli upravljanja skupnosti (npr. DAO), kjer se lahko vsak pridruži in vsi lahko prispevajo k odločanju glede upravljanja.
Ključne in specifične tehnologije	Računalništvo v oblaku, spletne storitve, aplikacijski vmesniki.	TVB, pametne pogodbe, Dapp, NFT, IPFS, namenske DD.
Varnost in zasebnost	Korporacije sledijo uporabnikom in izkoriščajo njihove podatke za profiliranje, pri čemer so ponekod zakoni, ki to do neke mere preprečujejo. Varnost je bolj ali manj prepuščena ponudnikom storitev.	Varnost je urejena zgolj s tehnologijo in kriptografskimi elementi ter je bolj ali manj v rokah končnih uporabnikov.
Digitalne identitete	V veliki meri psevdonimne in centralizirane pri manjšem številu korporacij, s podporo federativnim modelom izkoriščanja digitalne identitete.	Decentralizirane digitalne identitete, ki jih uporabniki nadzirajo sami, pri čemer je identiteta po-uporabna skozi večino Web 3 prostora.
Stanje podatkov	Nadzor nad podatki na strani lastnikov spletnih portalov in platform. Lokacija podatkov je centralizirano upravljana, četudi porazdeljena oblakna infrastruktura. Čeprav so podatki varno hranjeni se iz vidika centraliziranega upravljanja lahko smatrajo tudi kot nestanovitni.	Nadzor nad podatki na strani lastnikov le teh in vseh vzdrževalcev porazdeljenih in decentraliziranih omrežij. Lokacija podatkov je porazdeljena med vsa vozlišča. Zaradi številne replikacije so podatki na javnih omrežjih resnično stanovitni.
Podpora e-poslovanju	Uveljavljene in učinkovite plačilne storitve in plačilni prehodi (ang. gateway) na osnovi centraliziranih finančnih struktur, kjer se nudi podpora kreditnim karticam in številnim fiat valutam. Stroški so večji in obstajajo možnosti omejevanja transakcij s strani različnih finančnih ali državnih organov.	Kripto valute in žetoni, ki niso nadzirani skozi uveljavljene centralizirane finančne strukture. Stroški so lahko manjši, vendar je učinkovitost iz vidika hitrosti trenutno slabša. Obstaja možnost ustvarjanja poljubnih kripto žetonov in drugih mehanizmov, kot so NFT.
Slabosti	Varnost, saj temelji le ta na nekaj centralizirano vodenih strežnikih (oblakih), s čimer se ustvarjajo enojne točke odpovedi. Zasebnost, saj lahko korporacije izkoriščajo podatke svojih uporabnikov, da jih profilirajo ali pa le te prodajo naprej. Korporacije ali vlade lahko uporabnike blokirajo ali drugače cenzurirajo.	Kompleksnost s strani tehnične zasnove, kakor tudi uporabniške prijaznosti, s čimer se omejuje masovno sprejemanje novih konceptov in tehnologij. Zahteva po več računalniških virih. Trenutno še omejena zmožnost skalabilnosti. Težave z regulacijo, ki odvrtačajo številne poslovne uporabnike. Varnost je prepuščena končnim uporabnikom, ki lahko hitreje izgubijo svoja sredstva ali podatke in so pri tem nepovratno oškodovani.

Med pomembne izzive štejemo tudi vpliv transparentnosti, preverljivosti in nespremenljivosti TVB na **zasebnost** uporabniških podatkov. Prej omenjene lastnosti onemogočajo uporabnikom možnost izbrisa podatkov v trenutku, ko so enkrat le ti potrjeno shranjeni na javni verigi blokov. To seveda vpliva na zmožnosti zagotavljanja pravice do pozabe, ki je pravica končnih uporabnikov glede na Splošno uredbo o varstvu osebnih podatkov (ang. General Data Protection Regulation – GDPR). Kljub temu je Web 3 skupnost naučila delovati s to pomanjkljivostjo TVB na način, da so se našli drugi mehanizmi za shranjevanje osebnih in drugih podatkov [9]. Posledica teh rešitev pa je ponovno prispevanje k uporabniški neprijaznosti, slabši učinkovitosti in nepopolnemu zagotavljanju lastnosti decentralizacije.

## 6 Diskusija

Glede na kompleksnost nastalega področja Web 3 je težko predstaviti vse podrobnosti le tega. Prav tako je, zaradi novosti tehnologij na katerih temelji, še veliko stvari nedorečenih in neraziskanih. Sproti se pojavljajo in nastajajo novi trendi (glej poglavje 3.1) in s tem povezani koncepti, ogrodja in orodja, pri čemer pa še zmeraj nimamo enotne definicije, kaj Web 3 dejansko je. Dejstvo je, da je termin Web 3 leta 2014 vsekakor prvi skoval in uporabil soustanovitelj platforme verig blokov Etheruma, Gavin Wood, pri čemer je le to povezoval s koncepti, ki smo jih predstavljali v članku [10]. Obstajajo pa določeni avtorji, ki Web 3 definirajo kot novo obdobje spleta, katerega ključni del je umetna inteligenca in strojno učenje. Prav tako smo že v članku omenjali, da se Web 3 zmotno enači s pojmom metaverzum. Tako se postavlja ključno vprašanje, kaj Web 3 dejansko predstavlja? Ali je to v resnici novo obdobje spleta, ki bo skoraj v celoti nadomestilo trenutne načine delovanja, enako kot smo bili priča prehodu med Web 1 in Web 2, ali pa bo to zgolj ena nova in dodatna oblika spleta, kateri se bomo lahko po želji pridružili, med tem ko bomo še naprej delovali po pristopih Web 2, ki bo zelo verjetno še obogaten s funkcionalnostmi umetne inteligence, strojnega učenja in obogatene in/ali navidezne resničnosti (Slika 4). Že sedaj vemo, da se Web 3 še nekaj časa ne bo dokončno definiral, saj se že sedaj kažejo dodatni novi trendi, ki bodo to področje obogatili. Prav tako pa lahko potrdimo, da Web 3 ni več zgolj obliče TVB, ni nujno zgolj aplikacija povezana s kripto valutami in/ali kripto žetoni (npr. NFT), temveč je lahko širok spekter spletnih rešitev, ki pa stremijo k vsaj delnemu zagotavljanju lastnosti decentralizacije.



Slika 4: Razvoj spleta in vprašanje ali je Web 3 dejansko nova različica ali samo dodatna.

## 7 Zaključek

V prispevku smo podrobno raziskali in primerjali koncepta Web 2 in Web 3, paradigmi spletnega razvoja, ki predstavljata dve različni viziji spletnega okolja. Web 2, že dolgo prevladujoča paradigma, se osredotoča na centralizirane platforme, ki imajo nadzor nad podatki in uporabniškimi izkušnjami. Nasproti temu stoji Web 3, nov val inovacij, ki temelji na decentralizaciji, transparentnosti in uporabniškem nadzoru.

V članku smo predstavili ključne koncepte in tehnologije Web 3, kot so tehnologija veriženja blokov (TVB), decentralizirane identitete, pametne pogodbe in metaverzum. Poudarili smo tudi izzive, s katerimi se sooča Web 3 pri prehodu od koncepta do množične uporabe. Te vključujejo skalabilnost TVB, uporabniško prijaznost, stroške

transakcij in vprašanja zasebnosti ter varstva podatkov. Kljub tem oviram, je Web 3 prinesel veliko novih priložnosti, ki omogočajo uporabnikom večji nadzor, transparentnost in možnost sodelovanja v digitalnem svetu.

Razumevanje razlik med Web 2 in Web 3 je ključno za prihodnji razvoj spletnih tehnologij ter za ozaveščanje o novih priložnostih in izzivih, ki jih prinaša decentralizacija, transparentnost in uporabniški nadzor. Web 3 je vznemirljiv korak naprej, ki lahko preoblikuje način, kako razmišljamo in delujemo na spletu, ter nas popelje v novo dobo digitalne inovacije.

## Literatura

- [1] DI ANGELO Monika, SALZER Gernot, »Tokens, Types, and Standards: Identification and Utilization in Ethereum«, 2020 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPS), Oxford, UK, 2020, str. 1-10, doi: 10.1109/DAPPS49028.2020.00001.
- [2] PODGORELEC Blaž, ALBER Lukas, ZEFFERER Thomas. »What is a (Digital) Identity Wallet? A Systematic Literature Review«, IEEE 46th Annual Computers, Software, and Applications Conference, 27 June –1 July 2022 Virtual Event : proceedings. Danvers: IEEE, cop. 2022. str. 809-818. ISBN 978-1-6654-8810-5. DOI: 10.1109/COMPSAC54236.2022.00131.
- [3] WANG Yuntao, idr., »A Survey on Metaverse: Fundamentals, Security, and Privacy«, IEEE Communications Surveys & Tutorials, letnik 25, številka. 1, str. 319-352, Firstquarter 2023, doi: 10.1109/COMST.2022.3202047.
- [4] ŠUPUK Abdurrahman. »Razvoj z NFT podprto Metaverse igro JumpSquad« : diplomsko delo, 2022, spletni vir <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=83370>.
- [5] ČUČKO Špela, TURKANOVIĆ Muhamed, »Decentralized and self-sovereign identity: systematic mapping study«, IEEE access, 4 Oktober 2021, letnik 9, str. 139009-139027, DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3117588.
- [6] ČUČKO Špela, TURKANOVIĆ Muhamed, »Umestitev digitalnih (EU) denarnic v ekosistem sodobnih IKT rešitev«, OTS 2022 : sodobne informacijske tehnologije in storitve : zbornik petindvajsete konference, Maribor, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, 2022, str. 24-41.
- [7] ZAVRATNIK Jaka, »Analysis of the principles of the development of Web3 solutions« : master's thesis, 2022, <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=83517>.
- [8] CONNORS Collin, SARKAR Dilip, »Survey of prominent blockchain development platforms«, Journal of Network and Computer Applications, letnik 216, 2023, ISSN 1084-8045, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2023.103650>.
- [9] TURKANOVIĆ Muhamed, KEŽMAH Boštjan, PODGORELEC Blaž, KAMIŠALIĆ LATIFIĆ Aida, HERIČKO Marjana, HERIČKO Marjan, »Method and device for the storing, inspection control and retrieval of data from a permanently immutable, distributed and decentralized storage«, European Patent Specification EP 3 742 318 B1, 2021-03-17. Munich: European Patent Office, 2021.
- [10] EDELMAN Gilad, »The Father of Web3 Wants You to Trust Less«, Wired, ISSN 1059-1028, 2021, URL: <https://www.wired.com/story/web3-gavin-wood-interview>, obiskano 10. 6. 2023.

