

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**TRANSFORMACIJA OSKRBOVALNE VERIGE S POMOČJO
TEHNOLOGIJE VERIŽENJA BLOKOV**

Ljubljana, september, 2022

NINO MARČETIĆ

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Nino Marčetić, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtor predloženega dela z naslovom Transformacija oskrbovalne verige s pomočjo tehnologije veriženja blokov, pripravljene v sodelovanju s svetovalcem red. prof. dr. Alešem Groznikom

IZJAVLJAM

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 plagiatstvo – 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 plagiatstvo 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.

V Ljubljani, dne _____

Podpis študenta: _____

KAZALO

UVOD	1
1 TEHNOLOGIJA VERIŽENJA BLOKOV	5
1.1 Analiza arhitekture sistema in strukture kode.....	6
1.1.1 Vozlišča	7
1.1.2 Veriga, blok, transakcije in identifikatorji	7
1.1.3 Verifikacija, ustvarjanje in rudarjenje	9
1.1.4 Dokaz dela in dokaz z vložkom.....	10
1.1.5 Vpliv na okolje	10
1.1.6 Pametne pogodbe.....	11
1.2 Transparentnost, sledljivost in neoporečnost	11
1.3 Pogoji in kriteriji	12
2 DIGITALNA TRANSFORMACIJA OSKRBOVALNE VERIGE	12
2.1 Klasični informacijski sistemi za upravljanje oskrbovalne verige	13
2.2 Primerjava klasičnih informacijskih sistemov s sistemi veriženja blokov	13
2.3 Transparentnost, sledljivost in neoporečnost podatkov v oskrbovalni verigi v klasičnem informacijskem sistemu	15
2.4 Pogoji in kriteriji	15
3 IMPLEMENTACIJA TEHNOLOGIJE VERIŽENJA BLOKOV V OSKRBOVALNO VERIGO	15
3.1 Implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo v praksi	15
3.1.1 Primer 1: Maersk - IBM	16
3.1.2 Primer 2: Provenance.....	17
3.1.3 Primer 3: Alibaba.....	17
3.1.4 Primer 4: Lockheed Martin.....	17
3.1.5 Primer 5: Chronicled.....	17
3.1.6 Primer 6: Modum.....	18
3.1.7 Primer 7: Everledger.....	18
3.1.8 Primer 8: Walmart – IBM z mesom	18
3.1.9 Primer 9: Gemalto.....	19
3.1.10 Primer 10: Intel in Sawtooth.....	19

3.1.11 Primer 11: Bext360	19
3.2 Korporacije in zagonska podjetja	19
3.3 Pogoji in kriteriji.....	20
4 PRIMER WALMART – IBM Z LISTNATO ZELENJAVO	22
4.1 Ozadje Walmart.....	22
4.1.1 Walmart v številkah.....	22
4.1.2 Poslovni model	23
4.2 Walmartova strategija najnižjih cen.....	24
4.3 Distribucija	24
4.4 Dobavitelji.....	25
4.5 Ozadje IBM	25
4.5.1 Raziskovalni inštitut za tehnologijo veriženja blokov	26
4.5.2 Digitalna identiteta	26
4.6 HyperLedger	27
4.7 Varnost živil v oskrbovalni verigi.....	27
4.8 Transakcijski stroški	28
4.9 Pogoji in kriteriji.....	28
5 PRIMER ORIGINTRAIL – PERUTNINA PTUJ	29
5.1 Analiza protokola in sistema OriginTrail.....	30
5.1.1 Izzivi oskrbovalne verige z vidika OriginTrail	30
5.1.2 OriginTrail – protokol za oskrbovalne verige na veriženih blokih	32
5.1.3 Preverjanje konsenza v OriginTrail.....	33
5.1.4 Decentralizirana mreža OriginTrail.....	35
5.1.5 Shema poti podatkov	36
5.1.6 Ekonomija žetonov sledilcev (angl. trace token)	37
5.2 OriginTrail in Perutnina Ptuj.....	39
5.3 Kritika sistema Perutnine Ptuj	43
5.4 Pogoji in kriteriji.....	43
6 UGOTOVITVE	44
SKLEP.....	47
LITERATURA IN VIRI.....	49
PRILOGE	53

KAZALO TABEL

Tabela 1: Tabela izboljšav, vloge veriženja blokov, mehanizmov in kriterijev	21
Tabela 2: Tabela področij izboljšav, ki tvorijo seznam kriterijev, ki opredeljujejo, ali bi se trgovskim oziroma proizvajalnim podjetjem implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo splačala (prvi del)	45
Tabela 3: Tabela področij izboljšav, ki tvorijo seznam kriterijev, ki opredeljujejo, ali bi se trgovskim oziroma proizvajalnim podjetjem implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo splačala (drugi del)	46

KAZALO SLIK

Slika 1: Prvi, stvaritveni blok sistema Bitcoin (angl. Bitcoin Genesis Block).....	6
Slika 2: Centralizirano (na levi) in decentralizirano omrežje oziroma omrežje enakovrednih (na desni)	7
Slika 3: Struktura blokov v verigi.....	8
Slika 4: Način upravljanja ustvari, preberi, posodobi, zbriši	14
Slika 5: Razpršenost Walmartovih trgovin.....	23
Slika 6: OriginTrail – fragmentacija podatkov v silosih	31
Slika 7: Interoperabilnost podatkov protokola OriginTrail	33
Slika 8: Preverjanje konsenza v mreži OriginTrail	34
Slika 9: Ekosistem OriginTrail	35
Slika 10: Shema poti podatkov	37
Slika 11: Ekonomija žetonov sledilcev	38
Slika 12: Perutnina Ptuj – Izdelek	40
Slika 13: Perutnina Ptuj in OriginTrail – preveri izvor #1	40
Slika 14: Perutnina Ptuj in OriginTrail – preveri izvor #2	41
Slika 15: Perutnina Ptuj – embalaža	42
Slika 16: Perutnina Ptuj – primer prikaza sekvence oziroma poti izdelka po oskrbovalni verigi	42

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Opredelitev pojmov	1
Priloga 2: Tabela Kshetrija Nir (Kshetri, 2018)	2
Priloga 3: Walmartove zahteve do dobaviteljev	3

SEZNAM KRATIC

angl. – angleško

BRI – (angl. Blockchain Research Institute); Raziskovalni inštitut za tehnologijo veriženja blokov

CRUD – (angl. create, read, update, delete); sistem upravljanja podatkov na način: ustvari, preberi, posodobi, zbriši

DIF – (angl. Decentralized Identity Foundation); Fundacija decentralizirane identifikacije

DRAM – (angl. dynamic random access memory); dinamični pomnilnik z naključnim dostopom

EDLC – (angl. Every day low cost); vsakodnevni nizki stroški

EDLP – (angl. Every day low price); vsak dan nizka cena

EPCIS – (angl. Electronic Product Code Information Services); Informacijske storitve o elektronskih kodah izdelka

ERC20 – (angl. Ethereum Request for Comment 20 - ERC20); Eterska zahteva po komentarju 20

ERP – (angl. enterprise resource planning system); informacijski sistem za planiranje virov organizacije

GS1 – (angl. Global Standards); globalni standardi

IPFS – (angl. The InterPlanetary File System); Interplanetarni sistem podatkov

ODN – (angl. OriginTrail Decentralized Network); decentralizirana mreža OriginTrail

SCM – (angl. Supply Chain Management); upravljanje oskrbovalne verige

SDK – (angl. Software Development Kit); komplet za razvoj programske opreme

SHA-256 – (angl. Secure Hash Algorithm 256); algoritem identifikacijskih ključev 256

SQL – (angl. Structured Query Language); strukturiran povpraševalni jezik za delo s podatkovnimi bazami

UVOD

Novo tisočletje že od začetka poteka v znamenju digitalne transformacije celotnega svetovnega gospodarstva. Z informacijskimi sistemi smo dobili podrobnejši vpogled v procese podjetij in organiziranje dobljenih informacij, kar vodi k boljšim poslovnim odločitvam. Informacijski sistemi so podjetjem omogočili, da predrugačijo oskrbovalne verige, optimizirajo procese in natančneje predvidevajo povpraševanje; s tem se je povečala njihova donosnost (Williams & Schallmo, 2018).

Hranjenje in upravljanje podatkov s standardnimi informacijskimi sistemi je visoko centralizirano. Centralizirana narava sistema lahko ogroža integriteto in dostopnost podatkov, saj v tem primeru obstaja večja možnost prevar s strani upravljavcev in nedovoljenega poseganja v podatke (Abeyratne & Monafared, 2016).

Sistem veriženja blokov deluje tako, da se podatki hranijo v specifično strukturo kode – v bloke, ki so med seboj povezani v verigo. Tri najpomembnejše lastnosti sistema veriženja blokov so, da so podatki, zapisani v verigi blokov, decentralizirano distribuirani, da so preverjeni in da so neoporečni (Hackius & Petersen, 2017). Največja razlika med standardnim digitalnim sistemom in digitalnim sistemom veriženja blokov je, da slednji nima centralne avtoritete, temveč uporablja omrežje enakovrednih, sestavljeno iz računalniških strežnikov, ki jih upravljajo in imajo v lasti uporabniki sami. Vsak uporabnik ima na svojem strežniku svojo kopijo celotne verige blokov (decentralizirana distribucija). V primeru kakršnega koli nelegalnega spreminjanja podatkov nanj opozorijo drugi računalniki, saj se njihova veriga ne ujema – s preverjanjem se ohranja neoporečnost (Onder & Treiblmaier, 2018).

Uporaba tehnologije veriženja blokov se širi na področja poslovanja, ki so sistemsko močno centralizirana, saj je učinek decentralizacije tako najbolj disruptiven. Decentraliziran sistem prevzame funkcije centraliziranih vmesnih členov, kot so centralne banke (Bitcoin) in notarji (Ethereum) (Wright & De Filippi, 2015).

Oskrbovalne verige imajo vedno bolj kompleksno strukturo in diverzificirane deležnike (Francisco & Swanson, 2018), kar v centraliziranem digitalnem sistemu še poveča problem integritete podatkov, saj je nedovoljene spremembe v kompleksni strukturi težje opaziti. S tehnologijo veriženja blokov se odpravi problem integritete in vidljivosti podatkov v oskrbovalni verigi (Wang, Zheng, Xie, Dai & Chen, 2018; Kshetri, 2018; Wright & De Filippi, 2015).

Helo in Hao (2019) povzameta svojo raziskavo o implementaciji tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo na naslednji način: naši rezultati kažejo, da tehnologija veriženja blokov v nasprotju z drugimi IT-arhitekturami obeta tehnološke platforme za ustvarjanje transparentnosti, avtomatizacije in zaupanja v oskrbovalni verigi. Scenarijska analiza ali celo simulacija bi lahko pomagala pri merjenju kvantitativnih in kvalitativnih

vidikov. To bi pripomoglo k nadaljevanju razvoja aplikacij veriženja blokov in bolj razširjeni uporabi v oskrbovalni. Natančno to želim raziskati v magistrski nalogi, in sicer na podlagi dveh zelo različnih primerov:

- Walmart je trenutno v procesu implementacije tehnologije veriženja blokov v svojo oskrbovalno verigo za listnato zelenjavo, pri čemer uporablja platformo veriženja blokov IBM (Hyperledger Foundation, brez datuma). Walmart želi zmanjšati transakcijske stroške z optimiziranjem postopka izbire dobaviteljev, in sicer tako, da so vse pogodbe zapisane na IBM-ovi platformi veriženja blokov, kar jih opravnomoči. Kakršno koli kršenje pogodbe pomeni manjše stroške za Walmart, kot če bi bila pogodba pravnomočna izključno v pisni obliki.
- OriginTrail je slovensko zagonsko podjetje, ki je razvilo lastno platformo veriženja blokov za oskrbovalne verige proizvodnih in trgovinskih podjetij. Izhajali so iz predpostavke, da je današnjemu kupcu pomembno, da ve, kje in kako je bil izdelek proizveden. Podjetja lahko kupcem prek platforme OriginTrail zagotovijo te informacije, ki so neoporečno pristne. Kupec pa se tako raje odloči za izdelek, pri katerem zagotovo pozna izvor in kakovost.

Leta 2008 je Satoši Nakamoto ustvaril prvi sistem veriženja blokov, ki naj bi nadomestil vmesni člen centralne banke in postal prva kriptovaluta, valuta, katere upravljanje je decentralizirano – bitcoin. Vse transakcije v sistemu Bitcoin so transparentne, preverjene in neoporečne (Nakamoto, 2009). Za lažje razumevanje, kako tehnologija veriženja blokov deluje, na sliki 1 prikazujemo strukturo blokov.

Vsakič, ko se doda nov blok v verigo, ga skupaj s celotno verigo preverijo »rudarji« – računalniki, ki uporabljajo svojo računalniško moč, da preberejo celotno verigo in preverijo, ali je kakšna razlika med novo verigo in verigo, kakršna je bila, preden ji je bil dodan nov blok. Rudarji so v sistemu Bitcoin nagrajeni z valuto – delčkom bitcoina. Ker je računalniška moč rudarjev tako razpršena in ogromna, je ponarejanje blokov oteženo do te mere, da je statistično popolnoma nemogoče (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017).

Proces rudarjenja bitcoina imenujemo tudi dokaz dela (angl. proof of work). V nekaterih alternativnih sistemih veriženja blokov postaja popularen nov koncept preverjanja podatkov dokaz vložka (angl. proof of stake), kjer namesto z računalniško močjo rudarji dokazujejo pristnost verige z razpršenim denarnim vložkom. Izvajalec, ki poskuša ponarediti verigo, izgubi denarni vložek (Frankenfield, 2021).

Vsak uporabnik v mreži ima v svojem računalniku shranjeno kopijo celotne verige blokov, kar omogoča popolno transparentnost in neoporečnost podatkov (Onder & Treiblmaier, 2018). Tako so mogoče popolna sledljivost, transparentnost in neoporečnost podatkov v veriženih blokkih.

S tehnologijo veriženja blokov lahko optimiziramo oskrbovalno verigo zaradi sledljivosti, transparentnosti in neoporečnosti podatkov ter s pametnimi pogodbami. Pametna pogodba je digitalna pogodba, zapisana v verižni blok, in je pravnomočna (Kshetri, 2018).

IBM je ustvaril platformo veriženja blokov, kjer se lahko trgovine, kot je Walmart, povežejo z dobavitelji, uporabljajo pametne pogodbe in sledijo izdelkom veliko hitreje kot prej (Hyperledger Foundation, brez datuma). Walmart trdi, da želi zvišati varnostni standard listnate zelenjave, ob implementaciji te tehnologije pa bi se zmanjšali tudi transakcijski stroški.

Walmart sodeluje z več kot 2800 dobavitelji, še veliko več pa je takih, ki se potegujejo za mesto v njihovi oskrbovalni verigi. Za vsako vrsto produkta se poteguje povprečno 200 dobaviteljev (Walmart Inc., brez datuma a; Walmart Inc., brez datuma b).

V sklopu implementacije morajo vsi Walmartovi dobavitelji za listnato zelenjavo svoje podatke vpisati na IBM-ovo platformo. Poleg višjega varnostnega standarda hrane naj bi to povečalo preglednost oskrbovalne verige, zmanjšalo tveganje, ki ga predstavlja (sicer finančno ugodno) menjavanje dobaviteljev, in zmanjšalo transakcijske stroške. Če kateri koli od dobaviteljev prekrši pogodbo, ki je zapisana v veriženih blokkih, vmesni člen odvetnikov ni potreben, ker je kršitev pogodbe avtomatično in neoporečno dokazana s tehnologijo veriženja blokov.

OriginTrail pa za razliko od IBM-ove platforme ne cilja na optimizacijo oskrbovalnih verig, temveč na zavedanje o pomembnosti trajnostnega razvoja med končnimi kupci. Njihova rešitev je v osnovi podobna IBM-ovi. V obeh primerih gre za platformo, ki omogoča sledenje izdelkom in temelji na tehnologiji veriženja blokov, le da IBM obljublja strankam bolj optimizirano oskrbovalno verigo, OriginTrail pa nov in inovativen marketinški pristop. Potrošnik lahko z njihovo aplikacijo preveri izdelke njihovih strank o izvoru in poti izdelka »od kmetije, kjer se je piščanec zvalil, do trgovine, kjer je bilo meso kupljeno«. Tako lahko potrošnik preveri informacije o kakovosti in izvoru izdelka in ve, da so neoporečno resnične.

Rezultati zadnje študije Deloitte o tehnologiji veriženja blokov kažejo, da je tehnologija še vedno na začetku, vendar si vodje podjetij že zastavljajo pragmatična in praktična vprašanja, kako implementirati tehnologijo in ali bo naložba v tako implementacijo donosna. Pri tem izkazujejo poznavanje prednosti tehnologije veriženja blokov in se strinjajo, da deluje. Njihova mnenja so se iz teoretičnih vizij za prihodnost spremenila v bolj praktične in realistične načrte o implementaciji tehnologije veriženja blokov (Deloitte Insights, 2019).

V obeh primerih (Walmart – IBM in OriginTrail) je razvidno, da je njihov pristop praktičen in da tehnologijo že implementirajo v oskrbovalne verige. Vendar problematika ostaja, saj (še) ni razvidno, kdaj, koliko in komu se implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo dejansko splača.

Namen raziskave je sestaviti seznam kriterijev za trgovinska oziroma proizvodna podjetja, ki morajo biti izpolnjeni, da bi se implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo splačala.

Raziskovalno vprašanje:

- Katere kriterije naj trgovinsko ali proizvodno podjetje izpolnjuje, da bi implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo bila smiselna?

Seznam kriterijev bom sestavil na podlagi raziskovanega vprašanja, na katerega bom odgovoril s teoretičnim znanjem, pridobljenim iz različnih znanstvenih del, s podrobno obravnavo primerov Walmart in IBM ter z globinskimi intervjuji z ekipo OriginTrail in njihovimi strankami.

Dotaknil se bom tudi primerjave klasičnih informacijskih sistemov za oskrbovalne verige, ki ne vsebujejo tehnologije veriženja blokov z informacijskim sistemom, ki temelji na tehnologiji veriženja blokov. Podjetje lahko doseže zelo podobne rezultate sledljivosti in varnosti podatkov s klasičnimi informacijskimi sistemi. Sistemi, kot so SAP, Oracle in drugi, omogočajo sledenje produktom po oskrbovalni verigi in optimizacijo procesov – tako kot obljublja IBM s svojo platformo veriženja blokov. Podjetje lahko tudi centralizirano vodi upravljanje kakovosti za svoje dobavitelje in tako kupcem jamči kakovosten izdelek – tako kot obljublja OriginTrail s svojo platformo veriženja blokov. Raziskal bom torej, kaj so glavne razlike med navedenima sistemoma in kaj to pomeni za različna podjetja. Rezultate bom vključil v izdelavo seznama kriterijev. Relevantno je tudi ugotoviti, kako implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo podjetja vpliva na ožje okolje podjetja – njihove stranke, dobavitelje in partnerje. Pri izdelavi seznama se bom oprl tudi na tovrstne ugotovitve.

Tehnologija veriženja blokov odpravi probleme integritete in vidljivosti podatkov v oskrbovalni verigi (Wang, Zheng, Xie, Dai & Chen, 2018; Kshetri, 2018; Wright & De Filippi, 2015). Cilj raziskave je sestaviti seznam kriterijev za trgovinska oziroma proizvodna podjetja, ki morajo biti izpolnjeni, da bi se implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo splačala. Seznam kriterijev bom ustvaril z raziskano teorijo, s študijo primera Walmart – IBM in z globinskimi intervjuji s podjetjem OriginTrail in njihovimi strankami.

Pri raziskovanju bom sprti sestavljal osnutek seznama kriterijev s potencialnimi pogoji in spremenljivkami. Končno različico pa bom sestavil, ko bom raziskal čim več virov informacij.

Za teoretično ozadje bom uporabil različna znanstvena dela, povezana s tehnologijo veriženja blokov in implementacijo te tehnologije v oskrbovalno verigo. Sekundarne vire za ta del raziskave bom iskal na portalih Research Gate in Scientific Journal.

Dela avtorjev Williams in Schallmo, (2018), Wright in De Filippi (2015) in Nakamoto (2009) bodo ustrezna podlaga za splošen uvod o digitalni transformaciji in tehnologiji veriženja blokov.

Sledila bo raziskava bolj specializiranih del, ki se osredotočajo na implementacijo tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo. Pri tem se bom najbolj opiral na obsežno delo avtorja Kshetri (2018), ki je bilo na Research Gate velikokrat referencirano (84) in citirano (203), zato je najverjetneje preverjeno s strani več raziskovalcev. Raziskavo bom dopolnil z ostalimi specializiranimi deli.

Pri podrobni raziskavi primera Walmart – IBM bom uporabil sekundarne vire, da ugotovim, kako natanko deluje IBM-ova platforma veriženja blokov, kako poteka implementacija za Walmart, kaj z njo želijo doseči in zakaj so se odločili za ta podvig. Primer bom predstavil jasno in razumljivo ter nato na predhodno vzpostavljeni teoretični podlagi gradil prve spremenljivke in pogoje. Veliko informacij o tem primeru sem našel na portalu Hyperledger, kjer je predstavljenih veliko različnih študijskih primerov, povezanih s tehnologijo veriženja blokov. Uporabil bom tudi informacije iz različnih drugih popularnih člankov in z uradnih spletnih strani Walmarta in IBM-a.

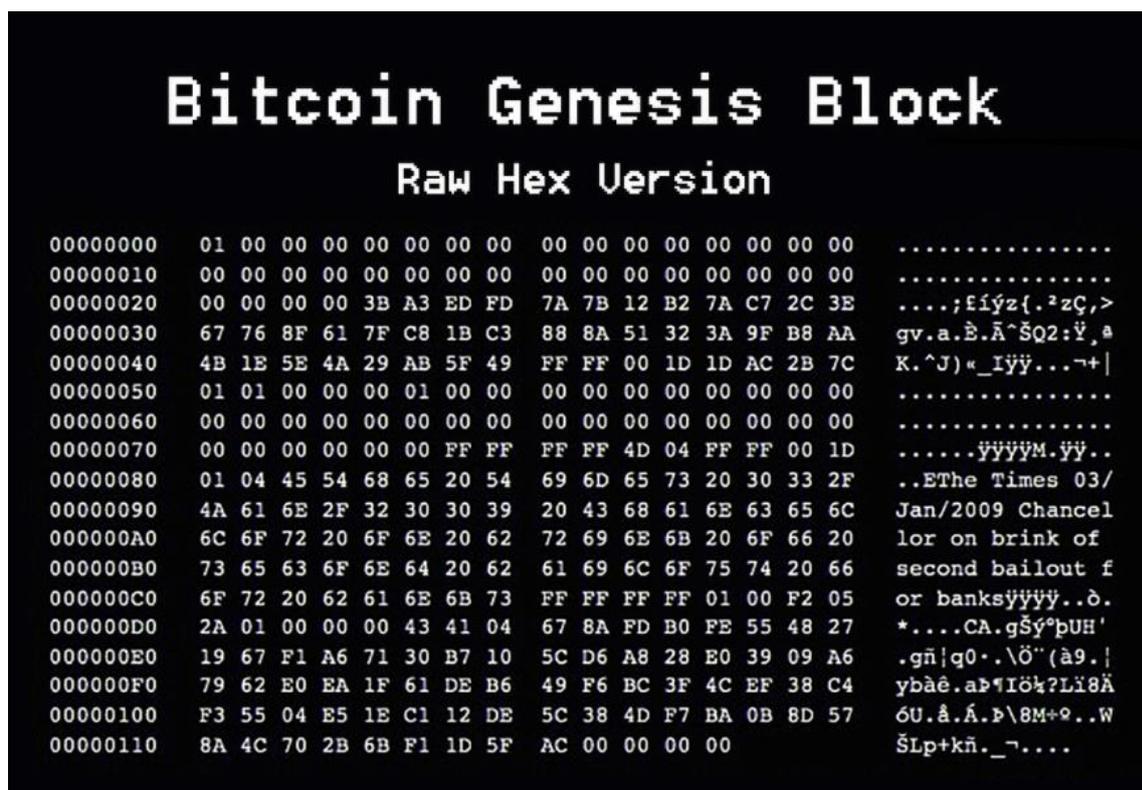
Za raziskovanje primera OriginTrail bom uporabil primarne vire. Opravil bom globinski intervju z Anžetom Vojetom, ki je v ekipi OriginTrail že od začetka. Poslal mi je tudi številne dokumente, ki bodo pri opisovanju primera zelo koristni. V celotni nalogi bom objektiven in se zanašal le na dejstva.

1 TEHNOLOGIJA VERIŽENJA BLOKOV

Satoši Nakamoto je ustvaril sistem Bitcoin z namenom eliminiranja centraliziranih vmesnih členov pri distribuciji denarja. Kot vidimo na sliki 2 je leta 2008 pri stvaritvi v prvi stvaritveni blok (angl. Genesis Block) verige bitcoin, zapisal: The Times 03/Jan/2009 Kancler/-ka na robu drugega reševanja bank (angl. The Times 03/Jan/2009 Chancellor on brink of second bailout for banks). V letu 2008, času gospodarske krize in reševanja bank, je želel sporočiti, da bo njegov decentraliziran sistem distribucije valute tako disruptiven za banke, da bodo potrebovale ponovno reševanje v letu 2009 (Nakamoto, 2009).

Že pred časom bitcoina so nekatera podjetja poskušala razviti digitalno valuto na centraliziranem sistemu, ki je baziran na medsebojnem zaupanju. Vsi ti poskusi so propadli, Satoši pa propad pripisuje prav tema dvema lastnostma. Sistem Bitcoin je decentraliziran in ne potrebuje medsebojnega zaupanja, da ohrani podatke transakcij transparentne, preverjene in neoporečne (Nakamoto, 2009).

Slika 1: Prvi, stvaritveni blok sistema Bitcoin (angl. Bitcoin Genesis Block)



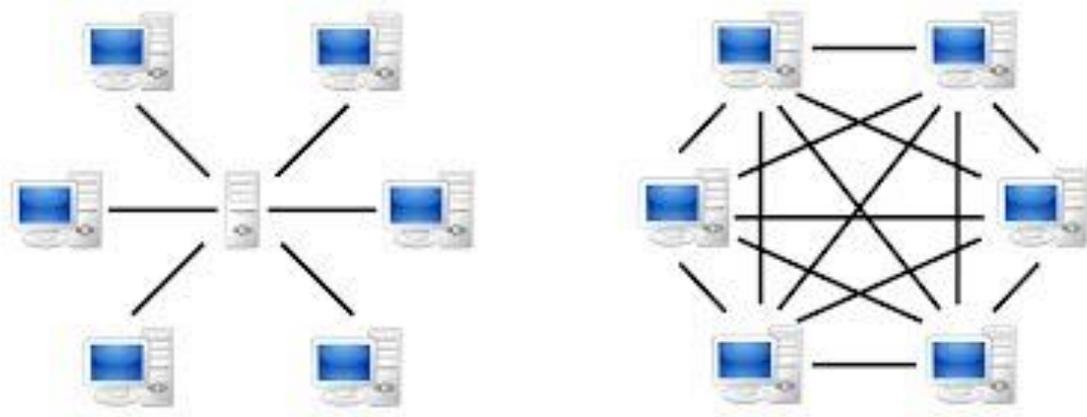
Vir: GitHub, Inc. (brez datuma).

V nadaljevanju bom analiziral tehnologijo veriženja blokov, kako deluje in kako jo lahko uporabimo. To je kompleksna tema, zato je za razumevanje treba obdelati arhitekturo sistema in strukturo kode, proces rudarjenja in preverjanja ter nato povzeti in diskutirati o najbolj uporabnih lastnostih tehnologije veriženja blokov – decentraliziranosti, transparentnosti, sledljivosti in neoporečnosti podatkov. Dotaknil se bom tudi dodatnih tem, kot so pametne pogodbe, dokaz z vložkom in vpliv na okolje. Na koncu poglavja bom sklenil, kako to vpliva na moj seznam kriterijev.

1.1 Analiza arhitekture sistema in strukture kode

Levo na sliki 3 je model klasičnega centraliziranega omrežja, kjer so vsi računalniki oziroma uporabniki povezani na centralni strežnik. Na desni pa je omrežje enakovrednih (angl. peer-to-peer network), kjer so računalniki uporabnikov povezani med sabo in tvorijo mrežo strežnikov, kar so računalniki oziroma uporabniki sami, hkrati odjemalci in strežniki. Tako so uporabniki oziroma računalniki v tej mreži hkrati odjemalci in strežniki, imenujejo pa se vozlišča (angl. nodes). Omrežje enakovrednih je sistem, na katerem se gradi sistem veriženja blokov (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017).

Slika 2: Centralizirano (na levi) in decentralizirano omrežje oziroma omrežje enakovrednih (na desni)



Vir: Informatique mania (brez datuma).

1.1.1 Vozlišča

V sistemu veriženja blokov poznamo dve vrsti vozlišč: polna vozlišča (angl. full nodes) in lahka vozlišča (angl. light nodes). Polna vozlišča so računalniki v sistemu veriženja blokov, ki imajo shranjeno celotno verigo blokov. Ta vozlišča se uporabljajo za preverjanje verige, za preprečevanje zlonamernih posegov v verigo in za preprečevanje kršitev pravil protokola. Vozlišče pregleda transakcijo (transakcija je del bloka) in jo pri kršitvi pravil protokola ali neujemanju prvotne verige zavrne ter se tako novi blok ne zapiše v verigo (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017).

Pri preverjanju novih transakcij za zapis novih blokov v verigo mora vozlišče rešiti uganke, ki je del novega bloka, za reševanje uganke pa potrebuje računalniško moč. Ker je računalniška moč vseh vozlišč tako ogromna in razpršena, je kakršno koli ponarejanje statistično popolnoma nemogoče. Temu procesu preverjanja verige pravimo rudarjenje (Nakamoto, 2009).

Lahka vozlišča so uporabniki v sistemu veriženja blokov, ki nimajo shranjene celotne verige blokov. Shranjene imajo le tiste bloke oziroma transakcije, ki so za vozlišče relevantni. V sistemu Bitcoin so lahka vozlišča različne kriptodenarnice, ki se ob uporabi povežejo s polnimi vozlišči za preostanek informacij verige blokov (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017).

1.1.2 Veriga, blok, transakcije in identifikatorji

Veriga se prične s prvim stvaritvenim blokom (angl. Genesis block), ki vsebuje vse potrebne funkcije za vse procese, povezane z verigo blokov, bloki, transakcijami in identifikacijskimi

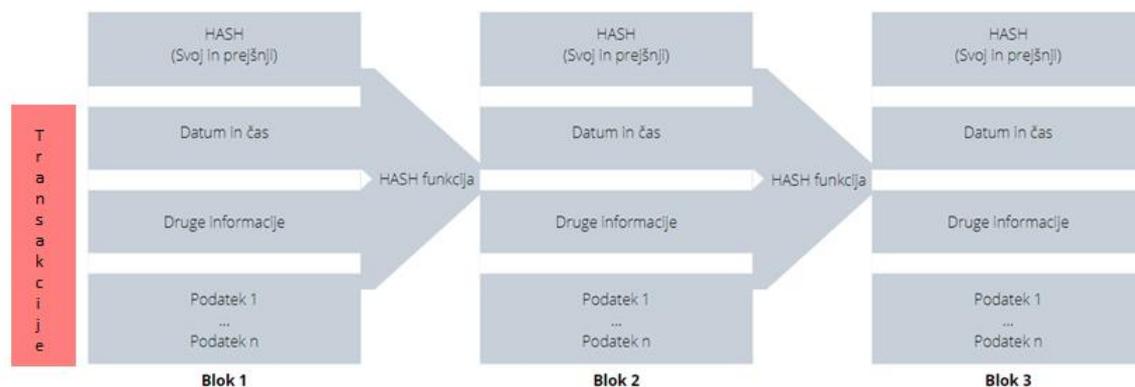
ključi (angl. hash). Te iste funkcije upravljajo sistem skozi vsak naslednji blok (Nakamoto, 2009).

Blok je ključen del verige blokov, sestavljen pa je iz identifikacijskega ključa (angl. hash) in transakcij. Pri preverjanju oziroma rudarjenju vsebuje še uganko, za katero je treba uporabiti računalniško moč, da se jo reši. V sistemu Bitcoin je za ta proces rudar nagrajen z delčkom valute (Nakamoto, 2009).

V sistemih dokaza vložka (angl. proof of stake) pa blok ne vsebuje uganke, saj se preverjanje dokaže z denarnim vložkom namesto z računalniško močjo (Frankenfield, 2021). Transakcija je del bloka, ki vsebuje podatke o datumu in času stvaritve ter ključne podatke. V sistemu Bitcoin so ključni podatki to dejanske informacije o finančni transakciji: pošiljatelj, prejemnik, količina in vrednost valute.

Identifikacijski ključ bloka (angl. hash) vsebuje metapodatke transakcij in funkcij verige. V vsakem bloku ta ključ vsebuje identifikacijo tega in prejšnjega bloka. Na sliki 4 je prikazana struktura blokov v verigi (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017; Nakamoto, 2009).

Slika 3: Struktura blokov v verigi



Prirejeno po Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck (2017, str. 183–187).

Transakcije so del bloka v verigi, ki hrani podatke datuma in časa stvaritve bloka, druge informacije, kot je na primer geolokacija računalnika, ki je kreiral blok in del s podatki, ki vsebuje kritične oziroma ključne informacije.

V sistemu Bitcoin so ti podatki informacije o naslovih oziroma javnih ključih denarnic pošiljatelja in prejemnika ter količina in vrednost izmenjanih valut. V sistemih za oskrbovalne verige pa so ti podatki o identifikaciji izdelkov njihovega izvora in poti skozi oskrbovalno verigo. Prav tako lahko vsebuje informacije o kakovosti izdelkov in relevantnih delih pametne pogodbe, sklenjene z dobavitelji in partnerji.

V javnih sistemih veriženja blokov so transakcije popolnoma transparentne, vidne komurkoli z uporabo raziskovalca blokov. V zasebnih sistemih pa so ti podatki na voljo samo ključnim uporabnikom sistema – rudarjem.

Vsaka transakcija ima v večini sistemov nase pripeto transakcijsko pristojbino – to je znesek, ki ga uporabnik polnega vozlišča dobi, če zapiše transakcijo v blok in nato blok v verigo. Ta znesek ni odvisen od količine valute v obtoku in ga ne smemo mešati z nagrado za rudarjenje (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017; Nakamoto, 2009; Wright & De Filippi, 2015).

1.1.3 Verifikacija, ustvarjanje in rudarjenje

Preden se transakcija zapiše v blok v verigo, mora najprej skozi verifikacijo pravil protokola, nato jo polna vozlišča zapišejo v bloke, kasneje pa rudarji te bloke preverijo in jih dodajo v verigo (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017).

Neko polno ali lahko vozlišče ustvari transakcijo, v sistemu Bitcoin je to izmenjava bitcoina za neko drugo valuto ali obratno, v sistemih oskrbovalnih verig pa so to informacije o posameznem novem izdelku v oskrbovalni verigi.

Polno vozlišče najprej verificira, če transakcija sledi pravilom protokola. Protokol je pravilnik, seznam kriterijev, ki ga mora transakcija izpolnjevati in je zapisan v vsak blok verige. Pravila protokola se razlikujejo od sistema do sistema, nekaj pravil pa je vedno skupnih (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017; Pilkington, 2016):

- programski jezik transakcije in njena sintaksa morata biti ustrezna;
- transakcija ne sme biti povezana s še nepotrjeno transakcijo;
- transakcija še ne sme obstajati v enem izmed obstoječih blokov v verigi;
- minimalna transakcijska pristojbina.

Če transakcija ne izpolnjuje katerega izmed pravil v protokolu, se zavrže in se blok s tako transakcijo nikoli ne zapiše v verigo. Če transakcija izpolnjuje vse pogoje, je veljavna in pade v bazen transakcij. Transakcija je zdaj veljavna, ne pa še potrjena, ni še zapisana v blok in blok še ni v verigi (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017; Pilkington, 2016).

Bazen transakcij je hramba vseh veljavnih transakcij, ki čakajo na potrditev in zapis v verižne bloke. Te transakcije so shranjene v vsakem polnem vozlišču, v delovnem spominu, v vsakem računalniku. Iz tega bazena polna vozlišča prek algoritma jemljejo transakcije in iz njih kreirajo bloke, kateremu poleg transakcije dodajo identifikacijo (angl. hash), ki vsebuje metapodatke transakcije in funkcijo za pridobitev nagrade, delčka valute, ko se bo dejanski proces potrditve z računalniško močjo zgodil. V sistemu Bitcoin je funkcija za pridobitev valute povezana z vmesnikom, ki v rudarjevo denarnico naloži nagrado.

Preverjanje z računalniško močjo poteka s funkcijo varnega algoritma identifikacijskih ključev 256 (angl. secure hash algorithm 256 - SHA-256), ki v 256-bitni dolžini ustvari naključno število. Rudar oziroma računalnik polnega vozlišča pa ugiba število in za to porabi računalniško moč. S tem procesom se pridobi dokaz dela (angl. proof of work), ki zaradi razpršenosti in ogromnosti uporabljene računalniške moči omogoča neoporečnost podatkov. Ko je blok potrjen, se zapiše v verigo, doda pa se mu še identifikacijski ključ bloka (angl. hash) oziroma identifikacijo prejšnjega bloka verige (Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017; Nakamoto, 2009).

Identifikacijski ključ (angl. hash) se nahaja v glavi bloka in vsebuje metapodatke celotnega bloka. Zakodirane ima spremenljivke in njihove vrednosti transakcije v bloku, tako da je identifikacijski ključ vse, kar potrebujemo, da razvozlam vsebino bloka. Vsak blok vsebuje svoj identifikacijski ključ in identifikacijski ključ prejšnjega bloka. Sestavljajo ga (Pilkington, 2016; Nofer, Gomber, Hinz & Schiereck, 2017):

- merkle, to je koren identifikacije in vsebuje metapodatke transakcije;
- timestamp, datum in čas kreacije bloka (ob kreaciji bloka se timestamp ustvari v identifikacijskem ključu (angl. hash) in v transakciji);
- nonce, podatek o težavnosti uganke.

1.1.4 Dokaz dela in dokaz z vložkom

Medtem ko za pridobitev dokaza dela oziroma (opisano v poglavju Verifikacija, ustvarjanje in rudarjanje) trošimo računalniško moč, se dokaz z vložkom (angl. proof of stake) pridobi tako, da potrjevalci, računalniki na polnih vozliščih, vložijo denar in pridobijo delež valute. Blok v tem primeru nima uganke, v primeru, da potrjevalec krši pravila protokola, svoj vložek oziroma delež izgubi. Zaradi tveganja izgube imetja se potrjevalci držijo pravil, zaradi velikosti in razpršenosti vložkov pa zagotovimo neoporečnost podatkov, zapisanih v verigo blokov. Kritika na sistem dokaza vložka ostaja, da sistem kaže lastnosti sistema, ki temelji na zaupanju, saj je pravila možno kršiti veliko lažje kot v sistemu dokaza dela (Frankenfield, 2021).

1.1.5 Vpliv na okolje

Rudarji v sistemu Bitcoin za pridobivanje dokaza dela porabijo približno 70 TWh električne energije na leto. To je ogromna količina energije, ki se primerja s porabo držav, kot je Avstrija. Velika poraba energije slabo vpliva na okolje, saj je del te energije pridobljen iz termoelektrarn. Če pogledamo številke, se rudarjem v povprečju komaj splača rudariti bitcoin:

- letni prihodek rudarjev (nagrada + transakcijska pristojbina) = 4,044,748,010 \$,
- letni strošek rudarjev zaradi porabe električne energije = 3,685,482,888 \$,

– odstotek stroškov = 91,12 %.

Torej rudar v povprečju zasluži le 8,88 % iz nagrad in pristojbin, ki si jih zasluži. V sistemu, kjer se pristnost bloka dokaže s tveganjem vložka pa problemov s porabo energije in posledičnim vplivom na okolje ni (Digiconomist, brez datuma).

1.1.6 Pametne pogodbe

Pametna pogodba je pogodba, zapisana v programskem jeziku in vsebuje vse spremenljivke in njihove vrednosti posamezne pogodbe. Pogodba je interaktivna in se avtomatično izvrši pod pravimi pogoji – izpolnitev pogodbe oziroma dela pogodbe ali kršenje pogodbe. Pogodba je pravomočna, njena izvedba (na primer izvršba v primeru kršenja) pa avtomatična (Szabo, 1996).

Sistem veriženja blokov je odlična platforma za uporabo pametnih pogodb, saj zagotavlja neoporečnost podatkov, zapisanih v verigo blokov. Sistem Bitcoin uporablja preveč okoren programski jezik za optimalno delovanje pametnih pogodb. Ethereum po drugi strani pa je ustvarjen točno za ta namen in je trenutno najbolj uporabljen sistem veriženja blokov za pametne pogodbe.

V pametni pogodbi, zapisani v veriženih blokkih, morajo biti spremenljivke pogodbe strogo definirane. V primeru implementacije pametnih pogodb v oskrbovalno verigo bi bile ključne informacije kriteriji kakovosti in varnosti izdelkov. V primeru inšpekcije, ki ugotovi neskladje kakovosti oziroma varnosti izdelka s tisto zagotovljeno v pogodbi, se v sistem pošlje informacijo o kršitvi pogodbe in se vse posledice te kršitve same izvršijo, brez vmesnega člena notarjev (Frankenfield, 2022; Christidis & Devetsikiotis, 2016; Zapotochnyi, 2022).

1.2 Transparentnost, sledljivost in neoporečnost

Transparentnost je v sistemu veriženja blokov zagotovljena tako, da ima vsako polno vozlišče shranjeno kopijo celotne verige blokov in transakcij. Torej lahko vsak uporabnik kadar koli gleda in išče podatke iz celotne verige. V večini sistemov so podatki celo odprti na ogled javnosti, saj se tako ohranja resnična transparentnost.

Sledljivost izhaja iz transparentnosti podatkov. Uporabnik lahko uporablja raziskovalca blokov, da pregleduje ključne podatke po verigi. Tako lahko z različnimi vmesniki zelo enostavno pridobivamo tiste informacije, ki jim želimo po verigi slediti. Skupek teh podatkov pridobimo kot poročilo in lahko verjamemo v njihovo neoporečno pristnost.

Razlika med zasebno in javno verigo blokov je v meri transparentnosti podatkov in v meri zaprtosti sistema pri vključevanju novih vozlišč oziroma uporabnikov v sistem veriženja blokov. Podatki, zapisani v javni verigi blokov, so na voljo za ogled celotni javnosti, v

zasebni verigi blokov pa samo uporabnikom oziroma vozliščem. Potencialni uporabnik z željo po sodelovanju v sistemu zasebne verige blokov mora skozi več identifikacijskih postopkov in tudi če izpolnjuje vse pogoje, je lahko zavrnjen, saj ima sistem zasebne verige blokov lahko omejeno število uporabnikov. Sodelovanje v sistemu javne verige blokov pa je veliko preprostejše in lahko sodeluje vsak (Iredale, 2021).

Decentraliziran konsenz je dosežen skozi procese verifikacije transakcij skozi pravila protokola na omrežju enakovrednih. Vsako vozlišče se strinja s pravili protokola in jih uveljavlja brez centralnega sistema.

Decentraliziran konsenz skupaj z dokazom dela razprši ogromno računalniško moč do te mere, da je kakršno koli poseganje v podatke v verižnih blokih statistično nemogoče. Tako je dosežena neoporečnost podatkov.

V sistemu, kjer se bloke preverja z dokazom z vložkom, pa so namesto računalniške moči razpršeni denarni vložki in je neoporečnost dosežena na ta način. S socio-ekonomskega vidika pa tudi brez transparentnosti podatkov ne moremo imeti neoporečnosti, saj bi lahko zasebni upravljavec sistema veriženja blokov sam manipuliral z informacijami v verigi.

1.3 Pogoji in kriteriji

Sistemi veriženja blokov lahko zagotovijo transparentnost, sledljivost in neoporečnost podatkov, zapisanih v verigi blokov. Prvi pogoj je, da mora podjetje imeti problem oziroma prostor za izboljšavo na področju, kjer bi višja transparentnost, sledljivost in neoporečnost podatkov omogočile boljše rezultate. Drugi pogoj iz tega poglavja pa je nuja podjetja definiranja podatkov, pogodbenih spremenljivk in njihovih vrednosti – vseh informacij, ki se bodo zapisale v verigo blokov. V primeru, da natančno in ustrezno definiranje vseh informacij procesa/storitve/izdelka ni možno, podjetje ne more implementirati tehnologije veriženja blokov.

2 DIGITALNA TRANSFORMACIJA OSKRBOVALNE VERIGE

Zadnji dve desetletji poteka digitalna transformacija podjetij – vsi podatki, procesi in organizacija podatkov so prešli iz analogne oblike v digitalno. Oskrbovalne verige so se optimizirale skozi višjo preglednost podatkov, z lažjim ravnanjem s temi podatki in razmerij med njimi (Williams & Schallmo, 2018).

Skozi informacijske sisteme oskrbovalnih verig lahko omogočimo jasen vpogled v podatke in njihovo uporabo (Wüst & Gervais, 2018). Klasični informacijski sistemi oziroma sistemi, ki ne temeljijo na tehnologiji veriženja blokov, rešujejo problem sledljivosti in neoporečnosti podatkov skozi centraliziran sistem. Lahko rešijo iste probleme sledljivosti, transparentnosti in neoporečnosti podatkov, uporabijo pa centraliziran sistem, kjer upravljavec sistema odgovarja za pristnost podatkov.

Za sestavo seznama kriterijev, ki jih morajo trgovinska in proizvodna podjetja izpolnjevati, da bi se jim implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo splačala, je eden izmed ključnih dejavnikov alternativa rešitvi problema, kar so klasični informacijski sistemi in jih je razumno vključiti v sestavljanje kriterijev.

2.1 Klasični informacijski sistemi za upravljanje oskrbovalne verige

Celovita programska rešitev za planiranje virov organizacije (angl. enterprise resource planning system, v nadaljevanju ERP) podjetja je sestavljena iz več različnih posameznih sistemov glede na funkcije, ki jih opravljajo. Ti posamezni sistemi oziroma produkti lahko delujejo neodvisno ali pa se jih poveže in sodelujejo.

Primer takega sistema podjetja Systemske aplikacije in produkti za procesiranje podatkov (angl. system applications and products in data processing, v nadaljevanju SAP) za upravljanje oskrbovalne verige (angl. Supply Chain Management, v nadaljevanju SCM) je sestavljen iz naslednjih modulov (SAP, brez datuma a; SAP, brez datuma b; SAP, brez datuma c):

- načrtovanje oskrbovalne verige (angl. Supply Chain Planning),
- logistika oskrbovalne verige (angl. Supply Chain Logistics),
- proizvodnja (angl. Manufacturing),
- upravljanje z življenjskim ciklom produktov (angl. Product Lifecycle Management)
- upravljanje sredstev (angl. Enterprise Asset Management).

V SAP-modulu logistika oskrbovalne verige lahko najdemo funkcijo za sledenje izdelkom od izvora izdelka do končnega nakupa (SAP, brez datuma a; SAP, brez datuma b; SAP, brez datuma c).

Oracle SCM Oblak (angl. Cloud) je zelo podobna rešitev kot SAP SCM, z enakimi funkcijami. Prav tako vsebuje svojo funkcijo za sledljivost, funkcijo Inteligentna sledljivost (angl. Intelligent track and trace) (Oracle, brez datuma a; Oracle, brez datuma b; Oracle, brez datuma c; Oracle, brez datuma č). Kljub temu da Oracle poseduje rešitev za sledljivost, pa je Oracle vseeno sklenil partnerstvo z OriginTrail, slovenskim zagonskim podjetjem, ki je ustvarilo sistem veriženja blokov za sledenje izdelkom po oskrbovalni verigi, in sicer z razlogom povišanja neoporečnosti podatkom, katerim Oracle že sledi.

2.2 Primerjava klasičnih informacijskih sistemov s sistemi veriženja blokov

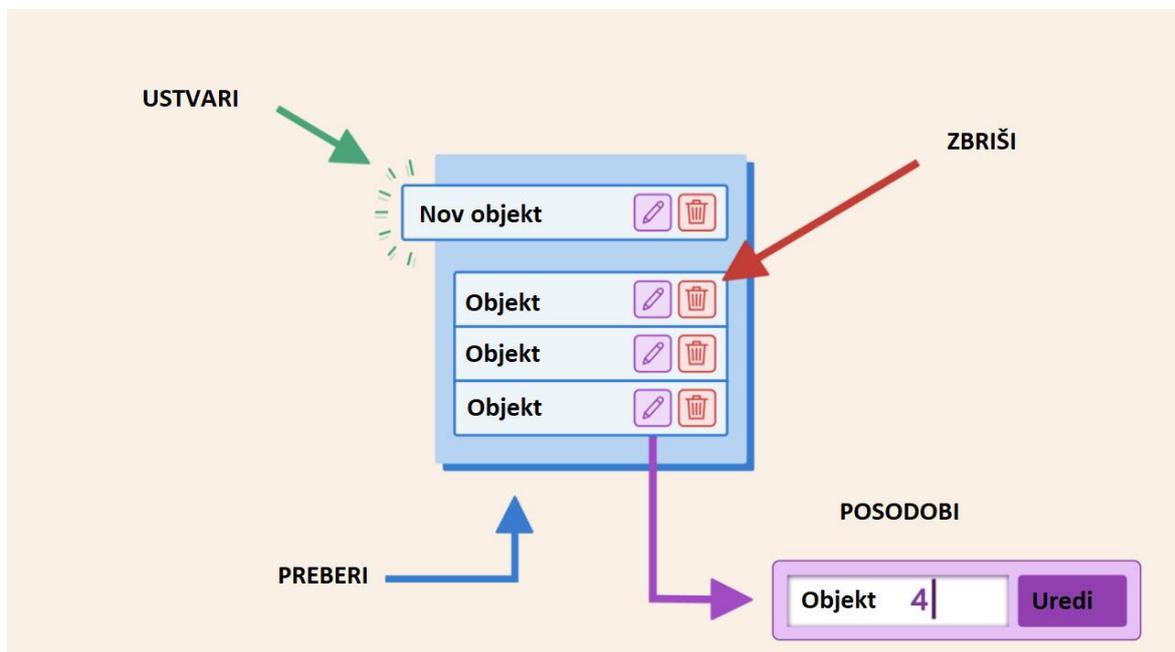
Klasični informacijski sistemi in sistemi veriženja blokov se med seboj zelo razlikujejo, četudi rešujejo enak problem. Avtoriteta in upravljanje sta v klasičnem sistemu centralizirana, medtem ko je v sistemu veriženja blokov decentralizirano skozi omrežje enakovrednih. Hitrost upravljanja podatkov je v klasičnih sistemih višja kot v sistemih

veriženja blokov, ker se mora vsak podatek zapisati v blok, blok pa se mora preveriti in je šele nato viden v verigi.

Stroški vzdrževanja sistema veriženja blokov so višji kot pri klasičnem informacijskem sistemu. Razlika v stroških je zaradi rudarjenja, saj se med tem procesom porabi veliko električne energije za preverjanje blokov, preden se zapišejo v verigo.

Klasičen informacijski sistem omogoča upravljanje s podatki na način ustvari, preberi, posodobi, zbrisi (angl. create, read, update, delete - CRUD), kot vidimo na sliki 5. Podatke lahko ustvarimo, beremo, posodobimo ali brišemo. V sistemu veriženja blokov je nemogoče spreminjati obstoječo verigo, sistem omogoča le ustvarjanje in branje podatkov.

Slika 4: Način upravljanja ustvari, preberi, posodobi, zbrisi



Prirejeno po Pang (2021, str. 1).

Neoporečnost oziroma integriteta podatkov tako v klasičnem informacijskem sistemu ni popolnoma zagotovljena. V sistemu veriženja blokov pa so vsi podatki neoporečno pristni.

Transparentnost podatkov v klasičnem sistemu je veliko manjša kot v sistemu veriženja blokov, saj so podatki vidni le uporabnikom sistema v podjetju, ki ga uporablja. Podatki v sistemu veriženja blokov pa so vidni in na voljo celotni javnosti. Sledljivost podatkom je omogočena v obeh sistemih (Geroni, 2021).

2.3 Transparentnost, sledljivost in neoporečnost podatkov v oskrbovalni verigi v klasičnem informacijskem sistemu

Prave transparentnosti v takih sistemih ni. Podatki so sicer vidni uporabnikom znotraj podjetja, ki tak sistem uporablja, nikakor pa ti podatki niso vidni za javnost. Sledljivost podatkom izdelkov v oskrbovalni verigi od izvora do končnega nakupa je mogoča. Sledljivost podatkom o lastnostih teh izdelkov, kot so recimo certifikati kakovosti izdelkov, prav tako.

Popolne neoporečnosti podatkov sicer ni, vendar centralizirani sistemi, ki z njimi upravljajo, lahko zagotavljajo verodostojnost podatkov in varnost pred napadi. V primeru napake ali napada nosijo odgovornost. Pametnih pogodb v takih sistemih ni.

2.4 Pogoji in kriteriji

Centralizirani, klasični informacijski sistemi lahko ponudijo rešitev sledenja podatkom v oskrbovalni verigi, ne morejo pa zagotoviti transparentnosti in popolne neoporečnosti in ne podpirajo pametnih pogodb. Za trgovinsko ali proizvodno podjetje, ki razmišlja o implementaciji tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo, je pomembno, da ni edini namen sledenje podatkom o izdelkih po oskrbovalni verigi. V takem primeru naj podjetje razmišlja o hitrejši in cenovno ugodnejši rešitvi klasičnega informacijskega sistema za upravljanje oskrbovalne verige.

3 IMPLEMENTACIJA TEHNOLOGIJE VERIŽENJA BLOKOV V OSKRBOVALNO VERIGO

Tehnologija veriženja blokov se je začela širiti na področja, ki niso le finančne narave. Struktura hrambe podatkov je namreč zastavljena na način, ki omogoča transparentnost, sledljivost in neoporečnost podatkov.

Področja, ki kažejo največ upanja, so oskrbovalna veriga, distribucija električne energije in agrikultura. Ta področja močno ustrezajo načinu delovanja sistema veriženja blokov in kažejo pozitivne donose na investicijo že v zgodnjih fazah tehnologije veriženja blokov (Essex, 2021).

3.1 Implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo v praksi

Oskrbovalne verige imajo vedno bolj kompleksno strukturo in diverzificirane deležnike (Francisco & Swanson, 2018), kar v centraliziranem informacijskem sistemu poveča problem integritete podatkov, saj je nedovoljene spremembe v kompleksni strukturi težje opaziti. Vzpon novih tehnologij, kot sta internet stvari in identifikacija z radijskimi frekvencami (angl. Radio Frequency Identification, v nadaljevanju RFID), spodbuja uporabo

tehnologije veriženja blokov v oskrbovalni verigi, saj lahko vse te novo pridobljene informacije varno zapišemo v bloke v verigi (Kshetri, 2018).

Tehnologija veriženja blokov omogoča resnično in učinkovito merjenje rezultatov ključnih procesov oskrbovalne verige. Ko so podatki zapisani v verigo, so neoporečni, kar dovoljuje višje zaupanje z dobavitelji. Z eliminiranjem birokratičnih vmesnih členov se znižajo stroški in zviša učinkovitost (Koetsier, 2017).

Skozi zapis informacij o produktih in njihovi poti po oskrbovalni verigi v verižne bloke se zviša transparentnost in sledljivost podatkov ter doseže neoporečnost le-teh. Tako se lahko reši problem vidljivosti in integritete podatkov v oskrbovalni verigi (Helo & Hao, 2019; Wu in drugi, 2017; Crosby, Pattanayak, Verma & Kalyanaraman, 2016).

Kshetri (2018) v svojem delu »Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives« opiše enajst primerov podjetij, ki so poskusila z implementacijo tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo. V nadaljevanju te primere povzamem, jih posodobim in predstavim ugotovite.

3.1.1 Primer 1: Maersk - IBM

Maersk je dansko transportno podjetje, ki prevažata različne izdelke v kontejnerjih z ladjami in drži kar 20 % svetovnega trga ladijskega transporta. Njihov problem so bile ogromne količine papirnatih pogodb in dokumentov, katerim so težko sledili. Nekajkrat se je zgodilo celo, da so zaradi izgubljenih papirjev ali napak v dokumentih morali čakati več dni, preden so lahko začeli s prevozom, kar jim je povzročilo nepotrebne stroške.

Maersk je v sodelovanju z IBM-om predstavil podatke o izdelkih (preverjanje lokacije za sledenje, temperaturo v kontejnerjih in pametne pogodbe dokumentov) na platformo veriženja blokov. V pametni pogodbi so zapisane spremenljivke za tovorni list, obrazci za mednarodno poslovanje in transport ter podobni dokumenti. Ko se dokument digitalno podpiše, se izvrši pametna pogodba na način, da se dokument pošlje vsem relevantnim deležnikom (javnemu sektorju, Maerskovim uslužbencem, relevantni stranki oziroma partnerju), glavne sestavine dokumenta pa so zapisane v verigi blokov in so neoporečne ter nespremenljive.

Tako je Maersk znižal del transakcijskih stroškov, ki so bili povezani z upravljanjem dokumentov pri vsakem prevozu. S povišano vidljivostjo in sledljivostjo podatkov o izdelkih pa so omogočene tudi bolj poslovne odločitve pri upravljanju z oskrbovalno verigo (Kshetri, 2018).

3.1.2 Primer 2: Provenance

Provenance predstavlja rešitev zelo podobno OriginTrail, saj poskuša vplivati na končnega kupca, da mu zagotovi informacije izvora, poti po oskrbovalni verigi in kakovost nekega produkta. V Indoneziji so sledili ribičem tune in so vsako ujeto ribo, skupaj z vsemi informacijami kakovosti in varnosti izdelka zapisali v verigo blokov. Prav tako so velik problem v Indoneziji delodajalci, ki ravnajo z uslužbenci pod standardi. Provenance ob informacijah o izdelku ponuja tudi informacijo o socialni odgovornosti delodajalcev v oskrbovalni verigi do končne trgovine (Kshetri, 2018; Provenance, brez datuma).

3.1.3 Primer 3: Alibaba

Alibaba je združila moči z AusPost, Blackmores in PwC, da bi se znebili goljufanja pri kakovosti in varnosti hrane v oskrbovalni verigi. Načrtujejo prenos podatkov na sistem veriženja blokov ter tako omogočijo vidljivost in sledljivost podatkom o kakovosti in izvoru hrane (Kshetri, 2018).

Leta 2020 je Alibaba implementirala rešitev veriženja blokov, vendar na malo drugačen način, kot so to predvidevali leta 2018. Kupili so podjetje Kaola, distributerja prehranskih izdelkov, in vse podatke njihovih izdelkov prenesli v sistem veriženja blokov. Implementirali so sledenje informacijam izvora in kakovosti izdelkov, ne pa tudi pametnih pogodb. Tako da končni potrošnik lahko preveri izvor in kakovost izdelka in je prepričan, da so te informacije pristne. Alibaba namerava razširiti implementacijo prek vseh izdelkov hrane, ki jih ponujajo (Ledger Insights, 2020).

3.1.4 Primer 4: Lockheed Martin

Lockheed Martin, največji proizvajalec orožja na svetu, je združil moči z GuardTime Federal, da bi implementirali tehnologijo veriženja blokov za zmanjšanje tveganja pri upravljanju s procesi oskrbovalne verige (Kshetri, 2018). Na spletu ni veliko informacij o tej implementaciji, sklepam pa, da je rešitev povezana s pametnimi pogodbami, ki vsebujejo ključne informacije glede nabave, izvora, poti in prodaje orožja.

3.1.5 Primer 5: Chronicled

Chronicled je ameriško zagonsko podjetje, ki je ustvarilo sistem veriženja blokov, na katerem lahko farmacevtska podjetja sledijo podatkom o svojih izdelkih (Kshetri, 2018). Chronicled poleg sledljivosti trenutno ponuja še povezovanje podjetij v oskrbovalni verigi skozi platformo veriženja blokov, v katerih so zapisane tudi pametne pogodbe med posameznimi strankami v omrežju. Še posebej so fokusirani na funkcijo samoizvršitve pametnih pogodb v primeru povračil bremenitev. Na tak način se znižajo stroški, ko pride

do povračil bremenitev (Chronicled, brez datuma a; Chronicled, brez datuma b; Chronicled, brez datuma c).

3.1.6 Primer 6: Modum

Modum je švicarsko zagonsko podjetje, ki je združilo moči z Univerzo v Zürichu in ustvarilo sistem veriženja blokov za sledenje farmacevtskim izdelkom po oskrbovalni verigi. Fokus je bil na temperaturi izdelkov med transportom, saj so standardni predpisi temperatur hranjenja zdravil zelo strogi. Modumovi senzorji merijo temperaturo farmacevtskih izdelkov ves čas transporta, ko pa pridejo na lokacijo, se podatki temperatur naložijo v sistem veriženja blokov in se skozi pametno pogodbo primerjajo s predpisanimi standardi. Če je temperatura med transportom ustrezala standardom, se pogodba samoizvrši, tako se spusti izdelek naprej po procesni poti. Če pa temperatura ne ustreza, se izdelek zaustavi in obvesti vse relevantne deležnike. Podatki temperatur izdelkov med transportom se v obeh primerih zapišejo v verižne bloke, da se ohrani transparentnost podatkov.

3.1.7 Primer 7: Everledger

Everledger je angleško podjetje, ki je ustvarilo sistem veriženja blokov za sledenje dragocenim izdelkom in dokaz pristnosti teh izdelkov. Dva najbolj odmevna primera sta sledenje diamantom, izkopanim v Sierr Leone, in sledenje steklenicam vina. Vsaka steklenica dobi na zamašek svojo oznako RFID, ki vsebuje fotografije in lastnosti steklenice. Zgoščeni podatki le-teh pa so zapisani v sistem verige blokov. Ko se steklenica odpre, oznaka to registrira in steklenico označi za uporabljeno. Tako se dragocene produkte obvaruje pred goljufijami pristnosti (Kshetri, 2018; Everledger, brez datuma a, brez datuma b).

3.1.8 Primer 8: Walmart – IBM z mesom

Kshetri (2018) tu opisuje prvi projekt Walmarta uporabe tehnologije veriženja blokov, in sicer za sledenje izvora in kakovosti svinjine na Kitajskem. To je bil projekt za vrsto izdelka v krizi, saj so dobavitelji svinjine na Kitajskem večkrat na skrivaj prodali izdelke pod standardom kakovosti in varnosti hrane. Z implementacijo tehnologije so predstavili podatke kitajskih dobaviteljev svinjine na IBM-ovo platformo veriženja blokov in s tem zagotovili višjo kontrolo nad podatki kakovosti izdelkov in njihovega izvora. S pametnimi pogodbami pa so zmanjšali transakcijske stroške pri kršenju pogodb kakovosti izdelkov. Zato so se v letu 2019 odločili, da implementirajo isti sistem še za vse dobavitelje listnate zelenjave, več o tem pa v naslednjem poglavju (Primer Walmart – IBM z listnato zelenjavo).

3.1.9 Primer 9: Gemalto

Gemalto ima zelo podobno zgodbo kot Modum. Ustvarili so sistem veriženja blokov za sledenje farmacevtskim izdelkom s fokusom na merjenju temperature izdelkov med transportom (Kshetri, 2018).

3.1.10 Primer 10: Intel in Sawtooth

Sawtooth je Intelov sistem veriženja blokov, ki trenutno podpira tri dejavnosti (Sawtooth, brez datuma):

- sledenje izdelkom morske hrane od ribiča do restavracije oziroma trgovine,
- varno trgovanje z obveznicami,
- digitalna tržnica za izmenjavo digitalnih sredstev.

Potek sledenja izdelkom morske hrane prek platforme Sawtooth (Kshetri, 2018):

- ribič ujame ribo, vnese osnovne podatke v sistem in označi ribo s senzorjem s podporo interneta stvari (angl. Internet of Things, v nadaljevanju IoT);
- med transportom senzor meri lokacijo, čas in temperaturo izdelka;
- vsak prepis lastništva izdelka se tudi vpiše med informacije;
- končni kupec lahko preveri vse te podatke pred konzumacijo in verjame, da so pristni.

3.1.11 Primer 11: Bext360

Bext360 je ameriško podjetje, ki je ustvarilo sistem veriženja blokov s podobno rešitvijo kot IBM. Bext360 se osredotoča na oskrbovalne verige izdelkov, kot so kava, morski sadeži, les, minerali, bombaž in palmovo olje. Omogoča sledljivost in transparentnost podatkov, med njimi tudi ceno izdelkov. Ključne aktivnosti njihove platforme vključujejo sledljivost izdelkom do izvora, postavljanje standardov kakovosti izdelkov in njihovo preverjanje s pametnimi pogodbami, merjenje teže izdelkov med potjo z Bluetooth tehniko, priklopljeno na IoT, in neposreden nakup izdelkov svojih dobaviteljev prek platforme (Kshetri, 2018; Bext360, brez datuma).

3.2 Korporacije in zagonska podjetja

Razvidno je, da se tehnologija veriženja blokov že implementira v oskrbovalne verige iz različnih razlogov. Zanimivo je videti, da večina velikih, mednarodnih podjetij oziroma korporacij izbere IBM-ovo platformo veriženja blokov skupaj v sodelovanju s Hyperledgerjem ali Everledgerjem. Posamezna zagonska podjetja, ki nudijo podobne rešitve sistemov veriženja blokov, pa za stranke dobijo lokalna podjetja srednje velikosti, ki delujejo le znotraj domače države.

Večina zagonskih podjetij ponuja transparentnost, neoporečnost in sledenje izdelkom ter ima sisteme, zgrajene na javni verigi blokov. Za razliko je IBM-ova platforma zaseben sistem veriženja blokov, kar pomeni, da so podatki vidni le polnim vozliščem v njihovem sistemu. IBM in zagonska podjetja nudijo zelo prirejeno rešitev za vsako posamezno stranko, saj je to trenutno edini način za pozitivne donose na investicijo.

Če se navežemo na poglavje o klasičnih informacijskih sistemih za upravljanje oskrbovalne verige, lahko pogledamo na trenutne rešitve nove tehnologije malo bolj kritično. Zelo podobno rešitev ponujajo klasični sistemi, kot sta SAP SCM in Oracle SCM Cloud za upravljanje oskrbovalnih verig. Ponujajo sledljivost podatkom o izdelkih v oskrbovalni verigi. Edina razlika je, da klasični sistemi ne morejo zagotoviti pametnih pogodb in popolne neoporečnosti podatkov, temveč je praktično v večini časa delno neoporečno čisto dovolj, tudi namreč IBM-ova platforma zares ne more obljubiti popolne neoporečnosti podatkov, saj je njihov sistem grajen na zasebni verigi blokov. Sledljivost in vidnost podatkov se torej da rešiti s klasičnimi sistemi, sistemi veriženja blokov pa nam poleg sledljivosti in vidnosti nudijo še višjo stopnjo neoporečnosti (popolna neoporečnost v javni oskrbovalni verigi, ki deluje na principu dokaza dela) in uporabo pametnih pogodb.

3.3 Pogoji in kriteriji

Iz obdelanih enajstih primerov je Kshetri (2018) ustvaril tabelo, ki nakazuje razloge za implementacijo tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo. Originalna tabela je v prilogi 4, jaz pa sem tabelo priredil in posodobil glede na najnovejše informacije istih enajstih primerov in glede obstoječih rešitev klasičnih informacijskih sistemov.

Priloga 4 je odličen vir za sestavo kriterijev, zato sem poleg obstoječih stolpcev dodal še stolpec »Kriteriji (in kritike)«, ki predstavlja, katere kriterije, ki so cilj magistrske naloge, bom oblikoval v zvezi z vsebino v dani vrstici, razvidno v tabeli 1.

Iz tabele 1 lahko razberemo in poenotimo kriterije, ki so za nas relevantni:

- naši dobavitelji kršijo dogovorjene standarde kvalitete oziroma varnosti
- imamo večje količine papirnatih dokumentov, katere mora dobiti večje število deležnikov
- nuja po višji zanesljivosti podatkov
- izdelek je visoke kvalitete oziroma dragocen
- končni kupec želi neoporečne informacije o izvoru in kvaliteti
- partnerji v oskrbovalni verigi že uporabljajo tehnologijo veriženja blokov
- uporabljamo IoT opremo za različne meritve po oskrbovalni verigi

Tabela 1: Tabela izboljšav, vloge veriženja blokov, mehanizmov in kriterijev

Področje izboljšave	Vloga veriženja blokov	Relevantni mehanizmi	Kriteriji (in kritike)
Stroški	Cenejše reševanje krize pri neizpolnjevanju standardov kvalitete in varnosti.	Sledenje, meritve in detekcija ter pametne pogodbe.	Dobavitelji kršijo dogovorjene standarde kvalitete oziroma varnosti
	Bolj optimalna alokacija virov za transport	Sledenje, meritve in detekcija skozi IoT	(možno tudi na klasičnem IS)
	Eliminacija papirnate dokumentacije	Digitalno podpisane pogodbe, samo-izvedba ob podpisu, varno hranjenje, pravnomočnost	Večje količine papirnatih dokumentov, katere mora dobiti večje število deležnikov
	Znižanje regulacijskih stroškov	Hitra pridobitev podatkov za revizijo	(možno tudi na klasičnem IS)
	Preprečevanje dobaviteljev, da posredujejo izdelke pod standardom kvalitete	Sledljivost in integriteta podatkov, pametne pogodbe	Dobavitelji kršijo dogovorjene standarde kvalitete oziroma varnosti
	Zmožnost sledenja ključnim indikatorjem	Enostavno sledenje podatkom	(možno tudi na klasičnem IS)
Hitrost	Pospeševanje procesov skozi digitalizacijo dokumentov in zmanjšanje števila interakcij z relevantnimi deležniki	Digitalno podpisani dokumenti, varna hramba, pametne pogodbe, ki avtomatično pošljejo dokumente	Večje količine papirnatih dokumentov, katere mora dobiti večje število deležnikov
Zanesljivost	Višja zanesljivost vseh podatkov v verigi blokov (lokacija, čas, meritve drugih spremenljivk, vsebina pametnih pogodb)	Neoporečnost podatkov zapisanih v verigo blokov	Nuja po višji zanesljivosti podatkov
Zmanjšanje tveganja	Zanesljiva identifikacija izdelkov, katerih kvaliteta je bila oslABLJENA ali ogrožena	Zmožnost identifikacije kvalitete in detekcije upada kvalitete	Izdelek je visoke kvalitete
	Manjše tveganje izdelkov pod standardi kakovosti in varnosti	Sledenje, meritve in detekcija ter pametne pogodbe.	Dobavitelji kršijo dogovorjene standarde kvalitete oziroma varnosti
Trajnostni razvoj	Preverjanje indikatorjev trajnostnega razvoja	Sledljivost in integriteta podatkov	Končni kupec želi neoporečne informacije o izvoru in kvaliteti
Fleksibilnost	Rezultati so vidni tudi z manjšim številom uporabnikov, z večjim številom se rezultati izboljšujejo	Efekt omrežja - komunikacija sistemov veriženja blokov med sabo je zelo efektivna	Partnerji v oskrbovalni verigi že uporabljajo tehnologijo veriženja blokov
	Boljši rezultati v sodelovanju z novimi tehnologijami kot je IoT.	Učinkovitost se zviša z več informacijami	Uporabljamo IoT opremo za različne meritve po oskrbovalni verigi

Vir: lastno delo.

4 PRIMER WALMART – IBM Z LISTNATO ZELENJAVO

Ko se zgodi izbruh bolezni na hrani, lahko traja tedne, preden izsledijo izvor in vse okužene izdelke. Z boljšim sledenjem izdelkom po oskrbovalni verigi lahko na tak dogodek reagiramo hitreje. Z implementacijo pametnih pogodb pa še bolj zavarujemo standarde kakovosti in varnosti hrane.

Walmart se je odločil, da ta problem reši z implementacijo tehnologije veriženja blokov v svojo oskrbovalno verigo. V sodelovanju z IBM-om so vzpostavili sistem, zasnovan na Hyperledger Fabric, za sledenje izdelkom po oskrbovalni verigi. Sistem so preizkusili za sledenje svinjini na Kitajskem in sledenje mangom v Združenih državah Amerike. Za svinjino na Kitajskem so sistemu dodali še pametne pogodbe, ki vsebujejo certifikate o standardih kakovosti in varnosti hrane. Za mange pa so eliminirali velik del papirnate dokumentacije in znižali čas pregledovanja izvora izdelka s sedmih dni na dve sekundi (Hyperledger Foundation, brez datuma). Sedaj pa je Walmart že v procesu implementacije istega sistema veriženja blokov v oskrbovalno verigo za listnato zelenjavo na globalni ravni.

4.1 Ozadje Walmart

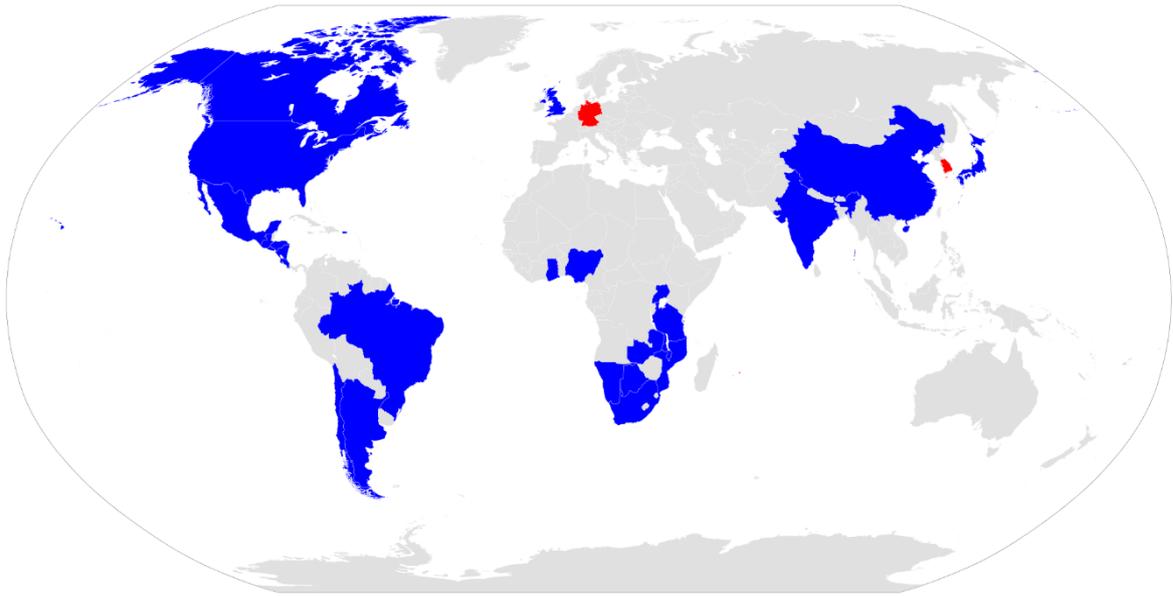
2. julija 1962 je Sam Walton odprl prvo trgovino Walmart v Rogersu v Arkansasu. Walmartova konkurenca je bila mnenja, da Samova ideja, da bi lahko uspešno podjetje temeljilo na tako nizkih cenah, ne bi nikoli uspela. Kot se je izkazalo, je uspeh podjetja presegel celo Samova pričakovanja. Družba je postala javna leta 1970, izkupiček pa je financiral stalno širitev poslovanja.

Sam Walton je leta 1992 pridobil nagrado svobode (angl. Presidential medal of freedom), ki mu jo je podelil predsednik George W. Bush. Njegovo poslanstvo je bilo opisano v govoru na podelitvi, kjer je najbolj izstopal citat: »Če sodelujemo, lahko znižamo stroške življenja za vse. [...] svetu bomo dali priložnost, da vidi, kako se prihrani denar in živi bolje.« (angl. If we work together, we'll lower the cost of living for everyone. [...] we'll give the world an opportunity to see what it's like to save and have a better life) (Walmart Inc., brez datuma a, brez datuma b).

4.1.1 Walmart v številkah

31. januarja 2021 je imel Walmart 11.443 trgovin in klubov v 27 državah, ki delujejo pod 56 različnimi imeni. Razpršenost trgovin po svetu lahko vidimo na sliki 6. Podjetje deluje pod imenom Walmart v ZDA in Kanadi, kot Walmart de México y Centroamérica v Mehiki in Srednji Ameriki, kot Asda v Združenem kraljestvu, kot skupina Seiyu na Japonskem in kot Flipkart Wholesale v Indiji.

Slika 5: Razpršenost Walmartovih trgovin



Vir: Walmart Inc. (brez datuma).

Walmart je po prihodkih največje svetovno podjetje s 548,743 milijarde ameriških dolarjev leta 2020. Je tudi največji zasebni delodajalec na svetu z 2,2 milijona zaposlenih. Je delniška družba v lasti družine Walton. Dediči Sama Waltona imajo v lasti več kot 50 % družbe Walmart tako prek njihove holding družbe Walton Enterprises kot tudi prek njihovih posameznih holdingov (Walmart Inc., brez datuma a, brez datuma b).

4.1.2 Poslovni model

Walmart oskrbuje skoraj 270 milijonov kupcev, ki obišejo več kot 11.700 trgovin. Njegova strategija temelji na najnižjih cenah, vlaganju v razlikovanje glede dostopa, konkurenčnosti ponudbe in zagotavljanju odličnih izkušenj z geslom vsak dan nizka cena (angl. Every Day Low Price, v nadaljevanju EDLP).

Geslo vsakodnevni nizki stroški (angl. Every Day Low Cost, v nadaljevanju EDLC) predstavlja Walmartovo zavezanost k nadzoru stroškov. Ti prihranki se prenesejo strankam in jim zagotovijo nizko ceno. Walmart je vsekano prisoten, da strankam kadar koli in na številnih lokacijah v ZDA in po svetu omogoča dostop do širokega asortimaja blaga. Poleg fizične infrastrukture Walmart vlaga tudi v svoje digitalne platforme, ki temeljijo na e-trgovini (Walmart Inc., brez datuma a; Walmart Inc., brez datuma b).

Walmart sestavljajo trije glavni segmenti (Walmart Inc., brez datuma a; Walmart, Inc. brez datuma b):

- Walmart ZDA predstavlja največji segment, ki deluje v vseh 50 zveznih državah ZDA, Washingtonu in Portoriku. Deluje s tremi glavnimi formati trgovin in e-trgovino. Walmart ZDA je leta 2018 ustvaril približno 64 % neto prodaje;
- mednarodni Walmart (angl. Walmart International) deluje v 27 državah zunaj ZDA;
- obsega trgovino na drobno in trgovino na debelo v različnih formatih trgovin: supercentri, supermarketi, hipermarketi, e-trgovina, skladiščna prodaja (vključno s Samovimi klubi).

Mednarodni Walmart je ustvaril približno 24 % neto prodaje leta 2018. Samov klub (angl. Sam's Club) je sestavljen iz skladiščnih trgovin, ki jih lahko uporabljajo samo člani kluba. Delujejo v 44 zveznih državah ZDA in Portorika ter e-trgovini. Članarina za Samov klub je predstavljala približno 12 % neto dohodka leta 2018 (Walmart Inc., brez datuma a; Walmart Inc., brez datuma b).

4.2 Walmartova strategija najnižjih cen

Walmart razvija in upravlja skladišča na različnih lokacijah ter po trgovinah nudi večkanalsko in na kupca osredotočeno izkušnjo. Sledi različnim programom, ki jim pomagajo pri konkurenčnosti (Walmart Inc., brez datuma a; Walmart Inc., brez datuma b):

- EDLP: večina izdelkov ima ceno vsak dan nizko (vsakodnevna promocija), zato stranke Walmarta verjamejo, da se cene ne bodo spremenile;
- EDLC: nizki stroški, da se prihranki lahko prenesejo strankam in jim zagotovijo nizko ceno;
- lovilec prihrankov oziroma ujemanje oglaševalnih cen: strategija za doseganje nižjih cen od oglaševanih cen konkurenta;
- Walmart poberi (angl. Walmart Pickup): kupec odda naročilo prek spleta in ga brezplačno prevzame v trgovini ali skladišču. Blago se dobavlja prek Walmartovih distribucijskih centrov;
- prevzem danes: kupec odda naročilo prek spleta in ga lahko brezplačno prevzame v trgovini v štirih urah. Naročilo je izpolnjeno z obstoječim inventarjem trgovine;
- spletna trgovina z živili: kupec naročilo živil odda prek spleta in dobi dostavo na dom;
- garancija vračila denarja: zagotovljena kakovost in svežina sadja in zelenjave v Walmartovih trgovinah tako, da kupcem ponujajo 100-odstotno garancijo – vračilo denarja, če niso zadovoljni.

4.3 Distribucija

V letu 2018 je bilo približno 78 % nakupov blaga za Walmart ZDA odposlanih prek 157 distribucijskih centrov. Preostalo blago se je odprenilo neposredno od dobaviteljev. Na mednarodni ravni Walmart uporablja 188 distribucijskih centrov v Argentini, Braziliji, Kanadi, Srednji Ameriki, Čilu, na Kitajskem, Japonskem, v Mehiki, Južni Afriki in

Združenem kraljestvu. Prek teh centrov Walmart distribuira tako uvožene kot domače izdelke v operativne enote segmenta mednarodnega Walmarta. Do januarja 2018 je približno 83 % nakupov mednarodnega Walmarta šlo skozi te distribucijske zmogljivosti (Cuofano, 2021).

4.4 Dobavitelji

Walmart dobavlja izdelke od preko 2800 različnih dobaviteljev. Še večje število dobaviteljev pa se poteguje za prostor v njihovi trgovini prek njihove platforme za dobavitelje. Na platformo se lahko prijavi kdor koli in se začne potegovati za prostor v trgovini. Med sabo tekmujejo enaki in podobni izdelki, na polico pa lahko pride več različnih dobaviteljev. Tekmujejo v največji meri s kakovostjo in ceno, pa tudi z diverzifikacijo. Preden pride izdelek na polico, mora dobavitelj ustrezati veliko različnim pogojem standardov zdravja, kakovosti in vsebovati različna zavarovanja proti tveganjem kot vidimo v prilogi 5.

Walmart sledi ustreznosti certifikatov dobavitelja s kontrolami izdelkov in procesov dobavitelja. V primeru kršitve standardov politik Walmarta ali pogodbe med Walmartom in dobaviteljem lahko Walmart izvede različne sankcije in izvršbe zoper dobavitelja. Prav tako pa mora dobavitelj s pomočjo Walmarta odmakniti vse ogrožene izdelke iz prodaje (Walmart Inc., brez datuma a; Walmart Inc., brez datuma b).

4.5 Ozadje IBM

IBM je ameriška multinacionalna družba s sedežem v New Yorku, ki deluje v več kot 170 državah. Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1911 v New Yorku kot Computing-Tabulating-Recording Company in je bilo leta 1924 preimenovano v International Business Machines.

IBM proizvaja in prodaja računalniško strojno in programsko opremo ter nudi storitve in svetovanja na različnih računalniških področjih, od super računalnikov do nanotehnologije. IBM je tudi največja raziskovalna organizacija in ima rekord v številu ameriških patentov že 28 zaporednih let. IBM-ovi izumi vključujejo avtomatizirano blagajno, disketo, trdi disk, kartico z magnetnimi trakovi, relacijsko bazo podatkov, strukturiran povpraševalni jezik za delo s podatkovnimi bazami (angl. Structured Query Language – SQL), univerzalno kodo produkta (angl. Universal Product Code – UPC) in dinamični pomnilnik z naključnim dostopom (angl. dynamic random access memory - DRAM).

IBM je nenehno preusmerjal svoje poslovne dejavnosti, da bi ujel vedno bolj donosnejše trge. Od razvijanja in produkcije računalnikov in računalniške strojne opreme do razvijanja programske opreme. Trenutno so osredotočeni na storitve svetovanja in storitve gostovanja na njihovih strežnikih in platformah.

IBM z vzdevkom Veliki modri (angl. Big Blue) je eno izmed 30 podjetij, vključenih v industrijsko povprečje Dow Jones, in eden največjih delodajalcev na svetu, ki ima več kot

350.000 zaposlenih, znanih kot »IBM-ovci«. Približno 70 % IBM-ovcev stanuje izven Združenih držav Amerike, država z največjim številom IBM-ovcev pa je Indija. Zaposleni v IBM-u so prejeli pet Nobelovih nagrad, šest Turingovih nagrad, deset nacionalnih medalj za tehnologijo in pet državnih medalj za znanost (IBM, brez datuma).

4.5.1 Raziskovalni inštitut za tehnologijo veriženja blokov

Ena izmed ustanoviteljev raziskovalnega inštituta za tehnologijo veriženja blokov (angl. Blockchain Research Institute, v nadaljevanju BRI) je bila takrat izvršna direktorica IBM-a Ginni Rommety, ki je že zgodaj prepoznala transformacijsko vrednost tehnologije veriženja blokov in skupaj z ekipo leta 2017 ustanovila BRI. Od takrat naprej so vodili več kot 100 različnih projektov transformacije procesov s tehnologijo veriženja blokov. Med njihovimi strankami so (Arun, Cuomo & Nitin, 2019):

- Walmart,
- Brooklyn Roasting Company,
- Maersk,
- Unilever.

4.5.2 Digitalna identiteta

Ekipa BRI-ja vseskozi poudarja pomembnost digitalne identitete, z uporabo sistema veriženja blokov IBM-a pa so pripeli identitete posameznikov na bloke, tako so postale te informacije o identiteti neoporečne in preverjene brez potrebe tretje osebe. Lahko se jih uporablja v kakršnem koli kontekstu.

Fundacija decentralizirane identifikacije (angl. Decentralized Identity Foundation, v nadaljevanju DIF), katere član je tudi IBM, je bila ustanovljena, da združi decentralizirane identitete, identitete blokov v verigi in nično zaupne baze podatkov, ki jih lahko odkrije kdor koli. Osredotočajo se na tri velika področja – identifikatorje in odkritja, shranjevanje in upravljanje podatkov ter potrjevanje.

IBM je znotraj DIF-a sodeloval na teh področjih skupaj z ATB Financial, Evernym, the Sovrin Foundation, Workday in SecureKey Technologies. Poslovni modeli, ki izhajajo iz tehnologije veriženja blokov, so v večini decentralizirani sistemi mrež, kjer se v primeru večjega števila vozlišč prelevijo v drugačen poslovni model. IBM opisuje štiri poslovne modele (Arun, Cuomo & Nitin, 2019):

- mreže, vodene s strani ustanovitelja,
- skupni podvigi (angl. joint ventures),
- konzorcij,
- poslovni ekosistemi.

4.6 HyperLedger

HyperLedger je Linuxova odprtokodna platforma, ustvarjena za napredek tehnologije veriženja blokov v različnih industrijah. Sestavlja mrežo kolaboracije med globalnimi podjetji v bančništvu, financah, IoT, proizvodnji, tehnologiji in oskrbovalni verigi (Hyperledger Foundation, brez datuma).

IBM za svojo platformo veriženja blokov uporablja HyperLedger z razlogom visoke razširljivosti in možnostjo uporabe pametnih pogodb, prav tako pa omogoča bolj centralizirano različico sistema veriženja blokov, ki je bolj primerna za velika, korporacijska podjetja. Za razliko od platforme Ethereum – najbolj popularne odprtokodne platforme veriženja blokov, ki omogoča pametne pogodbe –, ki pa ne podpira centraliziranih sistemov.

Napol decentraliziran sistem, kot ga omogoča Hyperledger, deluje tako, da ima ustanovitelj (korporacijsko podjetje) več pravic upravljanja z verigo blokov. To pomeni večji nadzor za podjetje, ampak nepopolno decentralizacijo, torej sta varnost in transparentnost tega sistema oslabljeni in nista stoodstotni kot v popolnoma decentraliziranem sistemu. Če je preveč moči pri ustanovitelju oziroma upravitelju verige blokov, obstaja nevarnost, da upravitelj izrabi to moč in skriva kakšne podatke (Arun, Cuomo & Nitin, 2019).

4.7 Varnost živil v oskrbovalni verigi

Večkrat se je že zgodilo, da je kakšen hranilni izdelek napadla bolezen, kar je povzročilo široko razširjenost zdravju škodljivega izdelka. Eden izmed primerov je bil ameriški izbruh *Escheria coli*, bolezen na špinaci, kjer se je tovrstni izdelek razširil čez celo državo, preden so domneli, da gre za kontaminirano špinaco.

Regulatorji so dva tedna preiskovali pot od izvora izdelka do polic kontaminiranih izdelkov, želeli so definirati točno točko izvora bolezni. V tem času je zbolelo veliko število ljudi, en človek je celo umrl. Prav tako so v tem času zmetali stran na tone špinace, tako bolne kot zdrave, ker v tem času še nismo znali ločiti, katera je bila kontaminirana.

IBM-ova mreža zaupanja v hrano (angl. IBM Food Trust Network) je sestavljena iz naslednjih glavnih trgovcev s hrano: Walmart, Unilever in Nestle. Mreža omogoča vpogled v oskrbovalno verigo teh članov in njihovih ekosistemov. Tako bi lahko v primeru kontaminacije veliko hitreje definirali točko izvora bolezni in vse konkretne izdelke, ki so okuženi. Tako posledično manj ljudi zboli, stran pa vržemo le hrano, ki je kontaminirana.

S tehnologijo veriženja blokov lahko člani mreže sledijo izdelku od njegovih sestavin do police v trgovini. Ko je Walmart testiral tehnologijo, so sledili izvoru svojih mangov vse do kmetije. Test je pokazal, da lahko s tehnologijo veriženja blokov in sistemom IBM-a dramatično izboljšamo ta čas iskanja izvora hranilnih izdelkov. Pred sistemom je Walmart

potreboval za sledenje izvora sedem delovnih dni. S tehnologijo veriženja blokov pa se je ta čas zmanjšal na kar 2,2 sekunde (Arun, Cuomo & Nitin, 2019).

Varnost živil je eden izmed razlogov za implementacijo tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo, ki ga Walmart in IBM ves čas ponavljata. Vendar če bi bil to edini razlog implementacije tehnologije, veriženja blokov ne bi potrebovali in bi lahko uporabljali klasični informacijski sistem sledljivosti – sedaj uporabljajo Hyperledger, ki je zasebni sistem veriženja blokov, kar pomeni, da bi lahko zelo podobne rezultate dobili s klasičnim sistemom, ki predstavlja veliko cenejšo in manj tvegano naložbo kot tehnologija veriženja blokov. Če bi varnost hrane bil edini razlog za implementacijo tehnologije, je donos na investicijo negativen, saj implementacija te tehnologije stane veliko več, kot se privarčuje pri redkih primerih izbruha bolezni na hrani. Prav tako pa bi lahko isti rezultat sledenja po oskrbovalni verigi dosegli s cenejšim klasičnim informacijskim sistemom.

4.8 Transakcijski stroški

Obstaja dodaten razlog za Walmart, podjetje, ki je zelo naklonjeno najnižji možni ceni izdelkov in optimizaciji stroškov, da investira toliko virov, časa in fokusa v to implementacijo – nek donosnejši razlog, kot varnost hrane. Walmart ima zelo veliko dobaviteljev, ki tekmujejo med sabo, kdo bo ponudil najnižjo ceno in tako uspel priti na polico Walmarta. V primeru take visoke tekmovalnosti med dobavitelji pride do visokih transakcijskih stroškov, saj če se želi ohranjati optimalne stroške, je treba ves čas menjati dobavitelje za najbolj ugodnega – menjava dobaviteljev pa prinese transakcijske stroške, s prekinjanjem pogodb, tudi v primeru, ko jo krši dobavitelj, potrebujemo notarja in čas, da se dobavitelj zamenja oziroma da izvršimo posledice kršenja pogodbe.

Walmartovi dobavitelji in potencialni dobavitelji morajo vnaprej svoje podatke naložiti na platformo. IBM-ova platforma veriženja blokov dopušča pametne pogodbe, ki se ob kršitvi pogodbe, naložene na verigo blokov s strani dobavitelja, same izvršijo s klavzulo, napisano v le-tej. Tako eliminiramo nekatere transakcijske stroške, ki se pojavijo pri menjavi dobaviteljev, kot so recimo pravni stroški. Podoben mehanizem eliminacije pravnih vmesnikov za optimizacijo stroškov lahko primerjamo s primerom Maerska.

4.9 Pogoji in kriteriji

Walmart in IBM sta skupaj z Linuxovim Hyperledgerjem uspešno postavila platformo veriženja blokov za Walmartove dobavitelje listnate zelenjave, kjer se sledi vsem dobaviteljem, potencialnim dobaviteljem, njihovim izdelkom in kakovosti. Hyperledger dopušča zasebni sistem veriženja blokov in pametne pogodbe, kar pomeni, da je odlična rešitev za implementiranje tehnologije veriženja blokov za večja podjetja in korporacije.

Sklepamo, da je resnični razlog za implementacijo tehnologije zmanjšanje transakcijskih stroškov zaradi redne menjave dobaviteljev. Enaka višina varnosti hrane bi se namreč lahko dosegla z veliko manjšo investicijo – s klasičnim, centraliziranim informacijskim sistemom za sledenje izdelkom. Torej, če ima podjetje veliko število dobaviteljev, ki jih redno menja (Walmart 2800 dobaviteljev), bi se implementacija tehnologije veriženja blokov na Walmart-IBM-Hyperledger način splačala.

5 PRIMER ORIGINTRAIL – PERUTNINA PTUJ

Osrednje razvojno podjetje Trace Labs je bilo ustanovljeno leta 2013, danes pa je skupina podjetij, ustanovljenih v Združenem kraljestvu, Sloveniji, Srbiji in Hongkongu. Trace Labs je vodilno podjetje v prispevkih za odprtokodno tehnologijo OriginTrail – decentralizirani graf znanja (angl. Decentralised Graph of Knowledge), komplete za razvoj programske opreme (angl. Software Development Kit – SDK) in orodja. Podjetje širi svoj vpliv tako, da si aktivno prizadeva za standardizacijo podatkov, kot je delovna skupina Informacijske storitve o elektronskih kodah izdelka (angl. Electronic Product Code Information Services - EPCIS) 2.0 pod okriljem globalnih standardov (angl. Global Standards, v nadaljevanju GS1).

Trace Labs je implementiral številne rešitve, zgrajene z OriginTrail Decentralized Knowledge Graph, skupaj s strateškimi partnerskimi podjetji, kot je British Standards Institution, za katere Trace Labs vodi tudi razvoj orodij zaupanja. Drugi partnerji in stranke vključujejo Oracle Švicarske zvezne železnice (angl. Swiss Federal Railways) in več kot 300 drugih partnerjev, s katerimi je Trace Labs sodeloval neposredno ali sodeloval pri enem od več kot 15 nacionalnih in mednarodnih projektov raziskave in razvoja.

Če pogledate po svoji pisarni ali domu, obstaja velika verjetnost, da je večina predmetov, ki vas obdajajo, prišla do vas skozi neko oskrbovalno verigo. Dejstvo, da imamo zelo malo informacij o tem, kako so ti izdelki prišli do nas, je le eden od znakov, da oskrbovalne verige niso pregledne za končnega potrošnika.

OriginTrail to spremeni z decentraliziranim protokolom, ki je prilagojen za deljenje podatkov na transparenten način, vzdolž oskrbovalne verige. To prinaša popolnoma nov način gradnje preglednosti in transparentnosti v oskrbovalnih verigah. OriginTrail uporablja tehnologijo veriženja blokov in gradi na dobro uveljavljeni industriji standardov GS1 ter zagotavlja potrebno osnovo za dodajanje vrednosti – večje zaupanje, optimizirana učinkovitost oskrbovalne verige, avtomatizirana skladnost in uveljavljanje zagotavljanja kakovosti procesov.

Z uporabo OriginTrail lahko vsi zainteresirani deležniki varno delijo svoje podatke in v celoti hranijo občutljive podatke, šifrirane ves čas. S podporo svetovnim standardom za izmenjavo podatkov (GS1, IoT, skladnost s standardi) OriginTrail zagotavlja združljivost z obstoječimi informacijskimi sistemi, kar pomeni hitro in učinkovito implementacijo.

Popolnoma decentraliziran sistem onemogoča možnost dogovarjanja in uvaja popolno odgovornost za posredovane podatke. Ekosistem OriginTrail stremi proti bolj transparentnim, pravičnim in zaupanja vrednim oskrbovalnim verigam (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017).

5.1 Analiza protokola in sistema OriginTrail

Z globalizacijo postajajo oskrbovalne verige vse bolj zapletene. To pa povečuje količino asimetrije v informacijah – tako, da so informacije neenakomerno razdeljene med sodelujoče deležnike znotraj oskrbovalne verige. Ko imajo sodelujoči deležniki neuskklajene spodbude, če so deležniki recimo različna podjetja, potem ni nobene spodbude, da bi si ti deležniki izmenjevali popolne informacije, kar dodatno prispeva k asimetriji informacij.

5.1.1 Izzivi oskrbovalne verige z vidika OriginTrail

Končni kupci nimajo ekonomičnega oziroma praktičnega načina preverjanja pristnosti in kakovosti kupljenih izdelkov. Tako okolje ustvarja idealne pogoje za prikrievanje in goljufivo vedenje. Manifestacije takšnih pojavov so poplava ponarejenega blaga na trgu, varnost izdelkov, kršitve delovnih standardov, če jih naštejemo le nekaj. Najbolj tvegane skupine deležnikov so končni kupci, potrošniki, okolje, delavci in podjetja, ki se ukvarjajo s trajnostno proizvodnjo in poštenimi praksami.

OriginTrail definira dva ključna dejavnika, ki ovirata zbiranje podatkov in izmenjavo pri dobavi verige (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017):

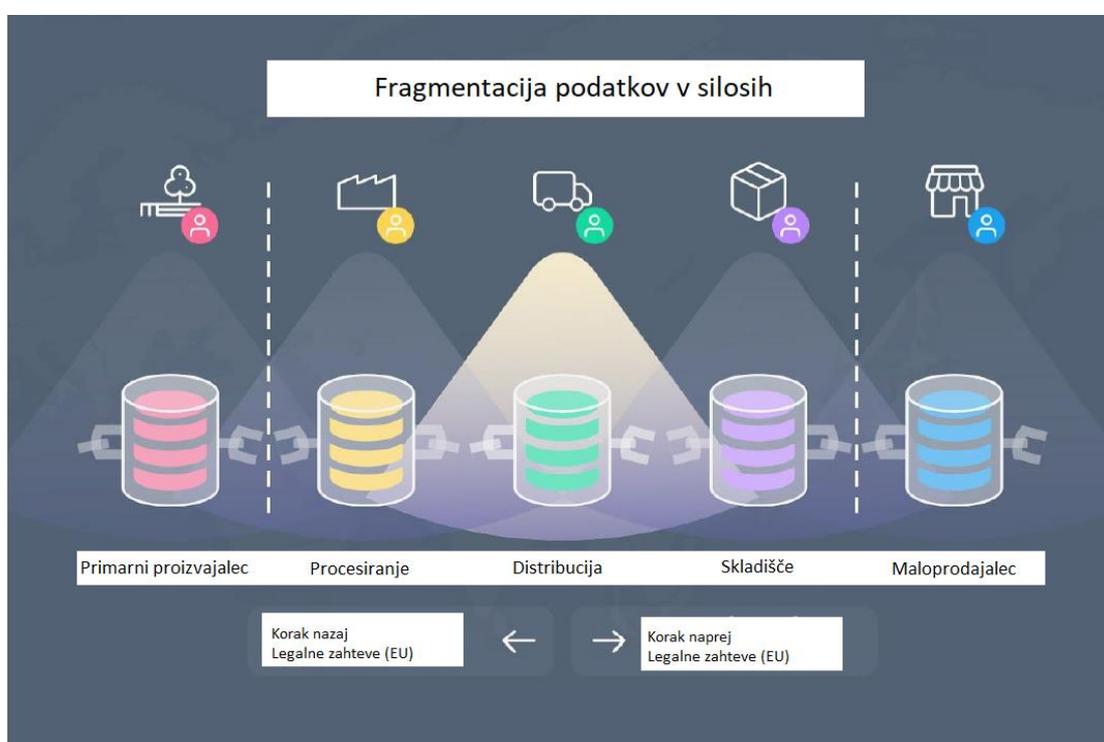
- Podatki so večinoma razdrobljeni oziroma fragmentirani. Podatkovni silosi in nizka interoperabilnost podatkov obstajajo po celotni oskrbovalni verigi, tako v oskrbovalnih verigah korporacij in organizacijskih združenjih kot v oskrbovalnih verigah enostavnejših podjetij. Torej obstaja ključni tehnični izziv za različne ponudnike informacijske tehnologije za oskrbovalne verige (programska oprema in IoT), ki jih je treba rešiti, da bi lahko sodelovali in vzpostavili popolnoma transparentno oskrbovalno verigo.
- Za podatke v oskrbovalnih verigah ni ustrezne decentralizirane rešitve. Rešitve, ki bi lahko zagotovila potrebno raven zmogljivosti, razširljivosti in zaupanja za medsebojno povezane podatke v oskrbovalnih verigah, hkrati pa bila stroškovno učinkovita, ni. Trenutne decentralizirane rešitve so za večino podjetij predrage, ne zagotavljajo napredne relacijske funkcionalnosti podatkov in imajo težave s skaliranjem.

Trenutno stanje rešitev za upravljanje podatkov oskrbovalne verige vključuje številne lokalizirane informacijske sisteme, sisteme ERP in rešitve po meri. Da bi lahko komunicirali, je treba implementirati integracije po meri. Ti centralizirani sistemi, ki jih pogosto

imenujemo podatkovni silosi, nimajo skupnega tehničnega okolja, varnosti in protokolov za izmenjavo, ki bi olajšali izmenjavo podatkov.

Zaradi te nizke interoperabilnosti podatkov in drugih tehničnih ovir (npr. različne varnostne politike, ločene infrastrukture in okolja) uporabno znanje o kontekstu izdelkov oskrbovalne verige v realnem času ni bilo na voljo zainteresiranim stranem (npr. potrošnikom, certifikacijskim in vladnim organom in operativnim podjetjem v oskrbovalni verigi). Z vsako zainteresirano stranjo v oskrbovalni verigi, ki prejme in pošlje podatke o lastnostih izdelka »en korak nazaj, en korak naprej«, se zaupanje zlahka zlomi in integriteta vrednostnih verig je ogrožena. Kako so podatki fragmentirani v silosih in prikaz poti podatkov naprej ali nazaj, lahko vidimo na sliki 7.

Slika 6: OriginTrail – fragmentacija podatkov v silosih



Prerejeno po Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic (2017, str. 6).

Številne organizacije si danes prizadevajo vnesti več reda in integritete v zapletene oskrbovalne verige, vključno s ponudniki globalnih standardov v oskrbovalne verige (npr. GS1), certifikacijskimi organizacijami (npr. Globalna dobra kmetijska praksa (angl. Global Good Agriculture Practice), iSeal, Rainforest Alliance, Bureau Veritas) in ponudniki informacijskih sistemov (npr. SAP in Oracle). Vendar pa nobena od teh organizacij ne more zagotoviti celovitosti celotne verige z ustvarjanjem samostojne rešitve zaradi centralizirane logike zbiranja in deljenja podatkov. Običajno so revidirani in vključeni samo deli globalnih oskrbovalnih verig, kar vodi do delnega zbiranja podatkov, slabe preverljivosti zbranih podatkov in sčasoma zmanjšanega zaupanja (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017).

Odrpte in decentralizirane rešitve, ki temeljijo na tehnologiji veriženja blokov, sovpadajo s tehnologijo za premagovanje izzivov fragmentacije podatkov. Vendar nobena od trenutnih rešitev ne zagotavlja visokozmogljivih funkcionalnosti shranjevanja, obdelave in interakcije z močno medsebojno povezanimi podatki, ki so neločljivi za oskrbovalne verige.

Rešitve, kot sta Interplanetarni sistem podatkov (angl. The InterPlanetary File System – IPFS) in Storj, so odlične za decentralizirano shranjevanje dokumentov, vendar ne zagotavljajo funkcij, potrebnih za napredno iskanje, kumulativno analizo in fleksibilnost pri ravnanju z medsebojno povezanimi podatki, kar je domena profesionalnih rešitev baz podatkov. Ethereum, Hyperledger Fabric in podobne rešitve tudi niso zasnovane za takšno shranjevanje in manipulacijo podatkov in so razmeroma dražje za delovanje kot tradicionalne rešitve centralizirane baze podatkov. Končno, BigchainDB ponuja nekatere funkcionalnosti baze podatkov, čeprav ni primeren, prilagodljiv model za oskrbovalne verige in ima drugačno predvideno uporabo v svojem zaprtem (poldecentraliziranem) modelu sistema (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017).

5.1.2 OriginTrail – protokol za oskrbovalne verige na veriženih blokih

OriginTrail je protokolarna rešitev, ki ponudnikom informacijskih sistemov in tehnologije omogoča enostavno nastavitve izmenjave podatkov v verižnih blokih po oskrbovalni verigi. Omogoča gradnjo transparentnosti in sledenja, ki presega načelo »en korak nazaj, en korak naprej«, ščiti blagovne znamke pred goljufivim vedenjem in spodbuja učinkovitost za vse deležnike.

OriginTrail prinaša (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017):

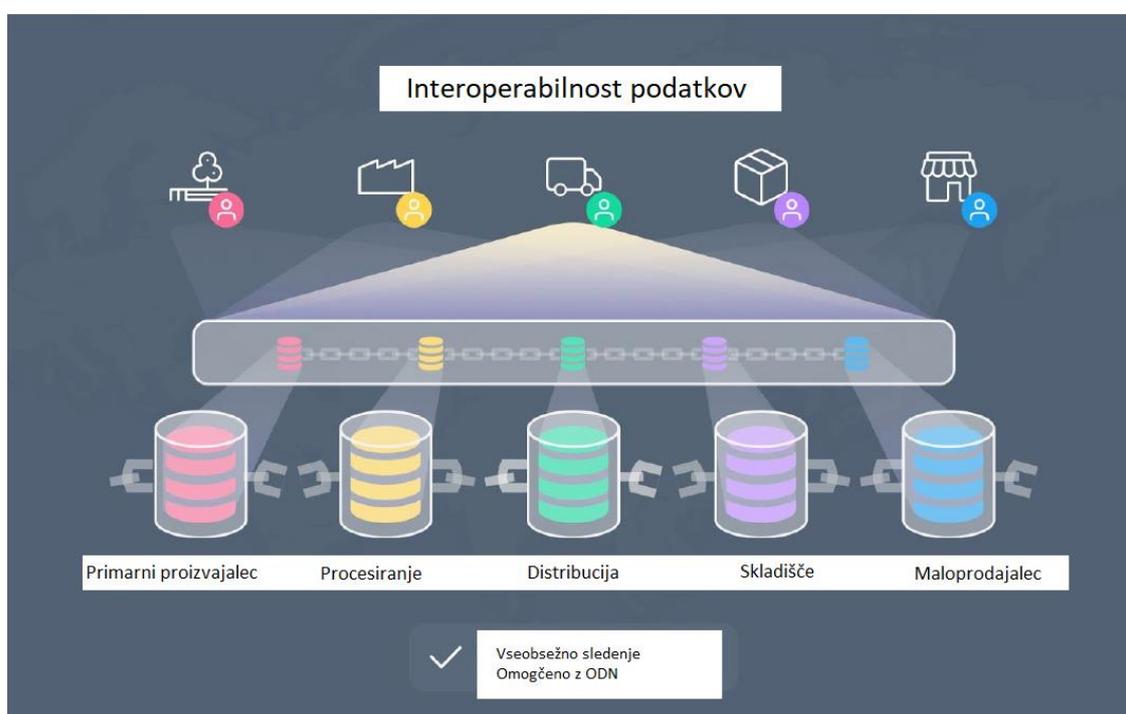
- brezhibno in avtomatsko povezovanje podatkov in interoperabilnost med informacijskimi sistemi različnih deležnikov v večorganizacijskih oskrbovalnih verigah s konsenznimi mehanizmi za zagotavljanje celovitosti podatkov;
- javno decentralizirano rešitev za probleme zmogljivosti, stroškov in skaliranja z zagotavljanjem prilagojenega decentraliziranega sistema za podatke v oskrbovalni verigi, ki temelji na tehnologiji veriženja blokov.

Neposredni uporabniki OriginTrail so torej razvijalci, ki z opisanim protokolom ustvarjajo različne aplikacije za oskrbovalne verige. Uporabniki so lahko tretji ponudniki tehnologije (podjetja programske opreme v oskrbovalni verigi, ponudniki sistemov ERP, ponudniki interneta stvari, razvoj programske opreme podjetja) ali tehnološke ekipe v oskrbovalni verigi. Aplikacije, kjer protokol OriginTrail prinaša vrednost, so: preverjanje pristnosti izdelka, vidljivost poti izdelka, učinkovitost odpoklica izdelkov, svežina izdelkov za hitro pokvarljive izdelke, veriga skrbništva z odgovornostjo, podpora dejavnosti korporacijske odgovornosti, kartiranje in optimizacija oskrbovalne verige, upravljanje zalog, sistemi za opozarjanje (upravljanje izjem), zagotavljanje skladnosti oskrbovalne verige, carina, revizija

in optimizacija predpisov in katera koli druga aplikacija oskrbovalne verige, ki zahteva pregledno oskrbovalno verigo.

Protokol OriginTrail omogoča izmenjavo različnih podatkovnih nizov med večorganizacijskimi oskrbovalnimi verigami ne glede na njihovo kompleksnost, hkrati pa zagotavlja kakovost in celovitost podatkov. Vnos in deljenje podatkov z OriginTrail temelji na skupnem nizu podatkovnih standardov, ki več organizacijam vzdolž oskrbovalne verige omogočajo izmenjavo podatkov. Slika 8 prikazuje skozi katere vse fragmente oskrbovalne verige je omogočeno sledenje v protokolu OriginTrail (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017).

Slika 7: Interoperabilnost podatkov protokola OriginTrail



Prirejeno po Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic (2017, str. 9).

5.1.3 Preverjanje konsenza v OriginTrail

Pri prejemanju informacij deležnikov protokol OriginTrail izvede preverjanje konsenza, ki preveri, da ni nobenih neskladij med podatki, ki jih posredujejo različni deležniki. Preverjanje poteka v več korakih (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017):

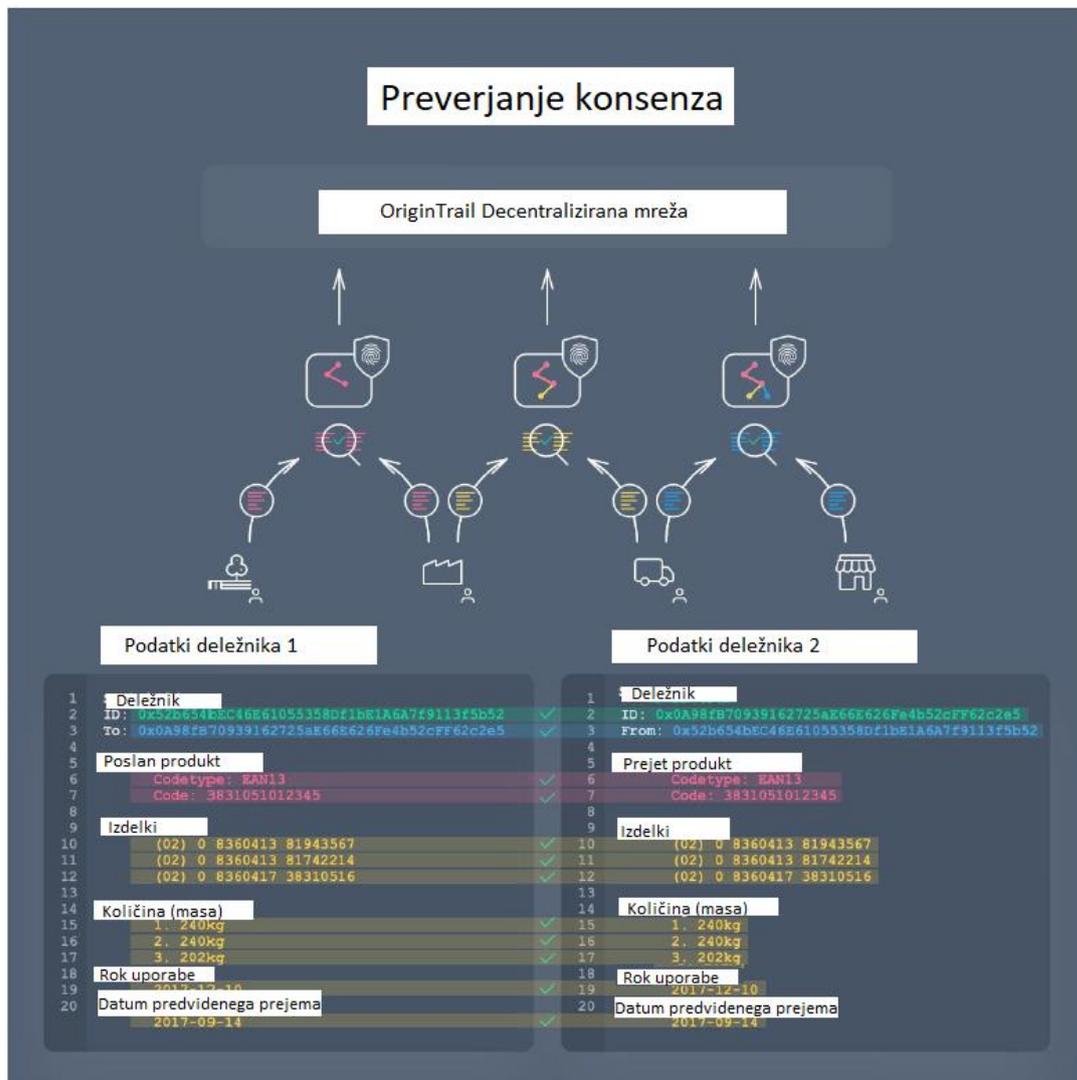
- 1. korak: Vsakega deležnika mora odobriti prejšnji in naslednji deležnik oskrbovalne verige, s čimer se ustvari veriga odgovornosti.
- 2. korak: Preverja se ujemanje dinamičnih podatkov serije, vključno s kritičnimi informacijami identifikatorjev serije, ustreznimi časovnimi žigi in transakcijskimi podatki. Ker ta korak vključuje zasebne podatke podjetja (npr. količine prodaje), bo

izvedba mehanizma dokaz brez znanja (angl. zero knowledge proof) zagotovi način za preverjanje, ali je ujemanje zasebnih informacij dokazljivo, ne da bi razkrili informacije. Drugi dinamični podatki lahko vključujejo podatke, zbrane s senzorji, in podatke o skladnosti.

- 3. korak: Kot dodatno plast verodostojnosti lahko revizijske in podobne organizacije potrdijo podatke tako, da predložijo svoja potrdila.

Na sliki 9 lahko vidimo primer vrste podatkov deležnikov v isti oskrbovalni verigi. Skozi decentralizirano mrežo uporabnikov se te podatki preverijo.

Slika 8: Preverjanje konsenza v mreži OriginTrail



Prirjeno po Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic (2017, str. 12).

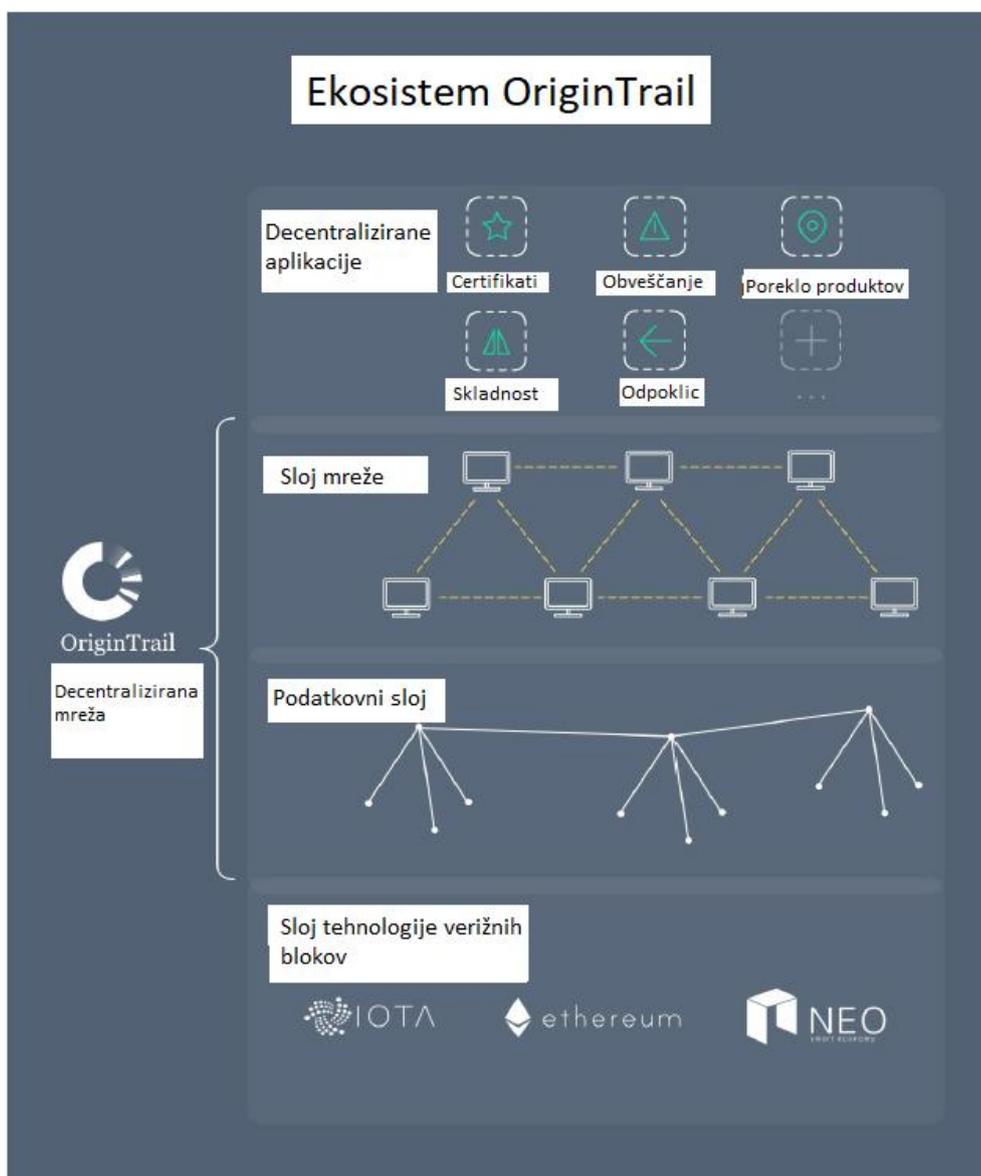
To zagotavlja, da je celotna oskrbovalna veriga v skladu z dotično serijo izdelkov. Če ni konsenza, je mogoče neskladja hitro prijaviti, raziskati in uskladiti. Usklajevanje neskladij se zabeleži tudi na OriginTrail – dodatne informacije so naložene kot poseben nabor

podatkov za usklajevanje, za katerega spet velja isti mehanizem preverjanja konsenza (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017).

5.1.4 Decentralizirana mreža OriginTrail

Protokol OriginTrail deluje na decentraliziranem omrežju enakovrednih, izven verige, imenovanem decentralizirana mreža OriginTrail (angl. OriginTrail Decentralized Network, v nadaljevanju ODN), katere strukturo vidimo na sliki 10. Sodelujočim v omrežju omogoča, da se pogajajo o storitvah, prenašajo, obdelujejo in pridobivajo podatke, preverjajo njihovo celovitost in razpoložljivost ter povrnejo stroške vozlišč ponudnika. Tako zmanjša količino podatkov, shranjenih v verigi blokov, s tem se zmanjša stroške in zviša učinkovitost.

Slika 9: Ekosistem OriginTrail



Prirejeno po Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic (2017, str. 13).

OriginTrail vključuje tehnologijo veriženja blokov za platformo za zagotavljanje celovitosti podatkov. Za vse informacije, ki so vključene v sistem, se ustvari prstni odtis (kriptografski identifikacijski ključ), ki je zaščiten pred posegi in se ob prihodu shrani v verigo blokov. Identifikacijski ključ (angl. hash) se običajno uporablja za dokazovanje, da prejeti podatki niso bili na kakršen koli način spremenjeni, in če je identifikacijski ključ nespremenljiv v verigi blokov, kot referenca na izvirni vhod, ta mehanizem dopolnjuje. Če je treba preveriti, ali so bili podatki spremenjeni, preprosta primerjava razpršitve med shranjenim identifikacijskim ključem v verigi blokov in na novo ustvarjenim identifikacijskim ključem iz istih podatkov v ODN pokaže, ali so bile opravljene spremembe.

OriginTrail podpira veliko različnih aplikacij veriženja blokov. Trenutna različica OriginTrail uporablja Ethereum za dokaz koncepta in začetne implementacije, popolnoma razvita rešitev bo zagotovila vmesnike za številne različne verige blokov.

Obstaja več razlogov za sprejetje tega načela (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017):

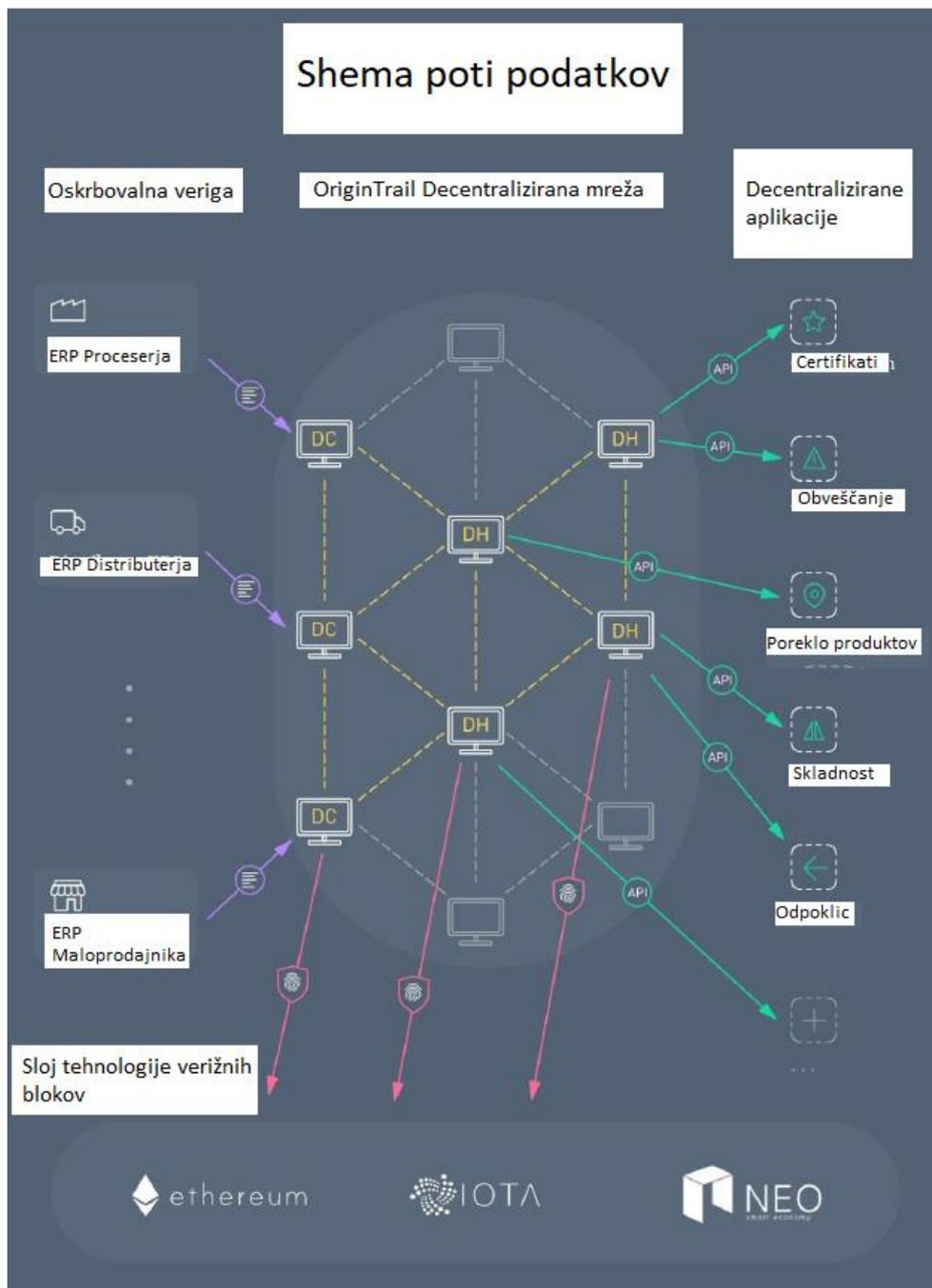
- konkurenčne rešitve tehnologije veriženja blokov se bodo razvijale na nepričakovane načine, kar bo vplivalo na cene uporabe te tehnologije;
- v prihodnosti bi lahko vključili naprednejše rešitve tehnologije veriženja blokov;
- deležniki v oskrbovalni verigi, ki že uporabljajo rešitve s tehnologijo veriženja blokov za različne namene, bodo lahko uporabljali isto tehnologijo za OriginTrail. Tehnologija veriženja blokov je skupek dveh sistemskih plasti – omrežne in podatkovne, ki skupaj tvorita sistem ODN. Zaradi učinkovitosti računanja in shranjevanja je ODN sposoben zagotoviti stroškovno učinkovito rešitev za integracijo in manipulacijo podatkov za vse deležnike vzdolž oskrbovalne verige.

5.1.5 Shema poti podatkov

Branje podatkov v OriginTrail vključuje zahtevanje informacij od vozlišča s posebnim naborom vhodnih informacij, odvisnih od identifikatorjev izdelkov in potencialno številnih drugih parametrov (kot so identifikacija serije, časovni žigi, informacije, specifične za panogo, edinstveni identifikatorji embalaže izdelka, senzorične informacije itd.).

Na sliki 11 je razvidna pot podatkov med različnimi ERP-ji deležnikov v oskrbovalni verigi in različnimi uporabnimi decentraliziranimi aplikacijami, skozi mrežo ODN na sloju tehnologije veriženja blokov. Podatki iz ERP-jev deležnikov gredo skozi mrežo ODN, ki bazira na tehnologiji veriženja blokov, mreža pa podatke posreduje decentraliziranim aplikacijam, ki jih različni deležniki, kot so distributer, proizvajalec, ali maloprodajnik, uporabljajo za različne namene (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017).

Slika 10: Shema poti podatkov



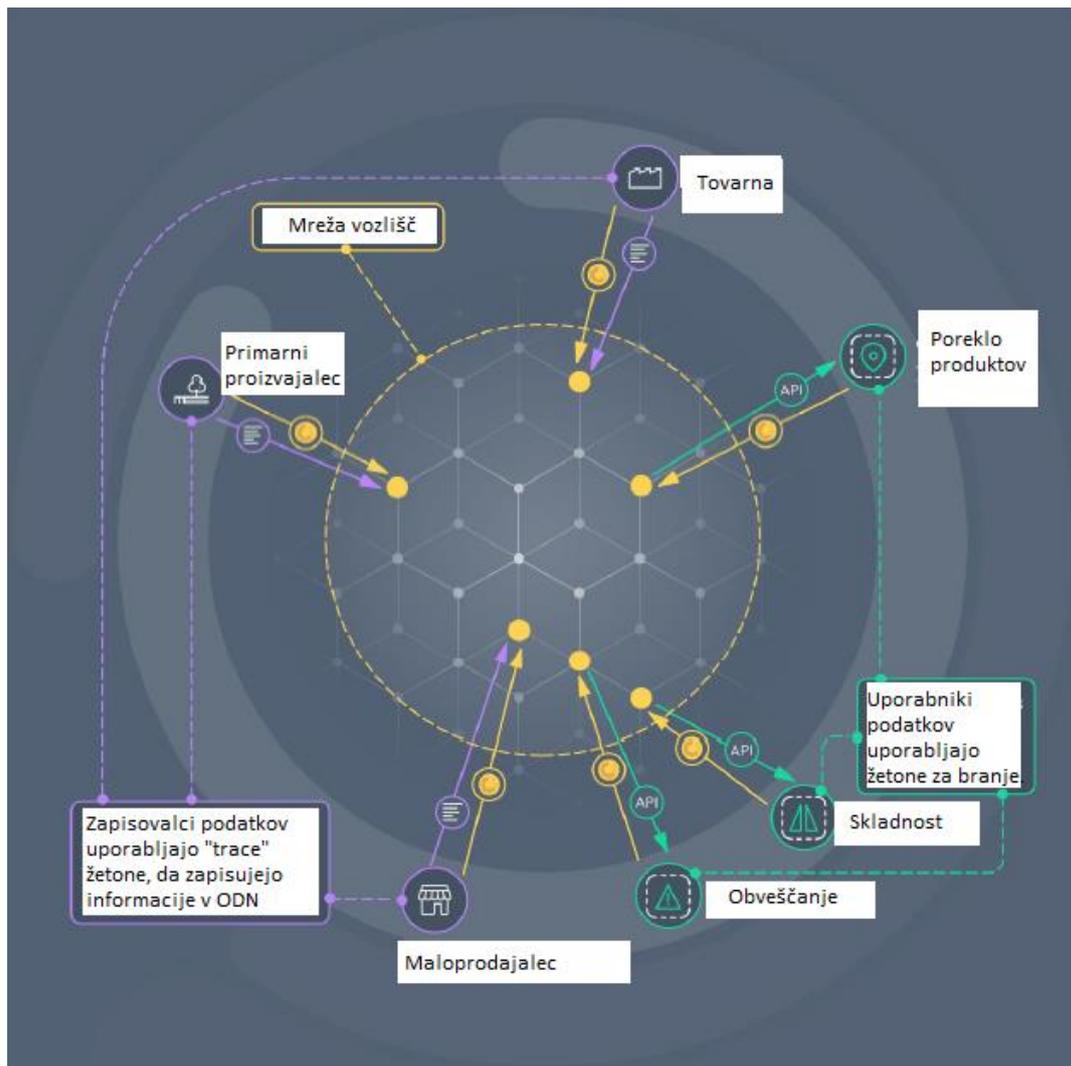
Prirejeno po Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic (2017, str. 20).

5.1.6 Ekonomija žetonov sledilcev (angl. trace token)

Ekosistem OriginTrail je mogoč skozi tokenizacijo (angl. tokenization) izmenjave podatkov in funkcionalnosti procesov oskrbovalne verige. Sistem je sestavljen iz mreže računalnikov (vozlišč), ki izvajajo programsko opremo OriginTrail. Ponudba vozlišč je zadovoljena s povpraševanjem uporabnikov protokola (proizvajalci podatkov oskrbovalne verige in potrošniki), ki želijo deliti podatke o oskrbovalni verigi z uporabo OriginTrail.

Žeton sledilec (angl. trace token) je sredstvo za kompenzacijo med proizvajalci podatkov in porabniki podatkov na eni strani ter imetniki vozlišča OriginTrail na drugi strani. Zagotavlja spodbudo za vozlišča v omrežju enakovrednih za izvajanje sistemskih funkcionalnosti. Vzdrževanje in delovanje omrežja enakovrednih zahteva vire: čas, elektriko, računalniško moč, prostor za shranjevanje in komunikacijsko pasovno širino. Na sliki 12 vidimo shemo sistema ekonomije žetonov (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017).

Slika 11: Ekonomija žetonov sledilcev



Prirejeno po Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic (2017, str. 24).

Vozlišča OriginTrail se spodbuja, da opravijo dve skupini nalog (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017):

- obdelava podatkov – preverjanje konsenza oskrbovalne verige, preverjanje kakovosti podatkov in replikacije,
- shranjevanje, upravljanje in podajanje podatkov v grafični obliki.

Operacije pisanja (uvedba novih informacij o oskrbovalni verigi v OriginTrail) in shranjevanja izvajajo vozlišča, za katera prejmejo nadomestilo v žetonih sledilcih (angl. trace token) na podlagi doseženega dogovora v zvezi z mehanizmom protokola OriginTrail za distribucijo podatkov. Pomembno je omeniti, da OriginTrail uporablja plast veriženja blokov, ki predstavlja neodvisen sistem in tako dodaja stroške glede na izbrano osnovno tehnologijo veriženja blokov za primarne funkcije OriginTrail. V primeru, da uporabimo Ethereum za osnovno tehnologijo veriženja blokov, to pomeni, da je potrebna tudi majhna količina plina (Ether) za shranjevanje potrebnih identifikacijskih ključev v Ethereumu za operacijo shranjevanja.

Operacije branja so tudi kompenzirane z žetoni seldilci. Izjema, pri kateri so operacije branja lahko brezplačne, je, če so izpolnjeni določeni pogoji: če ima nekdo dostop do vozlišča Ethereum za brezplačno branje iz Ethereumu in če ima lokalno vozlišče OriginTrail, ki vsebuje potrebna dovoljenja.

Količino žetonov, ki se dodelijo vozliščem, ki zagotavljajo storitev, dobimo skozi funkcijo ponudbe in povpraševanja med vozlišči in uporabniki. Ustvarjalcem podatkov ne bo treba plačati nobenih dodatnih pristojbin, razen tistih, o katerih se strinjajo, da jih bodo plačali vozliščem.

Na drugi strani bodo vozlišča prejela celotno plačilo za to, kar so se dogovorili in zagotovili uporabniku. Žeton sledilec je v Ethereumu implementiran kot žeton, združljiv z žetonским standardom Eterska zahteva po komentarju 20 (angl. Ethereum Request for Comment 20 - ERC20). To zagotavlja interoperabilnost z denarnicami in drugimi žetoni v Ethereumu. Pametna pogodba za žetone sledilce varno obravnava vse transakcije in stanja (Rakic, Levak, Drev, Savic & Veljkovic, 2017).

5.2 OriginTrail in Perutnina Ptuj

Podjetje Perutnina Ptuj je bilo ustanovljeno leta 1905 in je proizvajalec mesnih izdelkov v sedmih državah. Ključne aktivnosti obsegajo dobavljanje mesa perutnine lokalnih kmetij, predelovanje mesa v različne izdelke in prodajo na debelo različnim trgovinskim verigam (Perutnina Ptuj, brez datuma).

Perutnina Ptuj je marca 2019 implementirala tehnologijo veriženja blokov v svojo oskrbovalno verigo s pomočjo protokola OriginTrail. Projekt in partnerstvo so začeli leta 2014. Končnemu kupcu so želeli podati možnost, da preveri poreklo in pot piščanca »od kmetije, kjer je bil vzrejen, do trgovine, kjer je bil kupljen«. Na embalaži katerega koli piščančjega ali puranjega mesnega izdelka Perutnine Ptuj lahko najdemo QR-kodo, ki nas pelje na spletno stran (<https://www.perutnina.com/si/sl/kakovost/preverite-poreklo/>), kjer lahko preverimo celotno oskrbovalno pot izdelka. Primer take embalaže je viden na sliki 13.

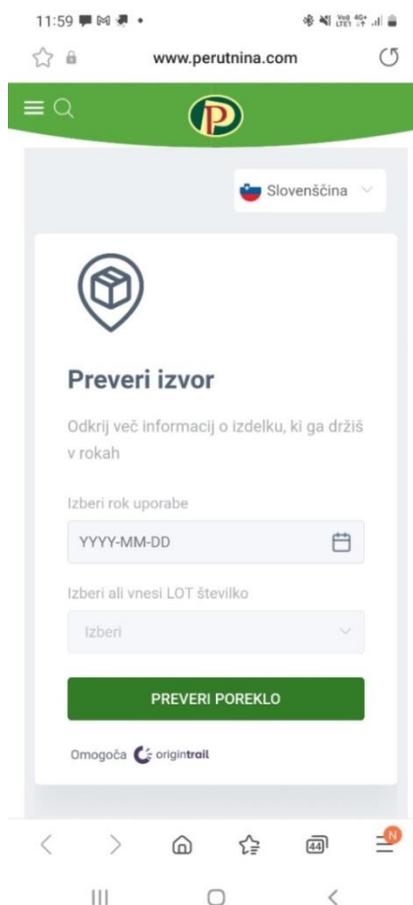
Slika 12: Perutnina Ptuj – Izdelek



Vir: lastno delo.

Ko skeniramo QR-kodo s pametnim telefonom oziroma obiščemo spletno stran, nas pričaka obrazec, kot ga prikazuje slika 14. Izpolnimo obrazec z rokom uporabe in številko serije (v nadaljevanju številko LOT).

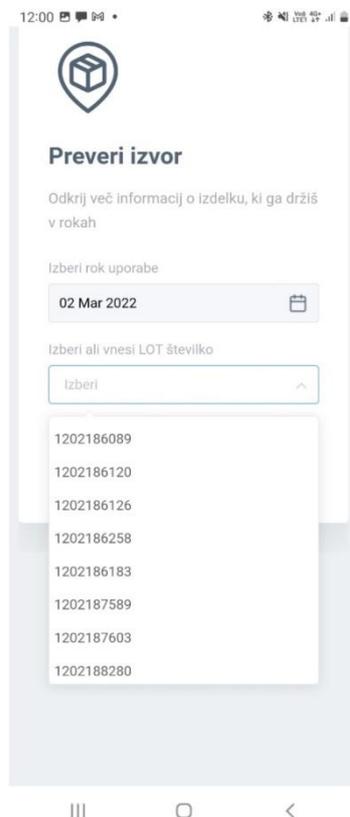
Slika 13: Perutnina Ptuj in OriginTrail – preveri izvor #1



Vir: Perutnina Ptuj (brez datuma).

Kot vidimo na sliki 15, nam sistem poda različne LOT številke, povezane z rokom uporabe. Vsaka LOT številka predstavlja drugo pot po oskrbovalni verigi.

Slika 14: Perutnina Ptuj in OriginTrail – preveri izvor #2



Vir: Perutnina Ptuj (brez datuma).

Vnesti moramo rok uporabe in številko LOT, informacije, ki jih najdemo na embalaži, kot je prikazano na sliki 16. To pomeni, da izdelki sami niso unikatni elementi v verigi blokov, ampak številke LOT, ki predstavljajo skupino izdelkov z isto potjo po oskrbovalni verigi. Ključen unikatni element v tem sistemu veriženja blokov so torej različne sekvence oziroma možne poti izdelkov. Izdelki so označeni s številko LOT – identifikatorjem posamezne sekvence oziroma poti po oskrbovalni verigi.

Na sliki 16 so z rdečo označene QR-kode, ki vodijo na spletno stran z obrazcem. Z modro je označena številka LOT, ki je identifikator sekvence oziroma možne poti izdelka po oskrbovalni verigi. Ta številka je zapisana tudi v verigi blokov. Z rumeno je označen rok uporabe, ki ga iščemo v obrazcu, zato da lažje najdemo sovpadajočo številko LOT. Ta podatek ni zapisan v verigi blokov in je tu zgolj za boljšo izkušnjo uporabnikov.

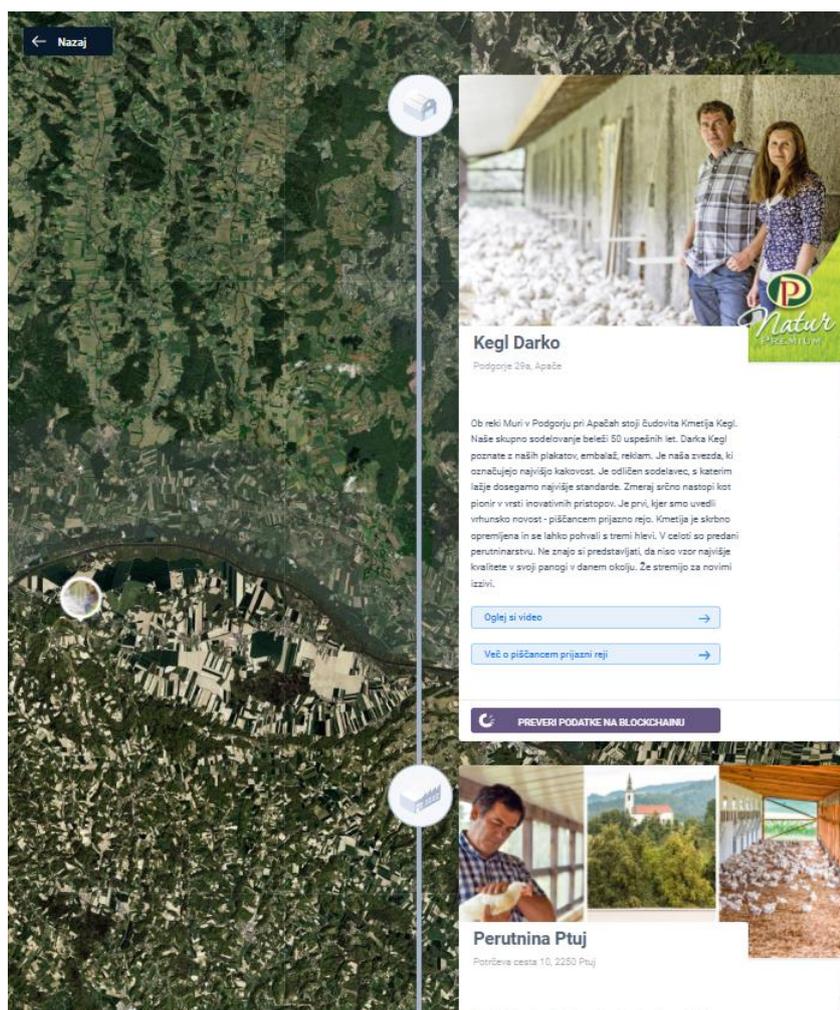
Slika 15: Perutnina Ptuj – embalaža



Vir: lastno delo.

Slika 17 prikazuje primer poti izdelka od izvorne kmetije skozi Perutnino Ptuj in dalje. Na voljo so nam tudi različne informacije vsake kmetije in vmesnika.

Slika 16: Perutnina Ptuj – primer prikaza sekvence oziroma poti izdelka po oskrbovalni verigi



Vir: Perutnina Ptuj (brez datuma).

Preverimo lahko tudi podatke na verigi blokov. Ta proces sicer traja nekaj časa, nam pa zagotovi, da je ta številka LOT nedvomno in neoporečno povezana s to sekvenco oziroma potjo izdelka po oskrbovalni verigi.

5.3 Kritika sistema Perutnine Ptuj

Opisani sistem ne zagotavlja neoporečnosti dejstva, da je piščanec, ki ga držimo v roki, res prišel po tej poti oskrbovalne verige – Perutnina Ptuj namreč sama določi številke LOT, ki jih napiše na embalažo izdelkov. Prav tako sama ustvari vsebino, povezano z vsako številko LOT, ki jo poda končnemu uporabniku.

Tako lahko s statistično neoporečnostjo trdimo le, da je ta številka LOT povezana z vsebino, ki nam jo prikaže obrazec. Ne moremo pa dostopati do procesa dodelitev številke LOT in procesa ustvarjanja vsebine za to številko, kar pomeni, da ne moremo trditi, da je prikazana vsebina zagotovo, neoporečno pristna.

Tako lahko trdimo, da je izdelek, ki ga držimo v roki, res potoval po prikazani poti po oskrbovalni verigi, le če zaupamo Perutnini Ptuj, kar pa zgreši celo bistvo uporabnosti tehnologije veriženja blokov – decentralizirano zaupanje, ki nima potrebe po zaupanju specifičnemu deležniku, upravitelju oziroma centru.

Kljub vsemu povprečen končni uporabnik nima globokega znanja o delovanju tehnologije veriženja blokov. Predvidevam, da se zaveda, da je informacija neoporečna in da je tehnologija veriženja blokov trenutno popularna napredna tehnologija. To pa je lahko dovolj, da taka marketinška poteza prepriča uporabnika v nakup izdelka.

5.4 Pogoji in kriteriji

Protokol OriginTrail omogoča veliko število med seboj povezanih podatkov, zapisanih v verigi blokov. Omogoča pametne pogodbe in je baziran na javnem sistemu. Rešitev za Perutnino Ptuj ne zagotavlja prave neoporečnosti podatkov za končnega kupca izdelkov, kar pomeni, da bi lahko dosegli isti rezultat, če bi uporabili klasičen informacijski sistem za sledenje ali zasebni sistem veriženja blokov.

Problem je, da OriginTrail ne sledi posameznim izdelkom v oskrbovalni verigi, ampak samo ustvari neko bazo podatkov možnih poti po oskrbovalni verigi na verigi blokov v smislu identifikatorjev (številke LOT), samo vsebino, ki pot opisuje, pa lahko Perutnina Ptuj spreminja. Če bi na verigo blokov zapisali več informacij, kot so razni certifikati varnosti in pogodbe dobaviteljev, za kar ima sistem OriginTrail kapaciteto, bi lahko Perutnina Ptuj uporabljala rešitev na podoben način kot Walmart in Maersk.

Rešitev protokola OriginTrail je glede na zmogljivost in uporabnost zelo blizu IBM-ovi platformi, le da je OriginTrail baziran na javnem sistemu (Ethereum), IBM pa zasebnem

(Hyperledger). Primer Perutnine Ptuj je podoben primeru Provenance, kjer končnemu kupcu zagotovimo izvor izdelka zaradi razlogov trajnostnega razvoja. OriginTrail pa je sodeloval tudi z drugimi podjetji, na drugačnih projektih, vendar žal nisem mogel priti do informacij teh sodelovanj oziroma projektov.

6 UGOTOVITVE

Vsakemu od trinajstih primerov sem opredelil področje izboljšave znotraj oskrbovalne verige, skupaj šest področij izboljšav:

- Stroški
- Hitrost
- Zanesljivost
- Zmanjšanje tveganja
- Trajnostni razvoj
- Fleksibilnost

Opredelil sem različne vloge veriženja blokov in relevantne mehanizme tehnologije glede na posamezno področje izboljšave in vlogo veriženja blokov. Nato sem lahko oblikoval relevantne kriterije, ki opredeljujejo ali bi se trgovskim ali proizvodnim podjetjem implementacija tehnologije veriženja blokov splačala. Na koncu pa sem še predlagal sistem, ki je relevanten za vsako področje, vlogo veriženja blokov, relevantni mehanizem in kriterij za implementacijo. Tabeli 2 in 3 sem tako ustvaril skozi trinajst raziskanih primerov implementacije tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo:

- primer 1: Maersk - IBM,
- primer 2: Provenance,
- primer 3: Alibaba,
- primer 4: Lockheed Martin,
- primer 5: Chronicled,
- primer 6: Modum,
- primer 7: Everledger,
- primer 8: Walmart – IBM z mesom,
- primer 9: Gemalto,
- primer 10: Intel in Sawtooth,
- primer 11: Bext360,
- primer A (globinska analiza): Walmart – IBM z listnato zelenjavo,
- primer B (globinska analiza): OriginTrail – Perutnina Ptuj.

Tabela 2: Tabela področij izboljšav, ki tvorijo seznam kriterijev, ki opredeljujejo, ali bi se trgovskim oziroma proizvajalnim podjetjem implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo splačala (prvi del)

Področje izboljšave	Vloga veriženja blokov	Relevantni mehanizmi	Kriteriji	Vrsta predlaganega sistema
Stroški	Cenejše reševanje krize pri neizpolnjevanju standardov kakovosti in varnosti	Sledenje, meritve in detekcija ter pametne pogodbe	Dobavitelji kršijo dogovorjene standarde kakovosti oziroma varnosti	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe
	Bolj optimalna alokacija virov za transport	Sledenje, meritve in detekcija skozi IoT	(možno tudi na klasičnem IS)	Klasični informacijski sistem
	Eliminacija papirnate dokumentacije	Digitalno podpisane pogodbe, samoizvedba ob podpisu, varno hranjenje, pravnomočnost	Večje količine papirnatih dokumentov, ki jih mora dobiti večje število deležnikov	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe
	Znižanje regulacijskih stroškov	Hitra pridobitev podatkov za revizijo	(možno tudi na klasičnem IS)	Klasični informacijski sistem
	Preprečevanje dobaviteljev, da posredujejo izdelke pod standardom kakovosti	Sledljivost in integriteta podatkov, pametne pogodbe	Dobavitelji kršijo dogovorjene standarde kakovosti oziroma varnosti	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe
	Zmožnost sledenja ključnim indikatorjem	Enostavno sledenje podatkom	(možno tudi na klasičnem IS)	Klasični informacijski sistem
	Samoizvrševanje ali prekinitve pogodb z dobavitelji, manjši transakcijski stroški (stroški pri menjavi dobavitelja)	Pametne pogodbe	Smo v okolju, kjer je dobaviteljev veliko z visoko stopnjo konkurence med njimi	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe

Vir: lastno delo.

Tabela 3: Tabela področij izboljšav, ki tvorijo seznam kriterijev, ki opredeljujejo, ali bi se trgovskim oziroma proizvajalnim podjetjem implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo splačala (drugi del)

Hitrost	Pospeševanje procesov skozi digitalizacijo dokumentov in zmanjšanje števila interakcij med relevantnimi deležniki	Digitalno podpisani dokumenti, varna hramba, pametne pogodbe, ki avtomatično pošljejo dokumente	Večje količine papirnatih dokumentov, ki jih mora dobiti večje število deležnikov	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe
	Pospeševanje procesa izvrševanja ali prekinitve pogodb z dobavitelji	Pametne pogodbe	Smo v okolju, kjer je dobaviteljev veliko, z visoko stopnjo konkurence med njimi	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe
Zanesljivost	Višja zanesljivost vseh podatkov v verigi blokov	Neoporečnost podatkov, zapisanih v verigo blokov	Želja po višji zanesljivosti podatkov	Javni sistem veriženja blokov
Zmanjšanje tveganja	Zanesljiva identifikacija izdelkov, katerih kakovost je bila oslABLJENA ali ogrožena	Zmožnost identifikacije kakovosti in detekcije upada kakovosti	Izdelek je visoke kakovosti	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe
	Manjše tveganje izdelkov pod standardi kakovosti in varnosti	Sledenje, meritve in detekcija ter pametne pogodbe	Dobavitelji kršijo dogovorjene standarde kakovosti oziroma varnosti	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe
Trajnostni razvoj	Preverjanje indikatorjev trajnostnega razvoja	Sledljivost in integriteta podatkov	Končni kupec želi neoporečne informacije o izvoru in kakovosti	Javni sistem veriženja blokov z dokazom vložka
Fleksibilnost	Rezultati so vidni tudi z manjšim številom uporabnikov, z večjim številom se rezultati izboljšujejo	Efekt omrežja – komunikacija sistemov veriženja blokov med sabo je zelo učinkovita	Partnerji v oskrbovalni verigi že uporabljajo tehnologijo veriženja blokov	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe
	Boljši rezultati v sodelovanju z novimi tehnologijami, kot je IoT	Učinkovitost se zviša z več informacijami	Uporabljamo opremo IoT za različne meritve po oskrbovalni verigi	Zasebni ali javni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe

Vir: lastno delo.

SKLEP

Področja, ki jih je v predelanih primerih tehnologija veriženja blokov izboljšala, so povezana z mehanizmi, ki jih tehnologija premore. Nekateri mehanizmi, ki so opisani v primerih, so možni tudi na klasičnem informacijskem sistemu, takem, ki ne vsebuje tehnologije veriženja blokov – različni ERP-moduli za oskrbovalne verige. Skozi področja, vlogo tehnologije veriženja blokov in primerjavo mehanizmov sem oblikoval kriterije, ki jih mora podjetje izpolnjevati, oziroma probleme, ki bi jih podjetje lahko reševalo s tehnologijo veriženja blokov, in podal predlog sistema, ki bi najbolje reševal problem.

Dovolj je vsaj en dosežen kriterij, da bi se podjetju lahko implementacija tehnologije veriženja blokov v oskrbovalno verigo splačala. Več kriterijev kot je izpolnjenih, pomeni večjo verjetnost dobičkonosnosti take implementacije.

Kriterij »dobavitelji kršijo dogovorjene standarde kakovosti oziroma varnosti« se navezuje na zmanjšanje stroškov v primeru krize varnosti ali kakovosti izdelka, saj lahko skozi mehanizme sledenja, detekcije in pametnih pogodb veliko hitreje in bolj zanesljivo najdemo izvor krize in vse afektirane izdelke. Prav tako je ta kriterij povezan s preprečevanjem zavednega kršenja standardov kakovosti in varnosti, skozi mehanizme pametnih pogodb in integritete podatkov. Tako lahko zmanjšamo stroške in zmanjšamo tveganje. Predlagana rešitev je javni ali zasebni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe.

Pri izboljševanju alokacije virov za transport nisem podal kriterija, ker so isti mehanizmi sledenja, detekcije in meritev skozi IoT možni tudi na klasičnem informacijskem sistemu. Če bi bilo to edino področje izboljšave, bi se bilo pametneje izogniti tehnologiji veriženja blokov in izbrati klasični IS.

Če podjetje upravlja in hrani »večje število papirnatih dokumentov, ki jih mora dobiti večje število deležnikov«, izpolnjuje ta kriterij. Z digitalno podpisanimi pogodbami, samoizvedbo ob podpisu, varnim hranjenjem in pravnomočnostjo teh pogodb lahko eliminiramo papirnato dokumentacijo na učinkovitejši način kot s klasičnimi IS, s tem tudi pospešimo procese in zmanjšamo število interakcij med relevantnimi deležniki. To je možno na javnem ali zasebnem sistemu veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe.

Glede pridobivanja podatkov za revizijo nisem podal kriterija, ker je isti mehanizem sledenja sprememb možen s klasičnimi IS, revizijske hiše pa ne zahtevajo decentraliziranega dokaza. Tehnologija veriženja blokov lahko izvaja ta mehanizem, vendar če podjetje nima drugih izboljšav v primeru implementacije tehnologije, predlagam klasični IS.

Sledenje ključnih indikatorjev je možno tudi na klasičnih IS, zato tu nisem podajal kriterija. Predlagan sistem je klasični informacijski sistem.

Če »smo v okolju, kjer je dobaviteljev veliko z visoko stopnjo konkurence med njimi«, potem lahko skozi implementacijo tehnologije veriženja blokov prihranimo na transakcijskih stroških pri menjavi dobaviteljev. Različne klavzule ali prekinitve pogodb se lahko s pametnimi pogodbami samoizvršijo in ni potrebe po notarjih in papirnatih dokumentih. Poleg zmanjšanja stroškov s tem mehanizmom tudi pospešimo proces menjave dobaviteljev. Javni ali zasebni sistem veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe, je v tem primeru prava izbira.

»Nuja po višji zanesljivosti podatkov« lahko pride zaradi zastavljenega poslovnega modela. Skozi neoporečnost podatkov, zapisanih v verigo blokov, lahko to zanesljivo zagotovimo le na javnem sistemu veriženja blokov, saj bi na zasebnem lahko družba, ki upravlja s sistemom, podatke prilagodila.

Če po oskrbovalni verigi potuje »izdelek visoke kakovosti«, lahko skozi meritvene naprave in tehnologijo veriženja blokov uporabimo zmožnost identifikacije kakovosti in detekcije upada kakovosti posameznih izdelkov v oskrbovani verigi. Tako lahko zmanjšamo tveganje, da poškodovani izdelki oziroma izdelki s poslabšano kakovostjo pridejo na police pred potrošnika. S temi mehanizmi lahko upravljamo na zasebnem ali javnem sistemu veriženja blokov, ki podpira pametne pogodbe.

Če si »končni kupec želi neoporečne informacije o izvoru in kakovosti«, jih lahko zagotovimo le na javnem sistemu veriženja blokov. Paziti moramo, da se na verigo blokov zapisujejo vse informacije, za katere želimo, da so neoporečne, in da ne vodimo le evidence identifikacijskih ključev, ki vodijo do informacij, shranjenih na klasičnem IS, saj tako te informacije niso več zanesljivo neoporečne. Če je naš cilj resničen trajnostni razvoj, moramo izbrati javni sistem veriženja blokov, ki uporablja dokaz vložka in ne dokaz dela, ker slednji zelo negativno vplivajo na okolje, kar pa ni trajnostno.

Zadnja dva kriterija sta zelo odvisna od tehnologije, s katero upravljamo mi in naši partnerji v oskrbovalni verigi. Če »partnerji v oskrbovalni verigi že uporabljajo tehnologijo veriženja blokov«, potem bomo z implementacijo tehnologije dobili boljše rezultate zaradi efekta omrežja – komunikacija sistemov veriženja blokov med sabo je zelo učinkovita. Recimo, da »uporabljamo opremo IoT za različne meritve po oskrbovalni verigi«, potem bi lahko tem meritvam zelo učinkovito sledili s tehnologijo veriženja blokov. Ta dva primera razlogov implementacije ne doprineseta oprijemljivih izboljšav, ampak neke neoprijemljive izboljšave, kot je komunikacija s partnerjem in bolj prikladno sledenje meritvam naprav IoT. Predlagam javni ali zasebni sistem veriženja blokov.

Zelo je pomembno, da sem se pri raziskovanju osredotočil tudi na spoznavanje tehnologije, saj sem tako lahko ločil vire s pravimi informacijami od virov z nekimi lažnimi, napačnimi ali nepopolnimi informacijami, katerih je zaradi velike medijske pozornosti okoli te tehnologije razmeroma veliko. Če pogledamo skozi vse dezinformacije, vseeno uvidimo, da

tehnologija veriženja blokov predstavlja prihodnost ne le za oskrbovalne verige, ampak za rešitve informacijskih sistemov na katerem koli področju.

LITERATURA IN VIRI

1. Abeyratne, S. & Monafared, R. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 5(9), 1–10.
2. Arun, J. S., Cuomo, J. & Nitin, G. (2019). *Blockchain for business*. Boston: Addison-Wesley Professional.
3. Bext360. (brez datuma). *Bext360*. Pridobljeno 5. septembra 2021 iz <https://www.bext360.com/>
4. Christidis, K. & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the Internet of Things. *Ieee Access*, 4, 2292–2303.
5. Chronicled. (brez datuma a). *About us*. Pridobljeno 6. septembra 2021 iz <https://www.chronicled.com/about-us>
6. Chronicled. (brez datuma b). *Contracts & chargebacks*. Pridobljeno 6. septembra 2021 iz <https://www.chronicled.com/contracts-and-chargebacks>
7. Chronicled. (brez datuma c). *Product verification*. Pridobljeno 6. septembra 2021 iz <https://www.chronicled.com/product-verification>
8. Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S. & Kalyanaraman, V. (2016). BlockChain technology: beyond bitcoin. *Applied Innovation*, 2(6-10), 7–19.
9. Cuofano, G. (2021, 7. november). *The Walmart business model in a nutshell*. Pridobljeno 6. marca 2022 iz <https://fourweekmba.com/walmart-business-model/>
10. Deloitte Insights. (2019). *Deloitte's 2019 global blockchain survey*. Pridobljeno 20. avgusta 2020 iz https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf
11. Digiconomist. (brez datuma). *Bitcoin energy consumption index*. Pridobljeno 13. septembra 2020 iz <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption/>
12. Essex, D. (2021, 10. junij). Blockchain for businesses: The ultimate enterprise guide. *TechTarget*. Pridobljeno 20. septembra 2021 iz <https://www.techtarget.com/searchcio/Blockchain-for-businesses-The-ultimate-enterprise-guide>
13. Everledger. (brez datuma a). *Identify*. Pridobljeno 7. septembra 2021 iz <https://everledger.io/our-platform/identify/>
14. Everledger. (brez datuma b). *Our platform*. Pridobljeno 7. septembra 2021 iz <https://everledger.io/our-platform/>
15. Francisco, K. & Swanson, R. (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics*, 2(1), 2.
16. Frankenfield, J. (2021, 17. december). *Proof of stake (PoS)*. Pridobljeno 2. februarja 2022 iz <https://www.investopedia.com/terms/p/proof-stake-pos.asp>
17. Frankenfield, J. (2022, 24. marec). *Smart contracts*. Pridobljeno 4. aprila 2022 iz <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-contracts.asp>

18. Geroni, D. (2021, 4. avgust). *Blockchain vs. relational database: what's the difference?* Pridobljeno 18. februarja 2022 iz <https://101blockchains.com/blockchain-vs-relational-database/>
19. GitHub, Inc. (brez datuma). *Bitcoin*. Pridobljeno 2. maja 2022 iz <https://github.com/bitcoin/bitcoin>
20. Hackius, N. & Peterson, M. (2017). Blockchain in logistics and supply chain: Trick or treat? V W. Kersten, T. Blecker & C. M. Ringle (ur.), *Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)* (str. 3–18). Berlin: epubli GmbH.
21. Helo, P. & Hao, Y. (2019). Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation. *Computers & Industrial Engineering*, 136, 242–251.
22. Hyperledger Foundation. (brez datuma). *How Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger Fabric*. Pridobljeno 25. septembra 2021 iz <https://www.hyperledger.org/resources/publications/walmart-case-study>
23. IBM. (brez datuma). About *IBM*. Pridobljeno 17. septembra 2021 iz <https://www.ibm.com/about>
24. Informatique mania. (brez datuma). *P2P networks What are they, what are their advantages and disadvantages and what are the types?* Pridobljeno 2. maja 2022 iz <https://www.informatique-mania.com/en/linternet/p2p/>
25. Iredale, G. (2021, 10. januar). *Public vs private blockchain: how do they differ?* Pridobljeno 6. avgusta 2021 iz <https://101blockchains.com/public-vs-private-blockchain/>
26. Koetsier, J. (2017, 14. junij). Blockchain beyond bitcoin: how blockchain will transform business in 3-5 years. *INC*. Pridobljeno 9. septembra 2021 iz <https://www.inc.com/john-koetsier/how-blockchain-will-transform-business-in-3-to-5-years>
27. Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80–89.
28. Ledger Insights. (2020, 26. marec). *Alibaba's cross-border e-commerce platform uses blockchain for traceability*. Pridobljeno 19. septembra 2021 iz <https://www.ledgerinsights.com/alibaba-blockchain-cross-border-e-commerce-kaolo-traceability/>
29. Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, 21260, 1–9.
30. Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O. & Schiereck, D. (2017). Blockchain business & information systems engineering. *Business & Information Systems Engineering*, 59(3), 183–187.
31. Onder, I. & Treiblmaier, H. (2018). Blockchain and tourism: Three research propositions. *Annals of Tourism Research*, 72(C), 180–182.
32. Oracle. (brez datuma a). *Oracle blockchain*. Pridobljeno 14. avgusta 2021 iz <https://www.oracle.com/blockchain/>

33. Oracle. (brez datuma b). *Oracle intelligent track and trace*. Pridobljeno 14. avgusta 2021 iz <https://www.oracle.com/scm/track-and-trace/>
34. Oracle. (brez datuma c). *Oracle logistics*. Pridobljeno 14. avgusta 2021 iz <https://www.oracle.com/scm/logistics/>
35. Oracle. (brez datuma č). *Oracle supply chain management (SCM)*. Pridobljeno 14. avgusta 2021 iz <https://www.oracle.com/scm>
36. Pang, A. (2021). *CRUD Operations Explained*. Pridobljeno 23. avgusta 2022 iz <https://medium.com/geekculture/crud-operations-explained-2a44096e9c88>
37. Perutnina Ptuj. (brez datuma). *Preveri izvor*. Pridobljeno 5. marca 2022 iz <https://www.perutnina.com/si/sl/sistem-kakovost-varnost-sledljivost/preverite-poreklo/>
38. Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: principles and applications. V F. X. Olleros & M. Zhegu (ur.), *Research handbook on digital transformations* (str. 225–253). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
39. Provenance. (brez datuma). *The open-source rulebook for communicating impact and avoiding greenwashing*. Pridobljeno 5. septembra 2021 iz <https://www.provenance.org/framework/about>
40. Rakic, B., Levak, T., Drev, Ž., Savic, S. & Veljkovic, A. (2017, 5. oktober). First purpose built protocol for supply chains based on blockchain. *OriginTrail*. Pridobljeno 4. marca 2022 iz <https://origintrail.io/storage/documents/OriginTrail-White-Paper.pdf>
41. SAP. (brez datuma a). *Fuel fast, responsive, agile and sustainable supply chain logistics management*. Pridobljeno 12. avgusta 2021 iz <https://www.sap.com/products/supply-chain-management/supply-chain-logistics.html>
42. SAP. (brez datuma b). *SAP business network for logistics*. Pridobljeno 12. avgusta 2021 iz <https://www.sap.com/products/logistics-business-network.html>
43. SAP. (brez datuma c). *SAP supply chain management (SAP SCM) software*. Pridobljeno 12. avgusta 2021 iz <https://www.sap.com/products/supply-chain-management.html>
44. Sawtooth. (brez datuma). *Sawtooth*. Pridobljeno 5. septembra 2021 iz <https://sawtooth.hyperledger.org/>
45. Szabo, N. (1996). Smart contracts: building blocks for digital markets. *EXTROPY: The Journal of Transhumanist Thought*, 18(2), 28.
46. Walmart Inc. (brez datuma a). *About*. Pridobljeno 3. aprila 2022 iz <https://corporate.walmart.com/about/>
47. Walmart Inc. (brez datuma b). *How to be a Supplier*. Pridobljeno 3. aprila 2022 iz <https://corporate.walmart.com/suppliers>
48. Walmart Inc. (brez datuma c). *Supplier Checklist*. Pridobljeno 3. aprila 2022 iz https://corporate.walmart.com/media-library/document/supplier-checklist/_proxyDocument?id=00000162-abb3-df49-abf2-efbb94470000
49. Walmart Inc. (brez datuma d). *Supplier Liability Insurance*. Pridobljeno 3. aprila 2022 iz https://corporate.walmart.com/media-library/document/supplier-liability-insurance-matrix-february-2018/_proxyDocument?id=00000161-5742-dcfd-a37b-fff3c5200001

50. Walmart Inc. (brez datuma e). *Insurance requirments Matrix*. Pridobljeno 3. aprila 2022 iz https://corporate.walmart.com/media-library/document/insurance-requirements-february-2018/_proxyDocument?id=00000161-573d-dcfd-a37b-ffff3e9f0000
51. Wang, H., Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N. & Chen, X. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352–375.
52. Williams, C. & Schallmo, D. (2018). History of digital transformation. V D. R. A. Schallmo & C. A. Williams (ur.), *Digital transformation now!* (str. 3–8). Cham: Springer Science+ Business Media, LLC.
53. Wright, A. & De Filippi, P. (2015, 12. marec). Decentralized blockchain technology and the rise of Lex cryptographia. *SSRN*, 1–58.
54. Wu, H., Li, Z., King, B., Ben Miled, Z., Wassic, J. & Tazelaar, J. (2017). A distributed ledger for supply chain physical distribution visibility. *Information*, 8(4), 137.
55. Wüst, K. & Gervais, A. (2018). Do you need a blockchain? V *2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT)* (str. 45–54). London: IEEE .
56. Zapotochnyi, A. (2022, 11. april). *What are smart contracts?* Pridobljeno 2. maja 2022 iz <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/>

PRILOGE

Priloga 1: Opredelitev pojmov

Dokaz brez znanja (angl. zero knowledge proof) – dokaz brez znanja ali protokol brez znanja je metoda, s katero lahko ena stranka (preverjevalec) dokaže drugi stranki (verifikatorju), da je določena izjava resnična, ne da bi posredovala kakršne koli druge informacije, razen dejstva, da je izjava resnična

Dokaz dela (angl. proof of work) – postopek dokazovanja pristnosti verige blokov z razpršeno procesorsko močjo

Dokaz vložka (angl. proof of stake) – postopek dokazovanja pristnosti verige blokov z razpršenimi denarnimi vložki

Hash – identifikacijski ključ posameznega bloka v kodi, ki vključuje tudi identifikacijo prejšnjega bloka

IBM (International Business Machines) – mednarodna tehnološka korporacija

Internet stvari (angl. internet of things – IoT) – razširitev internetnega povezovanja na napravah in med napravami ter vsakodnevnimi predmeti

IT-arhitektura – celotna informacijska tehnologija, ki sestavlja strukturo informacijskega sistema

Klasični informacijski sistem – informacijski sistem ali, ki ne temelji na tehnologiji veriženja blokov

Kriptovaluta – valuta, katere transakcije so zapisane v veriženja blokih.

Omrežje enakovrednih (angl. peer-to-peer – P2P) – decentraliziran digitalni sistem oziroma mreža, kjer je računalnik vsakega uporabnika povezan z vsakim drugim računalnikom oziroma uporabnikom

OriginTrail – slovensko zagonsko podjetje, ki razvija tehnologijo veriženja blokov

Dokaz vložka (angl. proof of stake) – postopek dokazovanja pristnosti verige blokov z razpršenimi denarnimi vložki

Rudarjenje (angl. mining) – postopek dokazovanja pristnosti verige blokov z razpršeno računalniško močjo posameznih kontrolorjev verige (»rudarjev«)

Sistem ERP (angl. enterprise resource planning system) – informacijski sistem za planiranje virov organizacije (SAP, Oracle itd.)

Transakcija – podatkovna struktura, ki hrani podatke bloka v verigi

Transakcijski stroški – stroški, povezani z dobavo ali prodajo produktov (stroški iskanja informacij o dobaviteljih, menjave dobaviteljev, stroški pogajanj in odločitev, stroški nadzora, izvrševanja in upravljanja s tveganji)

Verižni bloki (angl. blockchain) – sistem, v katerem se informacije beležijo v bloke, povezane v verigo; sistem se vzdržuje z omrežjem enakovrednih

Vozlišče (angl. node) – računalnik uporabnika v omrežju enakovrednih

Walmart – mednarodna trgovinska korporacija

Zagonsko podjetje (angl. startup) – malo, novo podjetje, ki obeta hitro rast

Priloga 2: Tabela Kshetrija Nir (Kshetri, 2018)

Slika 1: Seznam področij izboljšav in relevantnih mehanizmov tehnologije veriženja blokov na podlagi 11 primerov

Supply chain performance dimension	Blockchain's roles	Mechanisms involved [Case Number].
Cost	Economic sense to generate a blockchain code even for small transactions.	Zero or low marginal costs to generate blockchain code if technologies such as IoT have already been used to detect, measure, and track key SCM processes [8]. Detection, measurement, and tracking of key SCM processes with IoT [8].
	Crisis involving defective products (e.g., contaminated food): easily identify the source and engage in strategic Removals of affected products instead of recalling the entire product line Allocate just the right amount of resources to perform shipping and other activities Elimination of paper records Regulatory compliance costs can be reduced. Supply chain partners are not able to use low quality and counterfeit ingredients Can provide data that can be used to assess useful, meaningful and representative indicators for describing quality. Speed can be increased by digitizing physical process and reducing interactions and communications.	Detection, measurement, and tracking of key SCM processes with IoT [6]. Digitally signed documents' secure storage and transmission can validate the identities of individuals and assets [1]. Auditable data can be provided to satisfy regulators [5,9]. A tool to improve integrity and traceability in the food supply chains to fight against low quality and counterfeit products [3]. Data related to temperature, humidity, motion, light conditions, chemical composition from IoT devices or sensors on equipment ([6,10]. Digitally signed documents' secure storage and transmission can validate the identities of individuals and assets and minimize the needs of physical interactions and communications [1].
Speed	Supply chain partners can expect a high level of dependability of measurement for various indicators such as quality and weights Exerting pressure on supply chain partners to be more responsible and accountable for their actions. Blockchain-based digital certification as a means of increasing dependability. Blockchain's "super audit trail" can address challenges associated with self-reported data that are provided by supply chain partners. Addressing the holistic sources of risk	Can be integrated with applications such as mobile robot (e.g., Case 11: Best360's coffee supply chain) Digitally signed documents' secure storage and transmission can validate the identities of individuals, which makes it possible to know who is performing what actions, when and where [9]. Supply-chain certification processes to verify provenance [7]. Detection, measurement, and tracking of key SCM processes with IoT [2].
Dependability	Only parties mutually accepted in the network can engage in transactions in specific touchpoints. Can ensure that software file downloaded has not been breached.	Blockchain's ability to validate identities can be used to verify the provenance of items such as rough-cut diamonds and fine wines [7]. Validation of the identities of individuals participating in transactions [1]. Footproof method for confirmed identity can reduce cybersecurity-related risks [4]
Risk reduction	Verifying sustainability: possible to make indicators related to sustainability more quantifiable and more meaningful.	Validation of the identities of individuals participating in the supply chain [11]. Detection, measurement, and tracking of key SCM processes with IoT (e.g., [2], Provenance's use of mobile phones, blockchain and smart tagging, to track fish caught by fishermen) All cases [1-11].
Sustainability	Levels of network effects: Even if only a few participants use a blockchain solution, this will have a powerful effect. The power of this solution increases with the network effect. Higher level of impact with deeper IoT integration in logistics and supply chain Can address consumers' concern about the source of their food and beverages by providing indicators related to sustainability more quantifiable and more meaningful.	All cases [1-11]. Blockchain can deliver higher value when consumers become more concerned about the sources of their foods and beverages [11]
Flexibility		

Vir: Kshetri (2018, str. 88).

Priloga 3: Walmartove zahteve do dobaviteljev

Slika 2: Walmartave zahteve do informacij dobaviteljev #1

Supplier Checklist (for New Suppliers to Walmart or Sam's Club)			
<p>Supplier Checklist: This checklist provides information that prospective suppliers will need to provide to possibly become a merchandise supplier with Walmart or Sam's Club</p> <p>Note: Google Chrome is the preferred browser.</p>			
	Required Fields	Domestic Suppliers	Direct Import Suppliers (Non-US Suppliers Shipping to the US)
	Supplier Company's Legal Name	Your Company Legal Name must be the same exact name you have filed with the IRS and must match the name on your W-9 or W-8 Tax Form	Your Company Legal Name must match the name on your W-8 or W-9 Tax Form and your Business Registration Certificate accredited by a party of your local government
	Administrator Contact Name, Email and Phone Number	Representative authorized to enter into legal agreements on behalf of your company; this person will become your Retail Link Administrator	Representative authorized to enter into legal agreements on behalf of your company; this person will become your Retail Link Administrator
	DUNS Number	If you do not have a D&B / DUNS number, you can get a free one by contacting D&B at the number below (<i>Inform D&B you are applying to become a Walmart supplier</i>): <ul style="list-style-type: none"> ■ 1-866-815-2749 (within North America) For more information on D&B / DUNS, email: wmvendors@dnb.com 	If you do not have a D&B / DUNS number, you can get a free one by contacting D&B at the number below (<i>Inform D&B you are applying to become a Walmart supplier</i>): <ul style="list-style-type: none"> ■ 1-512-794-7712 (outside North America) ■ 86-21-2610-7405 (Mainland China) For more information on D&B / DUNS, email: wmvendors@dnb.com
	Corporate Address	The physical, street address of your company; PO boxes will not be accepted	The legal address as listed on the Business Registration Document accredited by a party of your local government
	Legal Entity	Describes the corporate structure of your company (Corporation, Sole Proprietorship, etc.)	Describes the corporate structure of your company (Corporation, Sole Proprietorship, etc.)
	Tax Identification Information: <ul style="list-style-type: none"> ■ Tax Type ■ Tax Number ■ W-9 or W-8 Tax Form 	Tax Number: Federal Taxpayer Identification Number or Social Security Number W-9 Tax Form: Requires the latest version of the form, which can be found at: https://www.irs.gov/uac/about-form-w9	Tax Number: Federal Taxpayer Identification Number or Social Security Number W-8 Tax Form: Requires the latest version of the form, which can be found at: https://www.irs.gov/uac/about-form-w8 W-9 Tax Form: Requires the latest version of the form, which can be found at: https://www.irs.gov/uac/about-form-w9
	Business Registration Certificate	Not Applicable	Business Registration Document accredited by a party of your local government; must be in English and notarized
	Remit Address	Address to remit payments if not paid by Electronic Funds Transfer	Not Applicable
	Company Contact	Provide name, email address, and phone number for the following Supplier contacts: CEO, CFO, Accounts Payable, Sales Representative, Insurance Contact, Compliance Officer	Provide name, email address, and phone number for the following Supplier contacts: CEO, CFO, Accounts Payable, Sales Representative, Insurance Contact, Compliance Officer



Vir: Walmart Inc. (brez datuma c).

Slika 3: Walmartave zahteve do informacij dobaviteljev #2

Supplier Checklist (for New Suppliers to Walmart or Sam's Club)			
	Required Fields	Domestic Suppliers	Direct Import Suppliers (Non-US Suppliers Shipping to the US)
	Banking Information	<ul style="list-style-type: none"> Includes the Routing Number, Account Number, Bank Account Type, and Account Holder Name Used for payments made by EFT Requires a US bank account 	<ul style="list-style-type: none"> Includes Bank Name, Bank Country, and Bank Contact Details Used for payments made by Letter of Credit <p>Note: Bank information is only required if Letter of Credit is selected as the payment method. If Open Account is selected, bank information is optional</p>
	Do you have a factoring relationship with any financial entity?	Select "Yes" if your company is being financed by a third-party financial partner or has a factoring relationship with a financial entity Note: You must provide a letter from both your company and the factoring company	Not Applicable
	Supplier Inclusion Status	Suppliers with a US corporate address must be prepared to indicate whether your company is diverse-owned based on gender, ethnicity, or veteran status, and provide corresponding certificates. For more information, visit: https://corporate.walmart.com/suppliers/supplier-inclusion	Suppliers with a Non-US corporate address must be prepared to indicate whether your company is diverse-owned based on gender. For more information, visit: https://corporate.walmart.com/suppliers/supplier-inclusion
	Product Information	Product name, brand, cost, description, photo, and category Note: This section is not required for invited suppliers. To save time, it is recommended that self-registered suppliers add only one product during profile creation and return to add additional items after the agreement is complete	Product name, brand, cost, description, photo, and category Note: This section is not required for invited suppliers. To save time, it is recommended that self-registered suppliers add only one product during profile creation and return to add additional items after the agreement is complete
	Insurance	Insurance carrier information, certificate expiration date, and insurance certificate (if available). For more information please access: https://corporate.walmart.com/suppliers/minimum-requirements Note: You will be required to provide insurance documentation within 30 days of accepting a supplier agreement, or your supplier agreement will be considered null and void (and of no force and effect) from the beginning of the agreement	Insurance carrier information, certificate expiration date, and insurance certificate (if available). For more information please access: https://corporate.walmart.com/suppliers/minimum-requirements Note: You will be required to provide insurance documentation within 30 days of accepting a supplier agreement, or your supplier agreement will be considered null and void (and of no force and effect) from the beginning of the agreement
	Additional Addresses	When accepting an agreement, you will be prompted to provide: <ul style="list-style-type: none"> Purchase Order address Address to submit claims Returns address 	When accepting an agreement with select Return Terms, you will be prompted to provide a US Returns Address for products being returned Note: Products will only be returned to a supplier's US facility

Slika 4: Walmartave zahteve do informacij dobaviteljev #3

Supplier Checklist (for New Suppliers to Walmart or Sam's Club)		
Product Chemical Information	When accepting an agreement for appropriate departments / categories pertaining to chemicals, you will be prompted to indicate if your products contain chemicals. If so, a WERCs assessment must be completed.	When accepting an agreement for appropriate departments / categories pertaining to chemicals, you will be prompted to indicate if your products contain chemicals. If so, a WERCs assessment must be completed.
Brand Information	Provide Brand Owner, Brand Family, Brand Name, Royalty (if applicable), and Exclusive Brands (if applicable).	Provide Brand Owner, Brand Family, Brand Name, Royalty (if applicable), and Exclusive Brands (if applicable).
Global Location Number (GLN)	If you do not already have a GLN, you can obtain one by creating an account with GS1. Visit https://www.gs1.org/ for information.	If you do not already have a GLN, you can obtain one by creating an account with GS1. Visit https://www.gs1.org/ for information.
Complete Product Safety & Compliance testing	General Merchandise, Consumables, and Apparel Suppliers for Walmart and Sam's Club are required to complete all required tasks associated with the General Testing Program, Product Safety & Compliance Program, and Quality Programs.	General Merchandise, Consumables, and Apparel Suppliers for Walmart and Sam's Club are required to complete all required tasks associated with the General Testing Program, Product Safety & Compliance Program, and Quality Programs.
RFID Onboarding	Complete RFID onboarding steps to meet requirement to ensure RFID tags are on all apparel product tags/packaging supplied to Walmart.	Complete RFID onboarding steps to meet requirement to ensure RFID tags are on all apparel product tags/packaging supplied to Walmart.
Food Safety	Food Suppliers for Walmart and Sam's Club are required to complete all required tasks associated with the Global Food Safety Initiative, Third-Party Food Safety Audits, Label Claim Certifications, and any applicable commodity specific requirements.	Food Suppliers for Walmart and Sam's Club are required to complete all required tasks associated with the Global Food Safety Initiative, Third-Party Food Safety Audits, Label Claim Certifications, and any applicable commodity specific requirements.
Transportation	Set up lead times, schedule deliveries, set up ship points, and confirm shipments as required.	Set up lead times, schedule deliveries, set up ship points, and confirm shipments as required.

© 2020 Walmart. All Rights Reserved

Page 3 of 4

Vir: Walmart Inc. (brez datuma c).

Slika 5: Walmartave zahteve do informacij dobaviteljev #4

New Supplier Onboarding Steps		
<p>Description: For new suppliers to Walmart, this checklist describes the high-level steps a brand-new supplier must complete to register, certify, and accept an agreement to become a Walmart or Sam's Club supplier. Note: Google Chrome is the preferred browser.</p>		
	Item	Notes
New Supplier Registration		
	Navigate to: https://corporate.walmart.com/suppliers/apply-to-be-a-supplier	Suppliers who are invited will receive an invitation email with a link to the Registration page
	Register to become a Walmart or Sam's Club supplier by creating an account in Retail Link, providing initial information about your company, and accepting the Retail Link User Agreement.	The user who completes the registration becomes the Site Administrator for the company and must be one who can sign agreements for the company. Ensure the DUNS used to register belongs to the company being registered. If the company is a subsidiary of a parent company, they must use their own DUNS.
Onboarding - Profile		
	<p>Self-Registered Suppliers - Complete the information required in the tiles of the Onboarding Dashboard listed below.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Company Information • Tax Information • Contacts • Products 	You have provided all information needed at this time. Your information can be seen by buyers. If a buyer is interested in your product, they will send you an invitation to begin the Agreement Acceptance process and continue onboarding.
	<p>Invited Suppliers - Complete the information required in each tile of the Onboarding Dashboard.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Company Information • Tax Information • Contacts • Distribution Channels • Products • Insurance • Banking • Diversity • Quote (Direct Import Suppliers only) • Facility (Direct Import Suppliers only) 	
Acceptance		
	<p>Once you receive an invitation from a buyer and have completed the Company, Tax, and Contact tiles, you can begin accepting your agreement in the Distribution Channels tile.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Click on Sign an Agreement • Provide additional information as required • Review Business Terms • Accept Supplier Agreement 	
	You will receive an email with your Agreement Number along with full access to Retail Link.	
	Finally, you can create your item(s), set up EDI, and complete any remaining onboarding steps.	
 © 2020 Walmart. All Rights Reserved Page 4 of 4		

Vir: Walmart Inc. (brez datuma c).

Slika 6: Walmartove zahteve pravne odgovornosti do dobaviteljev #1

Supplier Liability Insurance (SLI) Matrix

Any supplier providing goods for resale on any platform of Walmart Inc. will adhere to Walmart's insurance requirements. Walmart reserves the right to amend this list and shall have sole discretion with regard to the assignment of Category for each product.

NON FOOD AND DRINK CATEGORIES

CATEGORY I: Any product not described under Category II, III, I(F), or II(F) shall be considered within Category I.

CATEGORY II: Any product with the following attributes shall be considered within Category II:

- Any item powered by or connected to the household electrical system or a rechargeable battery, excluding heaters
- Any item designed to contain a fire or be consumed by fire, excluding fire fueled by a liquid, gas, or gel
- Any item intended for babies, infants, or young children, including but not limited to clothing, furniture, personal care, carriers, and automotive seats/boosters, but excluding medications
- Any item designed to be ridden outdoors and propelled by the rider
- Any item, system, or part thereof designed to hold a human body at a height greater than 6 feet
- Any item intended to be applied directly to human hair or skin, excluding clothing
- Any item intended to keep a human body afloat in water
- Any air-powered rifle or pistol and any canister/container for propellant associated with such items
- Any outdoor play equipment designed to assist or elevate the user to a height greater than 3 feet
- Any item intended to prevent injury to the face, head, neck, or spine

CATEGORY III: Any product with the following attributes shall be considered within Category III:

- Any item designed to contain a fire or be consumed by fire fueled by a liquid, gas, or gel and any container designed to hold such fuels
- Any prescription medication and any ingestible product designed to diagnose, treat, cure, or prevent illness, disease, or ailment
- Any item defined as a Dietary Supplement by the U.S. Dietary Supplement Health and Education Act
- Any item designed to be ridden and powered by a combustible fuel
- Any item designed to be ridden on a public roadway, excluding items propelled by the rider
- Any item designed to bear the weight of an automobile, including but not limited to tires, jacks, stands, & hoists
- Any firearm or ammunition and any propellant or explosive item associated with firearms
- Any item designed to kill plants, insects, or animals by means of chemical or biological agent
- Any liquid, powder, gel, or gas that presents a significant risk of injury or death if ingested, inhaled, or applied to human skin in small quantities and any item containing such substance
- Any substance that exhibits one or more of the following characteristics as established by U.S. law: ignitability, corrosivity, reactivity, or toxicity
- Any item designed to heat a space

FOOD AND DRINK CATEGORIES

CATEGORY I(F): Any food or drink product, intended for human consumption, not described under Category II(F) shall be considered within Category I(F).

CATEGORY II(F): Any food or drink product with the following attributes shall be considered within Category II(F):

- Any food or drink designed for consumption by babies, infants, or toddlers
- Any fresh produce, meat, seafood, shellfish, poultry, dairy, or eggs
- Any food or drink that requires heating to a specific temperature by the consumer to be considered safe for human consumption

Vir: Walmart Inc. (brez datuma d).

Slika 7: Walmartove zahteve pravne odgovornosti do dobaviteljev #2

INSURANCE REQUIREMENTS

For all Suppliers providing goods for resale in the United States on any platform of Walmart Inc., Supplier shall have and maintain in full force and effect, the following insurance in the amounts and with the conditions set forth as follows:

- **Commercial General Liability** insurance, including Personal and Advertising Injury, Products/Completed Operations, Medical Payments, Bodily Injury, and Property Damage, with minimum limits of \$1,000,000 per occurrence / \$2,000,000 aggregate.
- **Product Liability** insurance with limits sufficient to meet the requirements as set forth in the Matrix of Product Liability Limits below. This insurance may be obtained as standalone coverage or as part of the Commercial General Liability. This insurance must provide coverage for claims occurring worldwide.
- **Workers Compensation/Employer's Liability** insurance, for any Supplier whose employees will be entering Company's premises, with statutory limits, or \$1,000,000 if no statutory requirement, and \$1,000,000 in employer's liability coverage.
- **Automobile Liability** insurance, for any Supplier whose employees or agents will be driving on Company's premises or making delivery to Company's premises, with minimum limits of \$1,000,000 per occurrence.
- **Umbrella/Excess Liability** insurance is acceptable to meet the above defined requirements. Supplier shall cause each insurance company to provide the insurance on an umbrella basis in excess over and no less broad than the liability coverages required herein (including as to Company's additional insured status), with the same inception and expiration dates as Commercial General Liability insurance, and with coverage that "drops down" for exhausted underlying aggregate limits of liability coverage.

All insurance required herein shall (1) contain a waiver of subrogation in favor of Walmart, where permitted by law and (2) provide that such insurance is primary, non-contributory, and not excess coverage. Additionally, Commercial General Liability, Product Liability, Automobile Liability and Umbrella/Excess Liability shall (1) contain coverage for Contractual Liability, (2) provide that defense costs will not apply against coverage limits, and (3) name Walmart Inc., Its Subsidiaries & Its Affiliates as additional insured, or equivalent.

Each insurance policy shall be issued by a company with an AM Best Financial Strength Rating of B+ or better and AM Best Financial Size Category Rating of VII or better, and a complete copy must be provided to Walmart upon request. If at any time during the term of coverage, an insurer's AM Best Financial Strength Rating is downgraded to below B-, Supplier shall at its sole cost and expense procure new coverage meeting the above criteria with an insurer meeting the preceding minimum requirements for Financial Strength and Financial Size Category Ratings. Each insurance policy should be occurrence based. If the policy is claims-made, the following additional requirements shall apply and must be noted on the Certificate of Insurance:

1. Retroactive Date must not be later than the commencement date of Supplier's relationship with Walmart or cancellation date of Supplier's most recent occurrence based policy which such claims-made policy is to replace, whichever is later.
2. Policy must contain "An option to purchase an extended reporting period of 24 months."

Supplier must provide current Certificates of Insurance and copies of pertinent policy endorsements verifying Supplier's compliance with the insurance requirements above (i) upon Supplier's execution of a Supplier Agreement with Company, (ii) at any time upon request of Company, and (iii) upon renewal or replacement of any policy required above. Each Certificate of Insurance shall:

- Show Supplier as the Named Insured
- Provide information as is standard on the ACORD 25 Certificate of Liability Insurance
- List Supplier's vendor number and all names of insured subsidiaries doing business with a vendor number
- Show the self-insured retention (SIR)
- Show the following as Certificate Holder and Additional Insured:
WALMART INC., ITS SUBSIDIARIES & ITS AFFILIATES
702 SW 8th Street
Bentonville, AR 72716-3570
Attn: Insurance Compliance
- Email certificates to the company per instructions below.
- If the certificate of insurance does not comply with the requirements, a delay may occur in processing the agreement until compliance is met. Failure to maintain insurance coverage for an active vendor number may result in an inactivation of the account. Orders and payments may be withheld until the certificate of insurance has been received and approved by Walmart.
- So long as Supplier or Supplier's Parental Guarantor maintains a net worth of at least \$100,000,000, Supplier's use of self-funding, or self-insurance of liability other than workers' compensation and/or automobile liability is allowed. As evidence of Supplier's decision to self-insure, Supplier shall provide a letter on Supplier's letterhead, signed by an officer of the Supplier (and by an officer of the Parental Guarantor, if applicable), attesting to its decision to self-insure, accompanied by fully independently audited financial statements with no negative footnotes from the auditor. Self-insurance under workers' compensation and/or automobile liability financial responsibility statutes (Qualified Self-Insurance - QSI) is also permitted, so long as a copy of the certificate of authority to self-insure, issued by the relevant government agency is provided.
- Supplier shall maintain a contact in the United States to be reached during normal business hours for customer claims.

Matrix of Product Liability Limits

The limits of product liability insurance maintained by Supplier must meet or exceed the limits listed below and are based on the nature of the product being sold. Any Supplier that does not provide products under Category III and does not generate annual revenue exceeding \$1,000,000 GMV may be exempt from the following requirements so long as Supplier at all times meets at least the requirements for Category I. To determine what limit is required for your type of product, review the **Supplier Liability Insurance (SLI) Matrix**, if you cannot identify your product, contact Insurance Compliance. If Supplier is selling products in multiple categories, evidence of coverage must, at least, meet the minimum requirements of the highest categorized product being sold.

Category	Non-Food Products Product Liability Limits Required
I	US \$ 1,000,000.00 Per Occurrence / \$ 2,000,000.00 Aggregate
II	US \$ 5,000,000.00 Per Occurrence / \$ 10,000,000.00 Aggregate
III	US \$ 10,000,000.00 Per Occurrence / \$ 20,000,000.00 Aggregate

Category	Food and Drink Products Product Liability Limits Required
I(F)	US \$ 2,000,000.00 Per Occurrence / \$ 4,000,000.00 Aggregate
II(F)	US \$ 5,000,000.00 Per Occurrence / \$ 10,000,000.00 Aggregate

Email questions and certificates to:

supadm@walmart.com for New Suppliers or Existing Suppliers with New Supplier Agreements
inscert@wal-mart.com for Existing Suppliers with Insurance Policy Renewals
 For Suppliers working with a Walmart Global Sourcing office, continue to work with your GS contact.

Vir: Walmart Inc. (brez datuma e).