

Blockchain u industriji nafte i plina

Kvaternik, Toni

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:276644>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Prije diplomski studij naftnog rudarstva

BLOCKCHAIN U INDUSTRIJI NAFTE I PLINA

Završni rad

Toni Kvaternik

N4556

Zagreb, 2024.

BLOCKCHAIN U INDUSTRIJI NAFTE I PLINA

Toni Kvaternik

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

U završnom radu objašnjen je pojam *blockchaina* i njegova perspektiva u poslovanju naftno-plinske industrije. Objašnjeni su temeljni pojmovi i tehnologije na kojima počiva *blockchain*. Analizirani su različiti načini implementacije ove tehnologije kroz sva tri segmenta industrije (*upstream*, *midstream*, *downstream*). Opisani su neki od postojećih projekata temeljenih na *blockchainu*, ali i planirani projekti za budućnost. Unatoč svim izazovima iznesenima u radu koji se nameću zagovarateljima *blockchaina*, zaključuje se da postoji veliki potencijal za unaprjeđenje poslovne infrastrukture naftnih i plinskih kompanija.

Ključne riječi: *blockchain*, pametni ugovori, *peer-to-peer* mreža, transakcije, kriptovalute

Završni rad sadrži: 28 stranica, 6 slika i 22 reference.

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentori: Prof. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, redovita profesorica u trajnom izboru

Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, redovita profesorica u trajnom izboru
Prof. dr. sc. Tomislav Kurevija, redoviti profesor
Prof.dr.sc Domagoj Vulin, redoviti profesor

SADRŽAJ

POPIS SLIKA.....	I
POPIS KORIŠTENIH KRATICA.....	II
1. UVOD	1
2. OPĆENITO O BLOCKCHAINU	2
2.1. Definicija i koncept blockchaina	2
2.2. Osnovne karakteristike	3
2.3. Pojmovi vezani uz blockchain	4
3. METODE I PODRUČJA IMPLEMENTACIJE.....	8
3.1. Trenutni izazovi industrije i potencijal blockchain tehnologije.....	8
3.2. Trgovina	10
3.3. Rukovodstvo i donošenje odluka.....	13
3.4. Nadzor	14
3.5. Kibernetička sigurnost.....	15
4. PRIMJERI UPOTREBE BLOCKCHAINA U PRAKSI.....	18
4.1. VAKT platforma	18
4.2. B4E – Blockchain for Energy	20
4.3 Kriptovalute u naftno-plinskoj industriji.....	22
5. IZAZOVI I PREPREKE U IMPLEMENTACIJI BLOCKCHAINA U NAFTNO-PLINSKOJ INDUSTRIJI.....	24
6. ZAKLJUČAK.....	26
7. LITERATURA	27

POPIS SLIKA

Slika 2.1. Shema hash-algoritma.....	5
Slika 2.2. Shema <i>Peer-to-Peer</i> mreže.....	7
Slika 3.1. Razlika između tradicionalnih i pametnih ugovora.....	11
Slika 3.2. Primjer inteligentnog senzora i mobilne aplikacije na koju dolaze podaci.....	17
Slika 4.1. Kompanije koje su sudjelovale u osnutku Vakt Platforme.....	19
Slika 4.2. Kompanije sudionice B4E konzorcija.....	21

POPIS KORIŠTENIH KRATICA

<u>Oznaka</u>	<u>Opis</u>
PoS	<i>Proof of Stake</i> (konsenzusni mehanizam temeljen na dokazu o ulogu)
PoW	<i>Proof of Work</i> (konsenzusni mehanizam temeljen na dokazu o radu)
PBFT	<i>Practical Byzantine Fault Tolerance</i> (vrsta konsenzusnog mehanizma)
GDPR	<i>General Data Protection Regulation</i> (opća uredba o zaštiti podataka)
HIPAA	<i>Health Insurance Portability and Accountability Act</i>
BTC	<i>Bitcoin</i>
ETH	<i>Ethereum</i>
P2P	<i>Peer-to-Peer</i>
AR	<i>augmented reality</i> (proširena stvarnost)
VR	<i>virtual reality</i> (virtualna stvarnost)
UPP (LNG)	ukapljeni prirodni plin (engl. <i>liquefied natural gas</i>)
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet stvari)
API	<i>Application Programming Interface</i> (aplikacijsko programsko sučelje)
OOO	<i>Offshore Operators Committee</i>
PTR	<i>Petro</i>
USD	američki dolar
USDC	<i>U.S. dollar coin</i> (digitalna valuta vezana za američki dolar)
DEX	<i>decentralised exchange</i> (decentralizirana kripto burza)
ZND	Zajednica neovisnih država

1. UVOD

Globalna ekonomija svakim danom postaje sve više digitalizirana te se rapidno napuštaju tradicionalne poslovne prakse i zamjenjuju novijim, bržima. Energetski sektor, preciznije naftna i plinska industrija, također imaju izazov da u svome poslovanju odgovore na zahtjeve promjenjive poslovne klime i sveopće modernizacije implementacijom novih tehnologija. Jedna od takvih tehnologija koja ulazi u mnoge pore poslovanja i zauzima sve čvršću ulogu u poslovanju je *blockchain*.

Pojedini pristupi, prakse i tehnologije koje se koriste u poslovanju naftno-plinske industrije danas su već zastarjele i ne uspijevaju omogućiti dovoljnu transparentnost i sigurnost (posebice u sustavu opskrbe). Stoga su danas u razvoju mnoge sheme, istraživanja i poslovne inicijative temeljene na *blockchainu*. U tijeku su mnoge studije koje za svoj cilj imaju istaknuti i objasniti praktičnost te izvodljivost *blockchaina* u ovoj industriji.

Potrebno je spomenuti i predstaviti sustave koji koriste takozvane pametne ugovore (engl. *smart contracts*) koji automatiziraju važne usluge u ovoj industriji, na primjer praćenje naftnih proizvoda u transportnom sustavu, koordinacija prodajom, dozvolama za istraživanje ugljikovodika itd. No, sve te inicijative i mogućnosti uporabe dolaze i sa svojim rizicima, poteškoćama te imaju svoju cijenu.

2. OPĆENITO O BLOCKCHAINU

2.1. Definicija i koncept blockchaina

Objašnjenje ove tehnologije nije potpuno uniformno u kontekstu svih tekstova i knjiga namijenjenih definiranju *blockchaina*. Jedno od tumačenja definira *blockchain* kao "matematičku strukturu za pohranu digitalnih transakcija ili podataka u nepromjenjivom, distribuiranom, decentraliziranom, digitalnom glavnom registru koji se sastoji od blokova povezanih kriptografskim potpisom, što je gotovo nemoguće falsificirati, hakirati ili ometati" (The Computing Technology Association, 2023).

U srži, *blockchain* predstavlja digitalnu bazu podataka koja se razlikuje od tipične načinom pohranjivanja podataka. Podatci u *blockchainu* nalaze se u takozvanim "blokovima" koji su međusobno povezani kriptografijom (poseban način kodiranja informacija kako bi ju samo osoba kojoj je informacija namijenjena mogla iščitati). Suštinski, to je dijeljena, nepromjenjiva distribuirana glavna knjiga (engl. *distributed ledger*) koja olakšava proces bilježenja transakcija i praćenja imovine u poslovnoj mreži (Drescher, 2017). Ova tehnologija dopušta pohranjivanje podataka svih vrsta pa se samim time njome mogu koristiti gotovo sve suvremene industrije.

Blokovi u kojima su pohranjeni određeni podaci funkcioniraju na način da prate i pohranjuju točno vrijeme i slijed transakcija koji su onda zabilježeni na sami *blockchain*. Dostupnost i vidljivost ovisi o tipu *blockchaina* kao i o pravilima dogovorenima između samih članova mreže. Bitan pojam u ovoj tehnologiji je, već prije spomenuta distribuirana glavna knjiga koja se odnosi na distribuirani sustav zapisa koji se dijeli preko poslovne mreže i funkcionira po principu koji dopušta samo dodavanje zapisa na njega (engl. *append-only*). Ovim sustavom, transakcije se bilježe samo jednom, eliminirajući duplikaciju zapisivanja tipičnu za tradicionalne poslovne mreže.

Nadalje, bitno je spomenuti principe dopuštenja i konsenzusa koji su ključni u odvijanju poslovanja putem *blockchaina*. Zatvoreni *blockchain* (engl. *permissioned blockchain*) definiran je kao sustav koji koristi odobrenja i kao takav omogućuje da transakcije budu osigurane, autentificirane i provjerljive. Ta odobrenja su u osnovi poput digitalnih ključeva koja kontroliraju pristup informacijama te ga odobravaju samo ovlaštenicima (Tapscott i Tapscott,

2018). Ovim načinom koji dopušta ograničenije sudjelovanja na mreži organizacije imaju lakši posao u vidu pridržavanja propisa o zaštiti podataka (opća uredba o zaštiti podataka – GDPR, The Health Insurance Portability and Accountability Act - HIPAA). Koncept konsenzusa odnosi se na mehanizam postizanja zajedničkog dogovora svih sudionika mreže o valjanosti transakcija ili promjena unutar mreže. Postoje različite vrste konsenzusa, poput dokaza o ulogu (engl. *Proof of Stake*, PoS), dokaza o radu (engl. *Proof of Work*, PoW), praktična bizantinska tolerancija na greške (engl. *Practical Byzantine Fault Tolerance*, PBFT) i slični, od kojih svaki ima svoj način uspostavljanja algoritma konsenzusa.

2.2. Osnovne karakteristike

Blockchain tehnologiju karakteriziraju mnoge značajke, no moguće je izdvojiti nekoliko ključnih. Profesori sa Sveučilišta u Southhamptonu, Atlam et al. (2018) u svom tekstu definirali su 6 glavnih karakteristika, a one su: decentralizacija, nepromjenjivost, transparentnost, sigurnost, anonimnost i učinkovitost.

Decentralizacija se može definirati i kao najbitnija značajka u sustavu te se često prilikom rasprava o prednostima *blockchaina* nad tradicionalnim sustavima upravo ovaj pojam spominje kao glavni adut. Izostanak centralne tvorevine koja bi služila za kontrolu sustava (npr. banke u tradicionalnim sustavima) osigurava nadogradivost, proširivost i robusnost sustava te eliminira sustav prometovanja mnogih transakcija prema jednom mjestu (engl. *many-to-one traffic*). Decentralizacija ujedno znači i da ne postoji određena osoba ili entitet koji upravlja, posjeduje ili kontrolira mrežu.

Nepromjenjivost je značajka koja osigurava da informacija ne može biti promijenjena nakon što je potvrđena i dodana na *blockchain*. Sve centralizirane baze podataka mogu biti oštećene i najčešće zahtijevaju angažiranje treće strane za čuvanje integriteta podataka. Takvi problemi se ne javljaju u *blockchainu*, jer jednom kada korisnik prihvati i zabilježi transakciju ona se više ne može promijeniti.

Transparentnost je osnova za povjerenje u *blockchain* sustav te se definira kao sposobnost svih sudionika mreže da u svakom trenutku mogu vidjeti i provjeriti sve transakcije i promjene

unutar sustava. Učinkovitost *blockchaina* očituje se u distribuiranju svih zapisa u bazi podataka pa je učinkovitiji po pitanju rizika, troškova itd.

Po pitanju sigurnosti, tradicionalni centralizirani sustavi su rizični u slučaju napada mreže jer taj napad vrlo lako može ugroziti cijelu sustav. Kod decentraliziranog sustava ne postoji jedno, centralno mjesto koje može biti napadnuto s ciljem ugrožavanja cijelog sustava. Također, podaci unutar *blockchaina* su zaštićeni kriptografskim algoritmima koji osiguravaju njihov integritet.

Naposljetku, anonimnost koju ovaj sustav omogućava očituje se u tome što prilikom kreiranja transakcija obje strane koje u njoj sudjeluju mogu djelovati anonimno jer pravila programa unutar *blockchaina* mogu automatski odrediti jesu li aktivnosti razmjene između aktera validne.

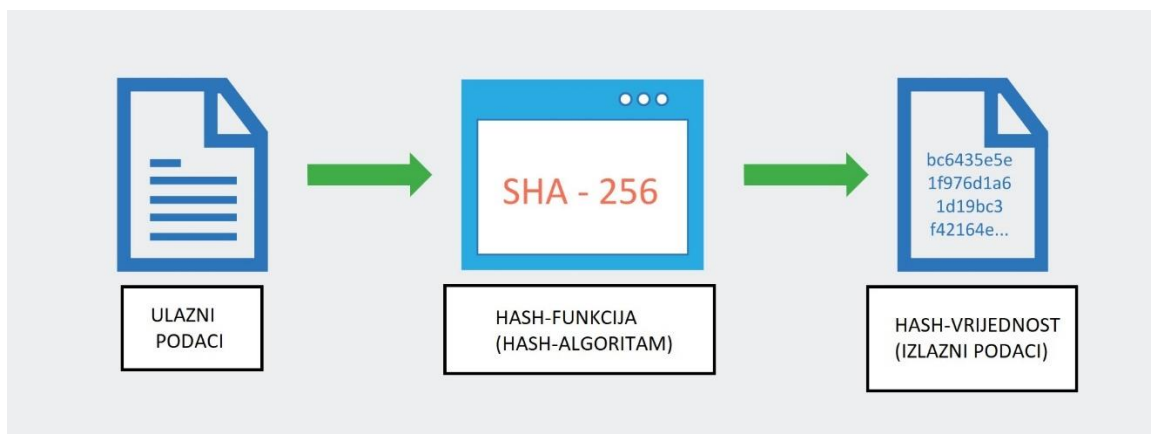
2.3. Pojmovi vezani uz blockchain

Nekoliko je pojmova koji su fundamentalni u raspravama o *blockchainu* te se konstantno spominju. Stoga ih je potrebno definirati za daljnje razumijevanje teksta.

Hash-funkcije (Slika 2.1.) glavni su alat u izradi *blockchaina* tj. u izradi kriptografskih programa i koriste se za povećanje sigurnosti podataka. To su funkcije koje za ulaz uzimaju poruku koja je uglavnom fiksne duljine, a za izlaz daju "šifriranu" poruku poznatiju kao *hash-code*, *hash*-rezultat ili jednostavno *hash* (Andoni et al., 2019). Konkretnije, *hash*-funkcija *h*, poznata i pod nazivom SHA-256, određeni tekstualni unos pretvara u *hash* vrijednost, odnosno niz brojeva i znamenki jedinstven za svaki unos, a to čini pomoću sofisticiranih matematičkih proračuna ugrađenih u sami algoritam.

Andoni et al. (2019) navode značajke kroz koje *hash* funkcije štite podatke u *blockchainu*, a to su deterministički izlazi, otpornost na predočavanje (engl. *preimage resistance*) i otpornost na kolizije (engl. *collision resistance*). Deterministički izlazi jamče da će za isti unos uvijek biti proizveden isti *hash*, što olakšava provjeru dosljednosti podataka. Otpornost na predočavanje pojava je zbog koje je teško odrediti izvorni unos na temelju *hash* vrijednosti. Otpornost na

kolizije nalaže da svaki pojedini unos ima jedinstvenu *hash* vrijednost. *Hash*-funkcija smatra se nesigurnom ako postoje dva različita podatka za koje će funkcija dati isti *hash*.



Slika 2.1. Shema *hash*-algoritma (Ogar, 2023)

Bitno je spomenuti i asimetrični algoritam šifriranja (engl. *asymmetric encryption algorithm*) koji se odnosi na upotrebu javnih i privatnih ključeva za šifriranje podataka prilikom pohrane i prijenosa. Javni ključ može biti javno dostupan kako bi pošiljatelj mogao šifrirati informacije koje želi poslati, dok se privatni ključ koristi za dešifriranje primljenog šifriranog sadržaja. Zbog međusobne ovisnosti između javnog i privatnog ključa, samo ovlašteni korisnik može dešifrirati informacije. Generiranje parova javnog i privatnog ključa zahtijeva puno vremena, pa se uglavnom koriste za šifriranje manjeg broja podataka.

Ranije spomenuti mehanizmi konsenzusa ključni su za održavanje sigurnosti decentralizirane mreže. Ovi mehanizmi se međusobno značajno razlikuju po značajkama i uporabi u praksi. Mehanizam dokaza o radu jedan je od najstarijih konsenzusnih algoritama. Bazira se na principima teorije igara, tj. grani primijenjene matematike koja izučava racionalno odlučivanje u situacijama konflikta između dva ili više sudionika. Prilikom dodavanja novog bloka na mrežu pred sudionike mreže se postavlja proizvoljni računski zadatak za čije je rješavanje potrebno uložiti računalnu snagu (engl. *computational energy*) (Ahmad et al., 2022). Pritom, svaki sudionik mora prijeći određeni stupanj težine kako bi dokazao da je blok valjan. Blok će biti označen kao valjan samo ako je *hash* vrijednost cijelog bloka ispod *hash* vrijednosti težine. Prednosti dokaza o radu su visoke razine sigurnosti, decentralizirana struktura i

prihvatljiva stopa skalabilnosti (Lu et al., 2019). Nedostaci su dugotrajnost stvaranja blokova i visoki troškovi obrada informacija. Kao najpopularnija kriptovaluta, Bitcoin koristi dokaz o radu koji unatoč enormnim količinama energije koja je potrebna za održavanje sustava pruža potrebnu zaštitu. Tome svjedoči i činjenica da se na Bitcoin mrežu nikada nije izvršio uspješan hakerski napad.

Konsenzusni algoritam dokaza o ulogu zasniva se na određenom ulogu, tj. sredstvima koje sudionici unose i zaključavaju kako bi osigurali *blockchain* (Mohammed, 2023). Od 2022. godine koristi ga *blockchain* mreža Ethereum koja je ovim protokolom zamijenila dokaz o radu zbog bržeg stvaranja blokova i procesuiranja transakcija te veće energetske učinkovitosti. Prema procjenama, dokaz o radu koristi čak 99 % više energije od dokaza o ulogu. Ovakva dramatična razlika u potrošnji energije jedan je od temeljnih argumenata zbog kojeg se *blockchain* mreže odlučuju za dokaz o ulogu, posebice u današnjim poslovnim praksama koje teže ekološkoj prihvatljivosti i održivosti. Također, za razliku od dokaza o radu gdje svojevrsni ulog predstavlja vrijeme, novac i energija uložena u rješavanje računskih problema, sustav dokaza o ulogu obvezuje učesnike preko uložениh sredstava.

Praktična bizantinska tolerancija na greške je konsenzusni mehanizam podijeljen u nekoliko faza u kojima određeni "vođa" predlaže blok, a svaki čvor u mreži ga provjerava i objavljuje poruku u kojoj navodi da su ga provjerili i odobrili. Kada određeni broj čvorova to obavij, blok se smatra konačnim. Prednosti su visok protok podataka i energetska učinkovitost, a nedostatak je činjenica da nije skalabilan zbog čega nije prikladan za velike *blockchain* mreže (Lu et al., 2019).

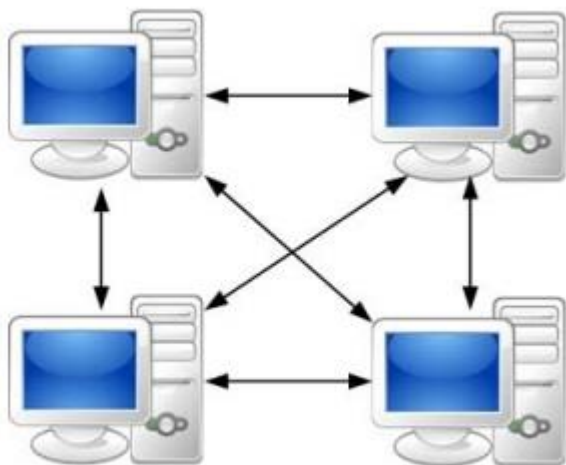
Bitcoin i Ethereum, označuju dvije najpopularnije *blockchain* mreže na kojima se trguje digitalnim valutama - Bitcoin (BTC) na Bitcoin mreži i Ether (ETH) na Ethereum mreži. Bitcoin je prva kriptovaluta u svijetu, lansirana 2009. godine od strane anonimne osobe ili grupacije imena Satoshi Nakamoto. Zamišljen je kao alternativa za tradicionalni novac koja će omogućiti decentralizirani prijenos novca (Tapscott i Tapscott, 2018).

Ethereum, za razliku od Bitcoina, ima svrhu koja nije samo prijenos novca. Osim što postoji kao kriptovaluta, osmišljen je da služi kao platforma koja omogućava izradu i pokretanje aplikacija i ugovora između korisnika bez nadgledanja i kontrole treće strane. Ethereum je

programibilni *blockchain* koji zainteresiranima nudi mogućnost korištenja *blockchain* strukture za razvoj vlastitih projekata.

Peer-to-peer (P2P) tehnologija također je sveprisutni princip na kojem se temelje nove programske platforme. U P2P mreži, kolege (engl. *peers*) su zapravo računalni sustavi i drugi uređaji koji su međusobno povezani putem interneta. Datoteke se mogu dijeliti izravno putem mreže na koju su ti sustavi povezani. Za to nije potreban centralni poslužitelj, već su računala ili uređaji koji su dio *peer-to-peer* mreže izravno međusobno povezani (Slika 2.2.) (Andoni et al., 2019).

Od ostalih relevantnih pojmova ističe se fiducijarni novac (engl. *fiat money*) i rudarenje (engl. *mining*). Fiat ili fiducijarni novac je novac koji nema pokrića svoje vrijednosti ni u kakvom dobru poput zlata i srebra. Određuje ga vlast pojedine države kao jedino pravno sredstvo plaćanja, a njegovu vrijednost jamče institucije koje ga izdaju. Većina papirnatom novca i danas korištenih valuta je fiat novac – euro, američki dolar i drugi. Postupak rudarenja je način nagrađivanja onih koji ovjeravaju blokove transakcija kako bi se mogli dodati u *blockchain*.



Slika 2.2. Shema *Peer-to-Peer* mreže (Hrvatska akademska i istraživačka mreža, n.d.)

3. METODE I PODRUČJA IMPLEMENTACIJE

3.1. Trenutni izazovi industrije i potencijal blockchain tehnologije

Trenutačni razvoj i putanja naftno-plinske industrije kreće se k automatizaciji i digitalizaciji. Tehnologije poput "pametnog" bušenja (engl. *smart drilling*), marinskih digitalnih platformi, korištenje tehnologija proširene stvarnosti (engl. *augmented reality*, AR) i slične rapidno unaprjeđuju mnogobrojne procese, posebice u *upstream* sekciji poslovanja.

No, stavka u poslovanju naftno-plinske industrije koja nije istom brzinom implementirala novije tehnologije već je ujedno i stagnerala među zastarjelim načinima poslovanja je menadžment. Ovo je grana poslovanja koju karakteriziraju visoki troškovi, niska učinkovitost, dugotrajnost i visoki rizici. Problemi u sektoru menadžmenta prošireni su i na *upstream*, *midstream* te *downstream* tržištu. Probleme koje vežemo uz *upstream* sektor su problemi s podacima, njihovo propuštanje, pogrešno pohranjivanje i procesuiranje što naposljetku dolazi i do krivih odluka u ovom sektoru. Na *midstream* tržištu problem stvara upravljanje i replikacija podataka (dupliciranje transakcija treće strane, dupliciranje dokumenata) što dovodi do povećanja operativnih troškova i odgode transakcija. *Downstream* sektor okupiran je problemima sigurnosti i integriteta.

U globalu, izazovi i poteškoće u menadžmentu kroz cijelu naftnu i plinsku industriju mogu se razložiti na 4 glavna segmenta:

- velika količina papirologije povećava monetarne i vremenske troškove transakcija
- naftno-plinska industrija može se karakterizirati kroz kooperaciju i ulaganje više korisnika (engl. *multiparty*) pa je samim time i podložnija greškama, zlouporabi itd.
- važni podatci su pod povećanim rizikom od kibernetičkih napada (engl. *cyber-attacks*)
- troškovi vezani uz menadžment treće strane su veliki, te je proces pregovora oko trgovanja relativno dugačak

S obzirom na sve spomenute probleme, izrazito bitna zadaća naftne i plinske industrije u nadolazećem razdoblju je reformiranje postojećih sustava i ustaljenih poslovnih praksi te njihovo transformiranje i prilagodba novim trendovima.

Trenutačno, *blockchain* se aktivno razvija kao poslovni alat te je moguća šira uporaba u budućnosti. Područja koja su već uspješno implementirala *blockchain* projekte su financije, prodaja, marketing i zdravstvo. *Blockchain* je također testiran u energetske sektoru u području obnovljivih izvora energije, gdje se, primjerice, koristi kao alat koji automatizira proizvodnju certifikata za korištenje obnovljivih izvora energije na temelju stvarne potrošnje energije. Naftno-plinska industrija je u početku razvoja ove tehnologije sa zadržkom krenula u njenu implementaciju, sve do 2017. godine kada je BP krenuo sa testiranjem projekata baziranih na *blockchainu* nakon čega se sve češće javljaju i razvijaju novi pothvati na tom polju.

Četiri su glavne grane poslovanja naftno-plinskih kompanija koje imaju potencijala za uspješno uvođenje *blockchaina* u njihove poslovne mehanizam: trgovina, menadžment i donošenje odluka, nadzor i cyber sigurnost. Nadalje će biti pobliže objašnjeno svako od ovih polja.

3.2. Trgovina

Ukupna vrijednost transakcija spajanja i preuzimanja (engl. *mergers and acquisitions*) naftno-plinske industrije u posljednjem kvartalu 2023. godine iznosila je vrtoglavih 194 milijarde američkih dolara (Kroll Inc., 2024). Ova brojka vrijednost je svih javno objavljenih transakcija u svijetu i rezultat je trgovanja mnogobrojnih aktera u naftno-plinskoj industriji. Iako je znatan dio ovog iznosa sačinjen od nekoliko velikih akvizicija koje su stupile na snagu u 2023. godini, kao što je akvizicija tvrtke Pioneer Natural Resources od strane korporacije Exxon Mobil, postoji i mnogo manjih kupoprodajnih operacija u industriji. Točnije, akvizicija u vrijednosti većoj od 1 milijarde američkih dolara (engl. *megadeals*) u datom kvartalu bilo je 18, naspram 252 manjih akvizicija. Ove transakcije protežu se kroz sve sektore industrije s njihovim najvećim volumenom u *upstream-u*, zatim *midstream-u*, te konačno *downstream-u*.

Naftno-plinska industrija je veoma razgranata vrsta industrije koja uključuje razne resore: istraživanje i razrada ležišta, prerada sirovina, veleprodaja, maloprodaja, marketing itd. Raščlanjenost poslovanja dovodi do značajne količine ugovora i transakcija što rezultira potrebom za aktivnostima usklađivanja podataka, računa ili informacija kako bi se osigurala njihova točnost i konzistentnost. Također, potrebna je velika količina posla vezanog uz praćenje i nadzor određenih procesa, pobliže uz praćenje napretka projekta, kretanja sirovinskih proizvoda u lancu opskrbe ili bilo kojeg drugog elementa poslovanja, ovisno o sektoru na koji smo fokusirani. Komplikiranost i zahtjevnost koju ovakav sustav donosi idealna je za implementaciju *blockchain* tehnologije koja nudi rješenja koja imaju sposobnost olakšati ove procese. U trgovinskom poslovanju se korištenje *blockchaina* zasad najviše baziralo na dvije tehnologije – pametni ugovori (engl. *smart contracts*) i provođenje transakcija na *blockchainu*.

Pametni ugovori predstavljaju vrstu ugovora koji bilježi pojmove s računalnim jezikom umjesto pravnog jezika. Ovaj ugovor je potpisan i pohranjen na *blockchain* mreži te se automatski izvršava kada su ispunjeni uvjeti ugovora. Uvjeti ugovora napisani su posebnim programskim jezicima svojstvenim za *blockchain* sustave (npr. sustav Solidity). Pametni ugovori funkcioniraju po principu "ako/kada...onda" (engl. *if/when...then*) algoritma napisanih u kodu.

Zbog kompleksne prirode naftno-plinske industrije izgledna je pojava dugih, kompliciranih trgovinskih ugovora svih uključenih stranaka, a broj ugovora također može biti znatan. Mreže pametnih ugovora mogu uštediti vrijeme, povećati učinkovitost i pružiti korisnicima nove razine transparentnosti, pouzdanosti i valjanosti. Ove tehnologije koriste se za pojednostavljenje plaćanja između naftnih kompanija i kooperanata. Pametni ugovori uvelike smanjuju postojeću papirologiju u tradicionalnom poslovanju eliminirajući treću stranu potrebnu za provedbu ugovora (Slika 3.1.), pojednostavljaju procese i u konačnici smanjuju troškove birokracije.



Slika 3.1. Razlika između tradicionalnih i pametnih ugovora (Ramchandran, 2019)

U lancu opskrbe nafte i plina pametni ugovori mogu se koristiti u svrhu praćenja svake faze, od eksploatacije i transporta do prerade i distribucije. Automatiziranim ugovorima osigurava se transparentno praćenje svake transakcije u stvarnom vremenu, što olakšava upravljanje lanca opskrbe i smanjuje rizike od krađe, gubitka i sličnog. Pametni ugovori mogu se koristiti u procesima provjere kvalitete i sigurnosti nafte i plina tijekom svih faza. Primjerice, moguće je uključiti uvjete za laboratorijska ispitivanja ili inspekcije kako bi se osiguralo da sirovinski proizvodi odgovaraju propisanim standardima prije nego što ih se isporuči krajnjim korisnicima (Ahmad et al., 2022).

U strogo reguliranoj industriji kao što je ova, održavanje usklađenosti između svih uključenih strana ozbiljan je pothvat. Pametni ugovori korisni su za praćenje ispravnog nadmetanja tj. licitacije (engl. *bidding*), sigurnosne obuke, ekoloških propisa, poreza i izvješćivanja unutar tri regulatorna okvira – Dodd-Frankovog zakona, Inicijative za

transparentnost ekstraktivnih industrija i direktive Europske unije. Podaci zapisani na *blockchainu* regulatorima daju potpunu vidljivost, smanjujući rizik od kažnjavanja za operacije koje nisu usklađene s regulativama.

Unatoč svim pozitivnim značajkama pametnih ugovora, bitno je napomenuti potrebu za redovitim revizijom i kontrolom prilikom korištenja pametnih ugovora. Istodobno, neophodno je pratiti načela razvoja sigurnosti pametnih ugovora jer nepravilnim dizajnom i pogrešnim programiranjem ugovora može doći do ozbiljnih problema i gubitaka koje je teško zaustaviti zbog automatizma kojim su pametni ugovori karakterizirani.

Druga tehnologija koja se koristi u sektoru trgovanja su transakcije provedene preko *blockchaina*. U današnjem dinamičnom okruženja velikih fluktuacija cijena nafte i plina kompanije se suočavaju sa pritiskom da smanje troškove i ujedno poboljšaju produktivnost, kako bi uspjele održati prihvatljivu maržu profita. Tradicionalni način trgovanja naftom i plinom neizbježno vodi do grešaka prilikom izvođenja transakcija koje su sklone raznim prijevarama i kompromisima. Uporabom *blockchaina*, obje strane uključene u transakciju imaju pristup svim transakcijskim zapisima i procjenama koje je napravila druga strana, poboljšavajući time uspješnost transakcije. Nadalje, svaka strana može također pratiti konkretan napredak u svakoj fazi procesa transakcije, što omogućuje bolju kontrolu nad cjelokupnom situacijom (Prokop i Koeppen, 2018).

Osim toga, još jedna vrlo važna primjena u transakcijama odnosi se na međunarodne platne transakcije. Nafta i plin prodaju se u velikim količinama što znači da se radi o transakcijama velikih razmjera. Učestalost takvih transakcija također je velika. Korištenjem *blockchaina*, digitalni tokeni mogu predstavljati imovinu kojom se trguje. Na primjer, ako bi naftne i plinske kompanije koristile *blockchain* za kupoprodaju nafte u barelima, transakcije bi mogle uključivati digitalne tokene nazvane Brent ili WTI te bi ti tokeni predstavljali temeljnu imovinu – barel nafte - i ostali digitalno povezani tijekom cijelog puta kroz lanac opskrbe. Trenutno, oko devet posto transakcija sirove nafte godišnje vode se kao sporne transakcije što iznosi oko 150 milijardi USD svake godine (Prokop i Koeppen, 2018). Korištenjem tokena na *blockchainu*, proces plaćanja bi se ubrzao, papirologija smanjila ili posve eliminirala, a osporavane transakcije bi se značajno smanjile.

3.3. Rukovodstvo i donošenje odluka

Blockchain također ima enorman potencijal primjene u donošenju odluka. U sektoru istraživanja i razrade naftnih i plinskih ležišta javljaju se brojni problemi vezani uz projektiranje bušotina, opremanje i održavanje bušotina, odabir pripadajuće opreme itd. Dosadašnja praksa obično iziskuje nekoliko mjeseci ili godina od studije izvedivosti do provedbe projekta, što se upotrebom *blockchaina* za proračun relevantnih podataka može značajno skratiti.

U procesu donošenja upravljačkih odluka, brojne odluke ovise o podacima i informacijama cijelog sustava. Međutim, prikupljanje podataka u stvarnom vremenu predstavlja velike izazove, posebice s obzirom da se obilje informacija pohranjuje na različitim, zasebnim sustavima. Takvi zasebni sustavi mogu se razlikovati po strukturi, protokolu i formatiranju podataka što otežava glatku interoperabilnost. Tehnologija *blockchaina* nudi rješenje poboljšanjem učinkovitosti razmjene i prijenosa podataka čime se učvršćuje ispravnost i točnost u donošenju odluka. Osim toga, mnoge odluke u sektoru nafte i plina zahtijevaju glasanje članova uprave što omogućuju pametni ugovori pomoću kojih se može organizirati automatizirani, transparentni proces glasanja. Pokretač glasanja može započeti proces i dodijeliti pravo glasa sudionicima. Glasači imaju mogućnost izbora između davanja svojih glasova ili njihovog delegiranja drugima, dok rezultat ostaje javno dostupan i provjerljiv od strane svih (Lu et al., 2019).

Nadalje, *blockchain* nudi mogućnost pojednostavljenja cijelog procesa menadžmenta i rukovođenja procesima. Poznato je da mreže naftovoda i plinovoda zauzimaju ključnu poziciju u sustavima nafte i plina, a upravljanje tim mrežama može biti izrazito složeno, posebice kada je riječ o raspodjeli resursa. Ako se relevantni podaci vezani uz ponudu i potražnju resursa na tržištu učitaju na *blockchain* i oblikuju pametni ugovor, raspodjela nafte i plina može biti izvedena na učinkovitiji način temeljen na točno onim parametrima koji su nam u datom trenutku relevantni. Slično tome, ako se određene informacije o mreži cjevovoda uvedu u *blockchain*, integritet i pouzdanost mreže cjevovoda će se povećati.

3.4. Nadzor

Globalno, mnogi naftni i plinski proizvodi pohranjuju se, naručuju, transportiraju i distribuiraju putem različitih kanala koji uključuju proizvođače, dobavljače, izvođače, kooperante, rafinerije nafte te maloprodajnih trgovaca. Kada se, najčešće neizbježno, desi greška, produktivnost i razina proizvodnje će pasti, a mogu se pojaviti i ozbiljni problemi poput gubitka sirovina. *Blockchain* ne samo da prati proizvode u lancu opskrbe naftom i plinom, već pruža i revizijski trag opreme koja se koristi tijekom cijelog ciklusa čime se povećava transparentnost u svim aspektima lanca opskrbe, smanjujući troškove logistike i poboljšavajući operativnu učinkovitost.

U posljednjem desetljeću, ukapljeni prirodni plin - UPP (engl. *Liquefied Natural Gas*, LNG) je postao glavni oblik trgovine prirodnim plinom. Zbog svojih svojstava koja zahtijevaju transport u niskotemperaturnim spremnicima koji podnose visoke tlakove, prijevozna sredstva za uvoz i izvoz uglavnom su posebno dizajnirani metanijeri. Sustav nadzora i praćenja UPP-a u lancu opskrbe složen je i uključuje mnogo dijelova. Prirodni plin se ekstrahira iz plinskih polja, potom se transportira do postrojenja za obradu prirodnog plina radi dehidracije ili dekarbonizacije. Obradeni prirodni plin se transportira do postrojenja za ukapljivanje radi proizvodnje UPP-a, a zatim do postrojenja za izvoz. UPP se utovaruje na postrojenju za izvoz i ulazi u fazu prijevoza. Nakon dolaska na terminal UPP-a na određenoj lokaciji, UPP se u postrojenju za uplinjavanje ponovno pretvara u plinovito stanje namijenjeno raznim primjenama (Inkpen i Moffett, 2011).

Ovaj proces uključuje više dionika, od kojih svaki održava vlastitu bazu podataka za praćenje proizvoda. Implementacijom *blockchaina* u ovaj sustav podrazumijeva postojanje zajedničke baze podataka koja može pratiti proizvod, ali također se javlja mogućnost za aktiviranjem automatiziranog sustava za praćenje informacija koji može biti zaštićen određenom enkripcijom i verificiran posebnim mehanizmima. Na primjer, od otpreme UPP-a do faze kada UPP stigne na terminal, brodsko osoblje poslat će potpisane i ovjerene informacije na pametni ugovor, tako da svi sudionici u lancu znaju da je UPP stigao na ciljani UPP terminal u određenom roku. S druge strane, kada je transakcija UPP-a potpisana i obavljena, primatelju se šalje na šifriran način kako bi mu omogućila verifikaciju da je UPP doista stigao. U tom trenutku, osoblje na UPP terminalu izdaje isti pametni ugovor radi potvrde (Ahmad et al., 2022).

Funkcija korištenja *blockchaina* u svrhu praćenja lokacije i stanja proizvoda i resursa može se primijeniti i na praćenje intelektualnog vlasništva. Zbog rapidnog razvoja tehnologije, u kojem je naftna i plinska industrija desetljećima prednjačila, a i dalje je bitan faktor, očekuje se mnogo rasprava i legislative povezane s intelektualnim vlasništvom. Međutim, troškovi koji se vežu uz registriranje autorskih prava visoki su, a odobravanje obično traje dugo. *Blockchain* nudi rješenje omogućavajući pohranu i praćenje povezanih sadržaja, olakšavajući praćenje vlasništva i time djelujući kao sredstvo za zaštitu intelektualnog vlasništva.

Također, neki problemi povezani s natjecajima ili menadžmentom tijekom istraživanja i razvoja ležišta nafte i plina mogu se riješiti *blockchainom*. Na primjer, problemi poput nevažećih natječaja, odgovornost za propuste u ugovorima o natjecaju za projekte te građanska odgovornost za odbijanje potpisivanja ugovora nakon osvojenog natječaja.

Naftne i plinske kompanije moraju dobiti prava na korištenje zemljišta prije nego što započnu istraživanje, bušenje, opremanje i druge aktivnosti. Međutim, razrješavanja pitanja izvora i vlasništva zemljišta može biti teško, a u zasebnim bazama podataka i arhivima mogu postojati višestruki zapisi o vlasništvu koji se međusobno dovode u sukob. U takvom okruženju, transakcije sa zemljištem izrazito su osjetljive na prijevare (Ahmad et al., 2022).

Blockchain tehnologija može stvoriti neizbrisivi trag mobilnosti, vrijednosti i vlasništva nad zemljištem. To uvelike može umanjiti gubitak, zamršenost ili nesklad spisa o vlasništvu, pojavu sporova oko vlasništva i naposljetku, pružiti poreznim tijelima transparentnost zemljišnih transakcija, stvarajući stvarne zapise o točnom prijenosu vrijednosti u stvarnom vremenu.

3.5. Kibernetička sigurnost

Prema analizi temeljenoj na više od 373 prijave tvrtki iz sektora nafte i plina, globalna naftna i plinska industrija doživjela je porast od 87 % vezanu uz sigurnost informacijskih sustava u prvom kvartalu 2024. u usporedbi s prethodnim tromjesečjem (GlobalData, 2022). Tvrtke u naftnoj i plinskoj industriji privlačne su za cyber napade jer je energetska infrastruktura ključna za moderne ekonomije. Ciljanje tog sektora osigurava posljedice koje se protežu daleko izvan opsega uobičajenih cyber prijetnji i napada. Sigurnosne prijetnje u naftno-plinskoj industriji

visoko su rangirane u usporedbi s drugim industrijama te se zato velika sredstva izdvajaju za potrebe razvijanja tehnologija koje će jamčiti sigurnost i obranu od ovih prijetnji modernog doba. Objavljeno je da je u 2021. godini veličina tržišta kibernetičke sigurnosti u naftnoj i plinskoj industriji procijenjena na 27,3 milijarde američkih dolara i očekuje se rast na 46,91 milijardi američkih dolara do 2030. godine, s godišnjim stopama rasta od 6,2 % (SkyQuest Technology, 2023).

Za hakere, naftne i plinske kompanije posjeduju mnogobrojne ranjive točke, poput složenih operativnih sustava i procesa proizvodnje, ograničene integracije informacijske tehnologije i tehnologije operativnog procesa, neusklađenost mrežnih standarda između različitih odjela, kašnjenja u stvarnom vremenu uzrokovana vatrozidima, nepravilna ažuriranja sigurnosnih zakrpa (engl. *security patches*) sustava, posebno kod sigurnosnih sustava dobavljača.

Nadalje, danas se uvelike koriste posebni, sofisticirani inteligentni senzori koji se temelje na Internet stvari (engl. *Internet of things*, IoT) mreži koja je također u svojem rapidnom razvitku kao i *blockchain*. Ovi senzori mogu daljinski nadzirati razine skladišnih spremnika, temperature i druge kritične parametre, omogućujući operatorima da optimiziraju upravljanje zalihama, spriječe nestanak zaliha i osiguraju usklađenost sa sigurnosnim propisima (Lu et al., 2019). Pametni senzori mogu pružiti informacije o pravom stanju operacija na odobalnim naftnim postrojenjima vidljivim na posebno razvijenim aplikacijama (Slika 3.2.). Međutim, ti senzori trenutno predstavljaju najranjiviji dio korporativne mreže, budući da industrijski konkurenti potencijalno mogu steći informacije sa senzora putem špijunskih aktivnosti. No, korištenjem *blockchain* tehnologije za decentraliziranje pohrane važnih podataka, rizik od mrežnih napada može se značajno smanjiti. Kroz enkripciju i digitalne potpise, *blockchain* sustav može zaštititi povezane uređaje, pametne sustave te bilo kakve elemente opreme povezane na internetsku mrežu kojima se koristi osoblje na naftnim i plinskim postrojenjima.



Slika 3.2. Primjer inteligentnog senzora i mobilne aplikacije na koju dolaze podaci (CrowleyFuel, 2019)

Naftne i plinske kompanije podložne su cyber napadima na više različitih mjesta i sektora poslovanja. U opasnosti su različite vrste podataka, od onih na korporativnoj razini do onih u *upstream*, *midstream* i *downstream* dijelu poslovanja. Bitno je dobro poznavati ranjive točke sustava kako bi se uspješno nastavila implementacija sustava zaštite temeljenih na *blockchainu*, tj. pametnim ugovorima u ovom slučaju te je potrebno definirati različite faze za koje je potrebno implementirati kibernetičku sigurnost. U ovom slučaju te faze vežu se uz *upstream*, *midstream* i *downstream* okruženje. Mohammed (2023) izlaže ideju o stvaranju unutarnje cyber zaštite za svaku fazu zasebno i interno osiguranje korištenjem *blockchain* tehnologije, što uključuje stvaranje pametnih ugovora za svaku od tih faza. Takvi pametni ugovori povezani su s aplikacijom za naftni sektor koja prima podatke, obrađuje ih i potom šalje podatke pametnom ugovoru za svaku pojedinu fazu, a ostali ugovori su obaviješteni o statusu i promjeni koja se desila. Nakon toga, podaci se pohranjuju u *blockchain* mrežu (npr. Ethereum) u svrhu zaštite.

4. PRIMJERI UPOTREBE BLOCKCHAINA U PRAKSI

Trenutačno, upotreba *blockchaina* u naftnoj i plinskoj industriji je u svojim začetnicima. Nekoliko je primjera uspješne implementacije koja se trenutačno provodi diljem svijeta, te upravo takvi slučajevi služe ostatku industrije kao prilika za učenje i planiranje budućih projekata.

4.1. VAKT platforma

Platforma VAKT osnovana je 2018. godine od strane grupe velikih naftnih kompanija, trgovaca i pružatelja usluga trgovinskog financiranja. Osnivači su prepoznali problem koji je zahtijevao zajedničku akciju: fizički proces nakon trgovanja oslanjao se na složene, ručne i ponavljajuće procese koji su stoga bili skloni greškama. Vakt je zapravo konzorcij 12 kompanija među kojima su neke od najvećih u industriji: BP, Equinor, Shell, Gunvor, Koch, Mercuria, Chevron itd. (Vakt Global Ltd., n.d.) (shema na Slici 4.1. prikazuje sve osnivačke kompanije).

Udruživanjem različitih kompanija i njihovim obavljanjem post-trgovinskih poslova na platformi koja koristi *blockchain* tehnologiju, uvidjeli su da se postojeći problemi mogu riješiti te da je moguća bolja zaštita vrijednosti svojih transakcija. Tradicionalnim načinom, proces nakon trgovanja uključivao je da obje strane provjeravaju dokumentaciju i mijenjanju zapise u odvojenim, ručnim sustavima, što je vremenski zahtjevno i sklono pogreškama. Nasuprot tomu, ova kompanija je iskoristila *blockchain* tehnologiju kako bi stvorila digitalnu platformu koja omogućava svim stranama da po prvi put tim procesom upravljaju na istom mjestu. To je bio dotad neviđen i vrlo ambiciozan projekt s obzirom na to da je svaka od dvanaest organizacija donijela svoju, ustaljenu poslovnu logiku i aplikacijska programska sučelja (engl. *application programming interface*, API) za integraciju u platformu.

Pri osnivanju ovog konzorcija, uvelike od pomoći bila je poznata tehnološka kompanija Thoughtworks koja je izabrana kao partner od osnivača VAKT platforme. Vremenski rokovi u kojima je VAKT želio implementirati *blockchain* tehnologiju bili su vrlo zahtjevni i teško dostižni. No, kroz manje od 6 mjeseci uspješno je izgrađena i puštena u pogon ova platforma, što je bilo moguće zbog vrlo intenzivnog perioda rada timova koji su bili locirani diljem Ujedinjenog Kraljevstva i Indije. Također, što se proces razvoja ove tehnologije više ubrzavao

tako je rastao i broj suradnika u timovima. Naposljetku, u studenom 2018. godine platforma je lansirana na tržištu sirove nafte Sjevernog mora, pružajući trgovcima siguran izvor pouzdanih informacija koji će revolucionirati način na koji posluju. VAKT se nakon ovog početnog lansiranja počeo širiti po cijelom svijetu te se trend širenja i dalje nastavlja (Vakt Global Ltd., n.d.).

Jedan od suradnika iz kompanije Thoughtworks o VAKT-u je rekao da je "ono što je ovaj projekt činilo još revolucionarnijim bio je njegov razvoj kao decentralizirane aplikacije (engl. *decentralized application, dApp*), koja se pokreće preko P2P mreže strojeva umjesto s jedne točke kontrole. Zajednička odgovornost i vlasništvo svih VAKT-ovih sudionika bili su ključni za uspjeh ovog pristupa."

U suštini, VAKT je skup platformi na koje su korisnici povezani putem API-ja radi razmjene, usporedbe i dogovora o podacima vezanim za fizičku trgovinu naftom i potvrde, logistiku plovila i inspeksijske operacije (Ahmad et al., 2022). Ova platforma trenutno pruža usluge u nekoliko područja trgovanja naftom te je u ponudi više različitih proizvoda tj. programa koji se koriste u različitim situacijama. Na primjer, program vSure koristi se za rukovanje potvrdama za vodeni promet, vLogistics za logistiku i vActuals za povezivanje s terminalima (kao i povezivanje s nekoliko velikih inspeksijskih i testnih tvrtki). Svi ovi programi kao dugoročni cilj imaju digitalizaciju cijelog komunikacijskog toka u naftnom sektoru. Program vSure podržava bilateralne potvrde i stekao je popularnost u ovom segmentu tržišta s nekoliko korisnika za ovu uslugu, a među njima su i korisnici koji nisu vlasnici platforme.



Slika 4.1. Kompanije koje su sudjelovale u osnutku Vakt Platforme (Vakt Global Ltd., 2019)

4.2. B4E – Blockchain for Energy

U SAD-u, sedam velikih naftno-plinskih kompanija je 26.2.2019. osnovalo novi, američki *blockchain* konzorcij. Kompanije osnivači su: Chevron, ConocoPhillips, Equinor, ExxonMobil, Hess, Pioneer Natural Resources i Repsol, a u međuvremenu im se pridružilo još nekoliko kompanija (Slika 4.2.) Ove kompanije ujedno su i dio Odbora odobalnih operatera (engl. *Offshore Operators Comitee*, OOC), nepolitičke trgovinske organizacije čiji cilj je sve potrebne regulacije održavati ažuriranima i ekonomski sigurnima, te ju većinski čine kompanije koje djeluju u Meksičkom zaljevu (Blockchain For Energy, 2024).

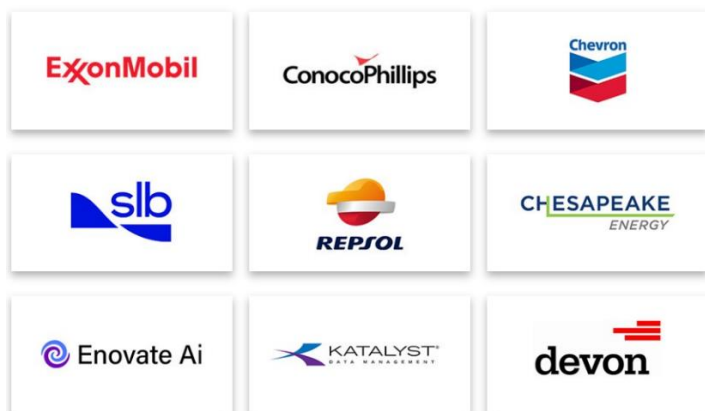
Prvotna svrha ove grupe bila je provođenje pilot projekata i provođenje projekata dokazivanja inovativnog koncepta (engl. *Proof of Concept*, PoC) kojima je cilj bio istražiti potencijalne prednosti od ubrzavanja transakcija, smanjivanja sporova i poboljšanja sigurnosti. Kao i kod svih *blockchain* inicijativa, pokretanje procesa standardizacije je preduvjet, a ti standardi odnose se na strukture upravljanja, pametne ugovore, konsenzuse i kriptografiju. Kroz prvu godinu od osnivanja četiri slučaja upotrebe su identificirana i isprobana, a prvi od njih je bio izdavanje karata za kamione (engl. *ticketing*). S obzirom na uobičajenost hidrauličkog frakturiranja na današnjim plinskim i naftnim poljima potrebno je organizirati prijevoz korištene vode na za to predviđeno mjesto. Digitalizacijom izdavanja karata za kamione koji odvoze korištenu vodu, konzorcij se nadao smanjiti režijske troškove i revizije. Osim ove uporabe *blockchaina*, proba implementacije je obuhvatila i procese odobravanja troškovnih procjena, zajedničko fakturiranje i plaćanja te praćenje seizmičkih podataka.

Početkom 2022. godine, konzorcij B4E objavio je pokretanje vlastite platforme za poslovanje, B4E Network & Platform, odnosno vlastitog programa u kojem će nadalje obavljati sve aktivnosti za razliku od prijašnjeg perioda kada je konzorcij koristio druge platforme (BusinessWire, 2023). Potreba za specijaliziranom i sveobuhvatnom platformom proizlazi iz toga što je sami *blockchain* u razvoju projekata ovog konzorcija samo mali dio cjelokupnog rješenja. Osim njime, potrebno je upravljati pametnim ugovorima, identitetom, porukama, dokumentima, API-jevima i još mnogo toga. Ovime je konzorcij ojačao svoju digitalnu infrastrukturu te povećao svoju fleksibilnost i prilagodljivost promjenjivosti Web3 prostora. Prvi program koji je postao aktivan na novoj platformi bio je B4E Commodity Transport Program, koji je pod vodstvom kompanije Pioneer Natural Resources korišten za realizaciju transakcija

prilikom procesa transporta. Ubrzo nakon, tvrtke Chevron i Worley na platformi su krenule s korištenjem pametnih ugovora za proces dogovora u kojem investitor dobiva udio u proizvodnji s nekog posjeda, bez potrebe plaćanja troškova proizvodnje (engl. *Production to Payment*).

Također, B4E razvio je logistički program pod nazivom *Commodity Transport Web3 Field Automation Solution* koji automatizira veći dio procesa transporta, smanjujući potrebu za ručnom validacijom, sporu komunikaciju i neusklađenosti (Blockchain For Energy, 2024). Tako se isporuke potvrđuju pomoću *blockchain* konzorcija, a podaci su odmah dostupni za pregled. Dovoljno je fleksibilan da podrži različite vrste robe i zahtjeve u različitim regijama. Program koristi pametne ugovore na *blockchainu* za validaciju podataka sa senzora, GPS satelita i drugih IoT uređaja kako bi se digitalizirali i automatizirali ranije ručni procesi.

Konzorcij Blockchain for Energy osim ovih ima i mnoštvo drugih programa koje razvija, jedan od njih je verifikacija izvješća o digitalnim mjerenjima (engl. *Digital Measurement Reporting Verification*, dMRV) koji će objediniti tehnologije *blockchaina*, umjetne inteligencije i Internet stvari. Ostali projekti koji su u pripremi vežu se uz digitalne identitete, prava na seizmičke podatke i upravljanje zajedničkim ulaganjima (BusinessWire, 2023).



Slika 4.2. Kompanije sudionice B4E konzorcija (Blockchain For Energy, 2024)

4.3 Kriptovalute u naftno-plinskoj industriji

Posljednjih godina, vrlo popularni tip kriptovalute koji se koristi je takozvani *Stablecoin* gdje je vrijednost digitalne imovine vezana za referentnu imovinu, koja je ili novac ili roba kojom se trguje na burzi ili druga kriptovaluta. Posebice su popularne kriptovalute vezane uz vrijednost srebra ili zlata čime ta roba postaje "tokenizirana". Nafta kao najveća svjetska roba po tržišnoj vrijednosti još nije uspješno tokenizirana, no u slučaju da se taj proces uspješno provede moguće je veliki utjecaj na globalnu ekonomiju i monetarni sustav.

Nafta kao imovina imala bi potencijal podržati stabilnu kriptovalutu otpornu na inflaciju koja u suvremenoj ekonomiji predstavlja veliki izazov. Unatoč očiglednom potencijalu, samo je jedan projekt koji je javno objavljen i pušten u pogon vezan uz naftu kao tokeniziranu imovinu – kontroverzni venezuelanski Petro (PTR), koji je podržan naftom, prirodnim plinom i mineralnim rezervama zemlje (Rosales, 2019).

Petro je u prosincu 2017. godine najavljen od predsjednika Venezuele Nicolasa Madura te je prvotno bio zamišljen kao pomoćno sredstvo u zaobilazanju širokog spektra sankcija koje su uvedene protiv zemlje, pomažući vladi prikupiti nova sredstva i potencijalno smanjiti galopirajuću inflaciju u zemlji (Comben, 2019). Teoretski, Petro bi mogao omogućiti Venezueli da zaobiđe tradicionalni globalni bankarski sustav, omogućujući vladi (a, potencijalno i građanima) da plaćaju međunarodnu robu i usluge putem privatnih kripto novčanika. Rosales (2019) opisuje kako bi primatelji Petro-a mogli konvertirati Petro u "fiat" valutu (npr. Euro ili američki dolar) koristeći strane burze koje nisu regulirane od strane američke vlade ili neregulirane, decentralizirane burze kako bi zamijenili Petro za Bitcoin ili stabilne kriptovalute vezane uz USD, poput USDC-a. Nadalje, primatelji bi mogli koristiti uslugu koja miješa potencijalno prepoznatljiva ili "okaljana" sredstva kriptovalute s drugima, kako bi se zamaglio trag od izvornog izvora fonda (engl. *cryptocurrency mixers*). Korištenjem ovih "mixera" korisnici bi mogli sakriti svoje tragove i izbjeći sankcije, čak i za velike transakcije.

Unatoč ogromnim preostalim naftnim rezervama Venezuele, procijenjenim na 300 milijardi barela, Petro je ostao potpuni neuspjeh. Njime se ne trguje na nijednoj velikoj burzi ili decentraliziranoj kripto burzi (engl. *decentralized exchange*, DEX) i nije uspio prikupiti novac za venezuelansku vladu i tvrtke. Više je čimbenika zašto je ova kriptovaluta propala, a najvažniji

je nedostatak mogućnosti otkupa. Petro je teoretski 100 % "poduprt" naftom i prirodnim resursima, ali dokle god ne postoji način da se otkupi u zamjenu za te resurse, ostat će bezvrijedan. Kada bi Petro bio izravno podržan u omjeru 1:1 međunarodno trgovanim, 100 % otkupivim naftnim *futures* ugovorima, vjerojatno bi se njime moglo trgovati po vrijednosti bliskoj vrijednosti tih ugovora (Rosales, 2019). Međutim, zbog sankcija koje su SAD i druge zemlje uvele Venezueli, venezuelanska naftna imovina se ne trguje naširoko kao *futures* na međunarodnim robnim burzama, što otkup čini gotovo nemogućim.

Osim nedostatka otkupivosti, veliki problem koji je mučio ovu kriptovalutu je izbor *blockchaina*. Iako je venezuelanska vlada u početku rekla da će valuta biti izdana na Ethereum *blockchainu*, promijenili su to u posljednji trenutak na NEM *blockchain*. NEM je relativno mala i nepoznata *blockchain* mreža što je smanjilo potencijalnu interoperabilnost i jednostavnost korištenja Petro-a.

Petro nije jedini projekt koji je pokušao stvoriti digitalnu valutu podržanu naftom. Neki od projekata koji su pokušali su kreirati kriptovalutu podržanu naftom su OilCoin, PetroDollar i Blur Energy, ali nijedan od njih nije ostvario značajan uspjeh i napredak, ponajviše zbog manjkavosti institucionalne podrške. Osnovni koncept ovih kriptovaluta u teoriji je tržišno privlačan, no zbog mnoštva već spomenutih razloga koji uključuju probleme otkupa, podrške, marketinških planova itd., nisu uspjele zaživjeti (Comben, 2019).

No, razvoj ideja o kriptovalutama se i dalje odvija. Rusija je primjerice već najavila stvaranje kriptovalute povezane s naftom. Ruska vlast je izjavila da bi ovu valutu iskoristila za trgovinu sa zemljama u Zajednici neovisnih država (Bjelorusija, Armenija, Moldavija) i sa zemljama saveznicima koje su također suočene sa sankcijama zapada, poput Irana i Venezuele. U slučaju uspjeha ovog projekta, razvijena kriptovaluta postala bi regionalna valuta za trgovanje resursima koja bi Rusiji omogućila da izbjegne sankcije nametnute zbog sukoba u Ukrajini (Comben, 2019).

5. IZAZOVI I PREPREKE U IMPLEMENTACIJI BLOCKCHAINA U NAFTNO-PLINSKOJ INDUSTRIJI

Blockchain tehnologija koristi učinkovite konsenzusne algoritme i metode enkripcije podataka temeljene na nepovratnom "haširanju" kako bi osigurala podatke i transakcije povezane s istraživanjem, razvojem, transportom i drugim poslovnim operacijama u naftnoj i plinskoj industriji. Sigurnosne politike i alati koje koristi većina *blockchain* platformi štite podatke korisnika od zlonamjernih i nenamjernih prijetnji otkrivanjem, sprječavanjem i generiranjem snažnog odgovora na takve prijetnje. Međutim, postoje i određeni problemi i izazovi vezani uz *blockchain*.

Postojeće *blockchain* platforme jamče pseudonimnost, koja označuje stanje prikrivenog identiteta. Međutim, moglo bi postojati mnogo scenarija primjene u naftnom i plinskom sektoru koji zahtijevaju otkrivanje pravog identiteta sudionika. Kao rezultat toga, privatnost podataka korisnika bit će značajno pogođena, što potencijalno vodi do regulatornih i pravnih problema. (Ahmad et al., 2022). Općenito, integritet podataka, dostupnost i povjerljivost zajamčeni *blockchain* platformama mogu pomoći u očuvanju sigurnosti podataka vezanih uz korisnike naftne i plinske industrije u svim fazama poslovanja. Podaci pohranjeni na javnim *blockchain* platformama, kao što je Bitcoin, osjetljivi su na probleme curenja privatnosti podataka korisnika. Privatne i konzorcijske *blockchain* platforme (npr. Hyperledger Fabric, Quorum itd.) prikladne su za mnoge primjene u naftnoj i plinskoj industriji jer čuvaju privatnost i osiguravaju brzu provedbu transakcija.

Tehnička proširivost, skalabilnost *blockchain* platformi jedan je od glavnih problema koji utječu na njezinu podobnost akterima naftno-plinske industrije. Dobro poznati sustavi kao što su Paypal i Visa vrlo su brzi; Visa je sposobna obraditi više od 2000 transakcija u sekundi. *Blockchain* sustavi daleko su iza ovih u pogledu brzine izvršenja transakcija. Klasična Bitcoin mreža može izvršiti tri do sedam transakcija u sekundi, a u prosjeku je potrebno desetak minuta da završi i objavi blok (Tapscott i Tapscott, 2018). No, privatne *blockchain* platforme nemaju problema sa skalabilnošću jer su namjerno dizajnirane za omogućavanje komunikacije ograničenoj i pouzdanoj skupini korisnika, ali s više centralizirane kontrole.

Sljedeći problem je interoperabilnost. Mnoge *blockchain* mreže nisu inherentno otvorene i ne podržavaju međusobnu komunikaciju između organizacija. Stoga su takve

blockchain platforme isključene i često predstavljaju silose informacija, sprječavajući naftne i plinske organizacije da postignu svoj puni potencijal. Razlog nepovezanosti uključuje razlike u *hashing* algoritmima, sigurnosnim protokolima, vrsti, formatu transakcija i konsenzus protokolima (Ahmad et al., 2022).

Sustavi temeljeni na *blockchainu* koji se koriste za istraživanje nafte i plina, razvoj bušotina i transport sirove nafte i plina oslanjaju se na pametne ugovore. Pouzdanost i performanse pametnih ugovora uvelike ovise o njihovom obrambenom sustavu protiv vanjskih i unutarnjih napada. Svaka pogreška u izvedbi pametnog ugovora može uzrokovati znatne gubitke na računima sudionika. Više je primjera gdje su pametni ugovori bili hakirani što je rezultiralo značajnim gubitcima novca. Stoga ih je potrebno pažljivo pisati, testirati i provjeravati ugovore prije njihove implementacije. Loša izvedba pametnih ugovora narušava vjerodostojnost takve tehnologije smanjujući mogućnost kompanija da uvedu pametne ugovore u svoju poslovnu praksu (Lu et al., 2019).

Računalni procesi iza *blockchaina* zahtijevaju veliku količinu energije i računalnih resursa za rješavanje matematičkih izazova prilikom stvaranja svakog bloka. Zbog energetske zahtjeva dolazi do povećanih emisija ugljičnog dioksida, pa je pronalaženje energetski učinkovitijeg procesa rudarenja ključan istraživački izazov. Slične probleme ima i naftno-plinska industrija kojoj u nadolazećim godinama bitan zadatak predstavlja smanjenje emisija stakleničkih plinova i minimaliziranje utjecaja na okoliš zbog čega kompanijama nije u interesu u poslovnu praksu uvesti postupke koji će samo produbiti postojeći problem.

Veliki nedostatak naftnih i plinskih kompanija je nedovoljno ulaganje vremena i novca u edukaciju. To dovodi do pogrešnih insinucija koje ljudi u industriji imaju o *blockchainu*. Neke od njih su poistovjećivanje *blockchaina* sa pojmom Bitcoina, što je potpuno pogrešno. Također, uvriježeno mišljenje je da pametni ugovori legalno vezuju njegove korisnike što bez posebnog ugovornog sporazuma nije istinito (Lu et al., 2019).

Naposljetku, potrebno je sagledati troškove i kompleksnost koju *blockchain* donosi sa sobom. Kompanije sa dobro uhodanim poslovnim praksama koje godinama provode ne žele ulaziti u rizik s novim projektima koji im ne garantiraju uspjeh. Također, ulaganja u druge tehnologije, primjerice one povezane s umjetnom inteligencijom mogu istisnuti *blockchain* iz središta pažnje ulagača.

6. ZAKLJUČAK

Svjetsko energetska vijeće je 2018. godine, na primjerku od 39 visokopozicioniranih pojedinaca koji djeluju u energetske sektoru provelo ispitivanje o *blockchain* tehnologiji u energetici. Iz izvješća se može zaključiti da je razumijevanje tehnologije u naftnoj i plinskoj industriji nije dovoljno sveobuhvatno te da je primjena još uvijek u većini slučajeva eksperimentalna (Lu et al., 2019). Ulaganja su također nedovoljno snažna. Ovi podaci pokazuju na to da je faza implementacije *blockchaina* u naftno-plinskoj industriji i dalje u povojima te su potrebni veliki naponi kako bi se potpuno iskoristile sve blagodati ove tehnologije.

Za očekivati je da će pomake na ovom polju nastaviti predvoditi velike korporacije kao što su BP i Shell, prvenstveno zbog kapitala i odjela istraživanja i razvoja (engl. *research and development*) kojima raspolažu. Bitna je podrška državnih institucija kao i prilagodba zakona i regulativa koja nažalost uvelike izostaje u većini država zbog uskogrudnosti i predrasuda koje vlade mnogih država imaju po pitanju *blockchaina*.

Iako su naftno-plinske megakompanije oduvijek prednjačile u modernizaciji i razvitku novih tehnologija i izuma, po pitanju *blockchaina* ne predvode implementaciju. Iako interes postoji, nedostaje agresivniji pristup pri implementaciji tehnologije kao i intenzivnija edukacija zaposlenih u sektoru. Također, potrebna su znatna ulaganja u snažniju digitalnu infrastrukturu koja može podržati alate koji će u budućnosti biti korišteni. Tehnološka rješenja temeljena na *blockchainu* nisu univerzalna, već bi se trebale razvijati metode orijentirane na specifične potrebe industrije. Shodno tome, potrebno je razvijati kadar koji će se baviti tim konkretnim problemima i razvijati projekte koji mogu osvježiti stare poslovne prakse.

Kao što je internet omogućio neometanu trgovinu povezujući kupce i prodavače na online tržištima, *blockchain* bi mogao pružiti teren za neometanu razmjenu vrijednosti unutar diskretnih digitalnih poslovnih mreža. Hoće li naftno-plinska industrija u takvom, novom tržištu biti predvodnik inovacija ili samo njihov pratitelj, ostaje za vidjeti.

7. LITERATURA

- 1) AHMAD, R.W., SALAH, K., JAVARAMAN, R., YAQOOB, I., OMAR, M. 2022. Blockchain in Oil and Gas Industry: Applications, Challenges, and Future Trends. URL: <https://www.techrxiv.org/doi/full/10.36227/techrxiv.16825696.v1> (30.5.2024.)
- 2) ANDONI, M., ROBU, V., FLYNN, D., ABRAM, S., GEACH, D., JENKINS, D., PEACOCK, A. 2019. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 100, str. 143–174.
- 3) ATLAM, H. F., ALENEZI, A., ALASSAFI, M. O., & WILLS, G. 2018. Blockchain with internet of things: Benefits, challenges, and future directions. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 10(6), str. 40-48.
- 4) BLOCKCHAIN FOR ENERGY. 2024. URL: <https://blockchainforenergy.net> (19.5.2024.)
- 5) BUSINESSWIRE. 2023. Revolutionizing Energy Operations and Logistics with Web3 Field Automation: Unveiling Groundbreaking Solutions for the B4E Network & Platform. URL: <https://www.businesswire.com/news> (21.7.2024.)
- 6) COMBEN, C. 2019. How the launch of oil-backed cryptocurrencies could change the market. URL: <https://coinrivet.com/oil-backed-cryptocurrencies/> (29.5.2024)
- 7) CROWLEYFUEL, 2019. Smart Oil Gauge. URL: <https://www.crowleyfuel.com/bobs-fuel-for-thought-blog/smart-oil-gauge> (19.5.2024.)
- 8) DRESCHER, D., 2017. *Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps*. New York: Apress.
- 9) GLOBALDATA, 2022. *Cybersecurity in Oil and Gas – Thematic Research*. URL: <https://www.globaldata.com/store/report/cybersecurity-in-oil-and-gas-theme-analysis/> (20.5.2024.)
- 10) HRVATSKA AKADEMSKA I ISTRAŽIVAČKA MREŽA. n.d. URL: <https://www.carnet.hr> (20.5.2024.)
- 11) INKPEN, A., MOFFETT, M. 2011. *The Global Oil & Gas Industry: Management, Strategy and Finance*. Tulsa: PennWell Corporation.

- 12) KROLL INC., 2024. Global Oil and Gas M&A Outlook – Q4 2023. URL: <https://www.kroll.com/en/insights/publications/valuation/global-oil-and-gas-m-and-a-outlook-q4-2023> (12.5.2024.)
- 13) LU, H.F., GUOB, L., AZIMIA, M., HUANG, K. 2019. Oil and Gas 4.0 era: A systematic review and outlook. Computers in industry, 111, str. 68-90.
- 14) MOHAMMED, R. 2023. Utilizing Blockchain Technology for Oil and Gas Industry. Journal of Petroleum Research and Studies, 13(2), str. 100-118.
- 15) OGAR, J., 2023. How the Blockchain secures data using Cryptographic hash function. URL: <https://dev.to/manyorock/cryptographic-hash-function-and-the-blockchain-56de> (23.7.2024.)
- 16) PROKOP, M., KOEPPEN, M., 2018. Blockchain: A true disruptor for the energy industry: Use cases and strategic questions. URL: <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/energy-and-resources/articles/blockchain-use-cases-energy-resources-industry-disruptor.html> (28.5.2024.)
- 17) RAMCHANDRAN, R., 2019. Utilisation of Blockchain Technology for KYC process for banks in India using Aadhar Number. URL: <https://norma.ncirl.ie/4225/1/roshanramchandran.pdf> (27.5.2024.)
- 18) ROSALES, A., 2019. Radical rentierism: gold mining, cryptocurrency and commodity collateralization in Venezuela. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09692290.2019.1625422> (24.7.2024.)
- 19) SKYQUEST TECHNOLOGY. 2023. Cyber Security In Oil And Gas Market Insights URL: <https://www.skyquestt.com/report/cyber-security-in-oil-and-gas-market> (28.5.2024.)
- 20) TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. 2018. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World. New York: Penguin Random House LLC.
- 21) THE COMPUTING TECHNOLOGY INDUSTRY ASSOCIATION. 2023. "Blockchain Terminology: A Glossary for Beginners". URL: <https://connect.comptia.org/content/articles/blockchain-terminology> (10.5.2024.)
- 22) VAKT GLOBAL LTD. n.d. URL: <https://www.vakt.com/company> (10.5.2024.)

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno na temelju znanja stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenom literaturom.



Toni Kvaternik



KLASA: 602-01/24-01/108
URBROJ: 251-70-12-24-2
U Zagrebu, 30. 08. 2024.

Toni Kvaternik, student

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/24-01/108, URBROJ: 251-70-12-24-1 od 25.06.2024. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

BLOCKCHAIN U INDUSTRIJI NAFTE I PLINA

Za mentoricu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Prof. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentorica:

(potpis)

Prof. dr. sc. Daria Karasalihović
Sedlar

(titula, ime i prezime)

Predsjednica povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Karolina
Novak Mavar

(titula, ime i prezime)

Prodekan/za nastavu i studente:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)