EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

OBCHODNÁ FAKULTA

Evidenčné číslo: 102003/B/2022/36109009461203972

BLOCKCHAIN A JEHO VYUŽITIE V MEDZINÁRODNOM PODNIKANÍ

Bakalárska práca

2022 **Michal Petrovič**

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

OBCHODNÁ FAKULTA

BLOCKCHAIN A JEHO VYUŽITIE V MEDZINÁRODNOM PODNIKANÍ

Bakalárska práca

Študijný program: Medzinárodné podnikanie

Študijný odbor: Ekonómia a manažment

Školiace pracovisko: Katedra medzinárodného obchodu OF

Vedúci záverečnej práce: Ing. Tatiana Hlušková, PhD.

Bratislava 2022 **Michal Petrovič**

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že som záverečnú prácu vypracoval samostatne, a že som uviedol všetku použitú literatúru.

Dátum: **.....**

(podpis študenta)

Poďakovanie

Chcel by som sa poďakovať mojej vedúcej záverečnej práce, Ing. Tatiane Hluškovej, PhD., za jej odborné vedenie a metodickú pomoc, ktorú mi poskytla pri vypracovávaní predkladanej práce.

ABSTRAKT

PETROVIČ, Michal: *Blockchain a jeho využitie v medzinárodnom podnikaní*. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Obchodná fakulta; Katedra medzinárodného obchodu. – Vedúca záverečnej práce: Ing. Tatiana Hlušková, PhD. – Bratislava: OF EU, 2022, počet strán 36 s.

Cieľom záverečnej práce je poskytnúť relatívne ucelený prehľad o charakteristike a využití technológie blockchain v medzinárodnom podnikaní so zameraním na vybraný sektor – audit. Ako čiastkové ciele, ktoré podmieňujú dosiahnutie hlavného cieľa sme si určili definovať základný koncept a technologické aspekty technológie blockchain, predstaviť technológiu blockchain ako súčasť auditu 4.0 a jej príklady využitia, a poukázať na výhody a riziká pre účastníkov siete, a teda pre firmy a ich klientov. Práca je rozdelená do 3 kapitol.

Prvá kapitola definuje technológiu blockchain a charakterizuje základný koncept a technologické aspekty. Okrem technického hľadiska si v tejto kapitole vymedzíme aj pojem medzinárodné podnikanie a jeho formy. V druhej kapitole bližšie definujeme cieľ práce, metodiku práce a metódy skúmania. Tretia kapitola predstavuje výsledky práce a diskusiu. V tejto kapitole sa zameriavame na využitie blockchainu v medzinárodnom podnikaní vo vybranom sektore, ktorým je audit. Popisujeme postavenie auditu v medzinárodnom podnikaní, jeho vývoj od auditu 1.0 k auditu 4.0 a stručne ich porovnávame. Následne charakterizujeme blockchain v audítorských procesoch a uvedieme príklady využitia tejto technológie v medzinárodnom podnikaní so zameraním na audítorské spoločnosti. Táto kapitola identifikuje a poukáže na výhody a riziká technológie blockchain pri audite.

Kľúčové slová: Blockchain, Audit 4.0, Inteligentné zmluvy, Medzinárodné podnikanie

ABSTRACT

PETROVIČ, Michal: *Blockchain and its use in international business.* - University of Economics in Bratislava. Faculty of Commerce; Department of International Trade. - Thesis supervisor: Ing. Tatiana Hlušková, PhD. - Bratislava: OF EU, 2022, 36 p.

The aim of this thesis is to provide a relatively comprehensive overview of the characteristics and use of blockchain technology in international business with a focus on the selected sector of audit. For the sub-objectives that underpin the main objectives, we have set out to define the basic concept and technological aspects of blockchain technology, to introduce blockchain technology as part of audit 4.0 and examples of its application, and to describe the benefits and risks for network participants, and thus for companies and their clients. The thesis is divided into 3 chapters.

The first chapter describes the blockchain technology and characterizes the basic concept and technological aspects. In addition to the technical aspect, in this chapter we define the concept of international business and its forms. In the second chapter we define the objectives of the thesis, thesis methodology and research methods. The third chapter presents the results of the work and discussion. In this chapter we focus on the use of blockchain in international business in a selected sector, which is auditing. We describe the position of audit in international business, its development from audit 1.0 to audit 4.0 and briefly compare them. Subsequently, we characterize blockchain in audit processes and provide examples of the use of this technology in international business with a focus on audit companies. This chapter identifies and points out the benefits and risks of blockchain technology in the audit environment.

Keywords: Blockchain, Audit 4.0, Smart Contracts, International Business

Obsah

Úvod

Blockchain bol prvýkrát predstavený ako základná technológia, na ktorej bol postavený bitcoin, zďaleka najvýznamnejší ekosystém decentralizovanej digitálnej meny navrhnutý v roku 2008. Atraktívnosť technológie blockchain spočíva v použití sieťovej technológie tzv. *peer-to-peer* v kombinácii s kryptografiou, čo umožňuje stranám, ktoré sa navzájom nepoznajú, vykonávať transakcie bez toho, aby potrebovali tradičného sprostredkovateľa, napr. banku alebo sieť na spracovanie platieb. Odstránením sprostredkovateľa a využitím výkonu sietí typu peer-to-peer môže technológia blockchain poskytnúť nové príležitosti na dramatické zníženie transakčných nákladov a skrátenie času zúčtovania transakcií. Blockchain má potenciál transformovať množstvo sektorov, od finančných služieb cez verejný sektor až po zdravotníctvo, a to nielen na národnej, ale aj na medzinárodnej úrovni.

V posledných rokoch sa technológia blockchainu rozšírila ďaleko za hranice kryptomien a začala nachádzať svoje prvé uplatnenia v širokom spektre obchodných a finančných aplikácií. Blockchain so sebou prináša veľké očakávania aj v oblasti auditu, keďže vie umožniť audítorom získavať informácie priamo z blockchainu klientov a zároveň umožňuje uzatvárať inteligentné zmluvy. Audítori okrem iného overujú informácie spoločnosti a vyhodnocujú riziká a hodnotia životaschopnosť a zdravie daného podniku. Nadnárodné audítorské firmy veľkej štvorky začali využívať technológiu blockchainu, čiastočne spustením niektorých služieb týkajúcich blockchainu, ako aj vytvorením výskumných pracovných pozícií.

Využitie blockchainu v medzinárodnom prostredí je v súčasnosti aktuálnou témou. Podnecuje digitalizáciu, automatizáciu, transformuje procesy a umožňuje vytvárať nové biznis modely, ktoré pred pár desiatkami rokov boli len neurčitou predstavou.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

1.1 Vznik a definícia technológie blockchain

Prvé predpoklady vytvorenia technológie blockchainu sa začali formovať na začiatku 90. rokov, kedy vedci Stuart Haber a W. Scott Stornetta v roku 1991 vyvinuli systém využívajúci koncept kryptograficky zabezpečeného reťazca blokov na ukladanie digitálnych dokumentov s časovou pečiatkou, aby ich nebolo možné spätne upravovať alebo falšovať (Mueller, 2018; Haber a Stornetta, 1991). Táto myšlienka bola rozšírená v roku 1992 o tzv. Merklove stromy (pozn. z angl. *„Merkle Trees"*), ktoré umožňovali zoskupiť niekoľko certifikátov dokumentov do jedného bloku a zvýšili tým efektivitu fungovania blockchainu. Merklove stromy slúžili na vytvorenie zabezpečenej reťaze blokov, na ktorej každý dátový záznam bol prepojený s predchádzajúcim, a teda najnovší záznam v tomto registri obsahoval históriu celého reťazca.

Keďže samotný vznik blockchainu úzko súvisí so vznikom kryptomien, je potrebné spomenúť prelom v tejto tematike – prvý krok v histórii kryptomien, a to rok 2004, kedy počítačový vedec a kryptoaktivista Hal Finney predstavil systém s názvom *Reusable Proof of Work* ako prototyp digitálnej hotovosti (RPOW, 2004). Podstatou tohto systému bolo prijatie nevymeniteľného alebo nezastupiteľného „dokladu o práci", ktorý sa zakladal na Hashcash a vytvorený token podpísaný RSA bolo možné prenášať z jednej osoby na druhú. Ponechaním tokenov na dôveryhodnom serveri sa vyriešil problém dvojitého míňania a umožnilo sa používateľom na celom svete overiť správnosť a integritu v reálnom čase.

Zlom v technológii blockchainu nastal v roku 2008, kedy Satoshi Nakamoto (pseudonym používaný jednotlivcom alebo skupinou, ktorých identita dodnes nie je známa (Shepherd, 2021)) publikoval článok s názvom *„Bitcoin: a Peer-to-Peer Electronic Cash System"*, v ktorom navrhol a popísal fungovanie bitcoinu, decentralizovanej digitálnej komodity s peer-to-peer prevodom peňazí, pri ktorom sa vynechajú z procesu banky (Nakamoto, 2009). Bitcoin predstavuje prvé reálne využitie blockchainu vôbec. Nakamoto upravil koncept existujúcej teórie a vylepšil technológiu blockchainu – pridanie blokov do počiatočného reťazca nevyžadovalo podpisy dôveryhodných strán, peer-to-peer systém na časové pečiatkovanie blokov a overovanie každej výmeny, čo umožnilo riadiť overovanie bez potreby zahrnúť do procesu. Tento dizajn slúži dodnes ako účtovná kniha (pozn. z angl. *„ledger"*) pre všetky transakcie v kryptomenovom priestore. (The Economist, 2015)

V súčasnosti existuje viacero definícií blockchainu. Vo všeobecnosti ide o verejne dostupnú databázu, ktorej cieľom je zabezpečiť dôveryhodnosť, transparentnosť a bezpečnosť jednotlivých digitálnych transakcií. Stroukal a Skalický (2018) definujú blockchain ako databázu zdieľanú medzi užívateľmi, v ktorej sa evidujú všetky transakcie, ktoré prebehli v rámci tzv. Peer-to-Peer siete, kde komunikuje priamo klient s klientom. Každý užívateľ tak má možnosť vidieť, aká čiastka ktorej adrese prislúcha. Daskalakis a Georgitseas (2020) uvádzajú podobnú definíciu, kde blockchain predstavuje „distribuovanú databázu, ktorá umožňuje uchovať trvalý a nezameniteľný záznam o transakciách, je spravovaná počítačmi (uzlami) patriacimi do siete Peer-to-Peer – uzly sú navzájom prepojené, majú rovnaké práva a povinnosti, aktualizujú a potvrdzujú kópie súčasne.“. Seidl z Deloitte (2018) definuje blockchain z dvoch hľadísk, a to ako „označenie množiny softwarových protokolov, ktoré umožňujú fungovanie blockchainu ako technologickej platformy“ a druhým významom je „označenie blockchain databázy, v ktorej jednotlivé protokoly operujú“. Podobne aj IBM (2021) opisuje blockchain ako „zdieľanú, nemennú účtovnú knihu, ktorá uľahčuje proces zaznamenávania transakcií a sledovania aktív v obchodnej sieti, pričom aktívum môže byť hmotné alebo nehmotné – obchodovať možno prakticky čokoľvek, čo má hodnotu“. V začiatkoch sa technológia blockchain totiž spájala najmä s kryptomenou Bitcoin, avšak aktuálne sa táto technológia decentralizovanej databázy využíva v rôznych odvetviach.

1.2 Tri generácie blockchainu

1.2.1 Blockchain prvej generácie – Bitcoin a digitálne meny

Prvým skutočným prípadom použitia blockchainu bol Bitcoin s účelom finančnej aplikácie (Kapu, 2020). Dôvodom bolo vytvoriť alternatívny platobný systém s vlastnou menou, ktorý nebude riadený žiadnou autoritou, bude nemanipulovateľný, nemenný, zabezpečený a stabilný. Ľudia by tak mali možnosť navzájom obchodovať na úrovni Peer-to-Peer bez toho, aby sa museli spoliehať na centralizované subjekty, ako napríklad banky a samotný systém je zabezpečený technológiou na báze algoritmu a nie centralizovanom údaji (Ledger Academy, 2021). Táto generácia začala v roku 2009 s uvedením Bitcoinu a následne sa aplikovala aj na ďalšie kryptomeny s využitím na platby (Bashir a Prusty, 2019), napr. Namecoin, Litecoin, Dogecoin.

Štruktúra blockchainu prvej generácie sa skladá z troch vrstiev, a to token kryptomeny – indikátor hodnoty transakcie alebo zostatok na účte užívateľa; protokol – vopred definovaná logika v správaní sa systému; a blockchain – transakcie uložené v blokoch. Medzi problémy prvej generácie patria vysoké poplatky za transakcie, neexistujúci mechanizmus inteligentných zmlúv, vysoká spotreba energie a škálovateľnosť (Kapu, 2020).

1.2.2 Blockchain druhej generácie – Inteligentné zmluvy

Kým blockchain prvej generácie umožňuje odosielateľom iba odosielať, prijímať a obchodovať, blockchain druhej generácie prináša možnosť stanoviť si v transakciách podmienky a ukladať do blockchainu tzv. inteligentné zmluvy (pozn. z angl. *„smart contracts"*). Inteligentné zmluvy predstavujú počítačový kód napísaný v programovacom jazyku, napr. Solidity alebo Python, ktorý má vlastnú jedinečnú adresu, stavové premenné a funkcie a automaticky vykoná celú dohodu strán, resp. jej časť. Keďže sú tieto zmluvy zapísané v blockchaine, nepotrebujú žiadnu tretiu stranu/sprostredkovateľa a zmluva sa vykoná, keď sú splnené podmienky určené zúčastnenými stranami. Z pohľadu biznis logiky blockchainu môžeme tieto inteligentné zmluvy chápať ako digitálny kontrakt uzavretý medzi dvoma entitami, ktoré majú vlastný účet, a ktoré sú schopné riadiť operácie spojené s touto zmluvou.

Blockchainom druhej generácie je najmä Ethereum, ktoré sa v tejto súvislosti správa menej ako kryptomena a viac ako digitálny ekosystém, resp. platforma, na ktorej prebiehajú kryptomenové produkty. Medzi problémy druhej generácie patrí škálovateľnosť a limitovaný počet transakcií za sekundu (Kapu, 2020).

1.2.3 Blockchain tretej generácie - Budúcnosť

Blockchain tretej generácie súhrnne označuje blockchainy prvej a druhej generácie, ktorých nevýhody a problematické body sú inovované a zdokonaľované. Jedným z hlavných problémov je škálovateľnosť –príliš veľa ľudí, ktorí sa pokúšajú o transakciu súčasne, ale príliš málo miesta na blockchaine – to prináša oneskorenia a vysoké poplatky, ktoré predstavujú prekážky a nie sú udržateľné pre finančný systém (Ledger Academy, 2021). Druhým problémom, ktorý riešia blockchainy tretej generácie je interoperabilita, a teda

efektívna spolupráca a komunikácia rozdielnych blockchainov, napr. na inteligentné zmluvy Etherea nie je možné realizovať na blockchaine Bitcoinu (Mitrovsky, 2021). Tretí problém sa spája s financovaním systému – udržateľnosti za predpokladu zachovania decentralizácie. Blockchain tretej generácie sa aplikuje nielen vo finančnom sektore, ale aj v médiách, zdravotníctve, súdnictve či v štátnej správe (Bashir a Prusty, 2019).

Príkladom pre blockchain tretej generácie je Cardano uvedený na trh v roku 2017, ktorého cieľom je vyriešiť spomínané problémy blockchainu prvej a druhej generácie a vylepšiť ich implementovaním svojho blockchainu (Cryptolabs, 2018). Platforma Cardano využíva Proof-of-Stake protokol, v ktorom sa určia časové obdobia ďalej rozdelené na sloty, pričom v jednom slote je vyťažený práve jeden blok. Oproti Bitcoinu sa tak predchádza spotrebovaniu veľkého množstva výkonu a energie, pretože Cardano implementuje tzv. sidechainy – vedľajšie reťazce, ktoré odľahčujú hlavný reťazec a horizontálne rozdelenie dátovej databázy na zníženie zaťaženia siete (Mitrovsky, 2021). V oblasti interoperability Cardano poskytuje rozhranie, ktoré umožňuje rozdielnym blockchainom komunikovať a zamieňať vzájomne jednotlivé kryptomeny s využitím metadát. Otázku udržateľnosti rieši Cardano zavedením konceptu spoločnej pokladnice, v ktorej sa ukladajú poplatky za jednotlivé transakcie v sieti.

1.3 Základný koncept a technologické aspekty technológie blockchain

1.3.1 Protokol

Blockchainový protokol je počítačový program, ktorý definuje štruktúru systému, jeho správanie, parametre ako napr. veľkosť bloku, spôsob riadenia a overovania transakcií, algoritmus vzájomnej interakcie všetkých zúčastnených uzlov; a je teda jadrom fungovania celého blockchainu. Protokoly definujú spôsob, akým musia byť údaje štruktúrované, aby ich systém prijal a vytvárajú bezpečnostné opatrenia.

1.3.2 Blok

Blok je základnou stavebnou jednotkou blokchainu a predstavuje výber transakcií, ktoré sú zoskupené a logicky usporiadané (Bashir a Prusty, 2019). Transakcia je záznam o udalosti, napr. o prevode hotovosti z účtu odosielateľa na účet príjemcu. Blok sa skladá

z hlavičky bloku a tela bloku, ktoré obsahuje transakcie a veľkosť samotného bloku sa odlišuje a závisí od typu a dizajnu použitého blockchainu. Bashir a Prusty (2019) ďalej medzi atribúty, ktoré sú nevyhnuté pre funkčnosť bloku nezávisle od typu a dizajnu blockchainu zaraďujú:

- Adresa predchádzajúceho bloku, ktorá uchováva odkaz (hash adresu) na predchádzajúci blok a realizuje tak napojenie jednotlivých blokov na seba. Blok, ktorý bol pridaný ako prvý do blockchainu, tzv. Genesis blok, je pevne zakódovaný v čase, keď bol blockchain po prvý krát spustený a neobsahuje referenciu na žiadny predchádzajúci bol.
- Časová pečiatka určujúca časový údaj, kedy bol blok pridaný do blockchainu a zabezpečujúca chronologické prepojenie blokov, ako aj prevenciu proti odosielaniu peňazí rôznym osobám v čase, kedy odosielateľ nedisponuje dostatočnými finančnými prostriedkami, tzv. dvojitému míňaniu, t.j. samotné transakcie sa spracujú v chronologickom poradí a tie, na ktoré nemá odosielateľ dostatok finančných prostriedkov zostanú nespracované.
- Nonce (pozn z angl. *„number only used once“*) ako 64-bitové celé číslo, ktoré sa vygeneruje a použije len raz, aby sa tak zabezpečila ochrana pred opakovaním, autentifikácia a šifrovanie v kryptografických operáciách. (Bashir a Prusty, 2019)
- Koreň Merklovho stromu, ktorého hash adresa je prítomná v hlavičke bloku na umožnenie efektívneho overovania transakcií. (Bashir a Prusty, 2019) Hlavičky bloku totiž neobsahujú vlastné dáta spojené s transakciou, napr. údaje o odosielateľovi, príjemcovi alebo finančnom objeme danej transakcie, ale tieto dáta ukladajú do špeciálnych dátových súborov, nad ktorými vzniká dátová štruktúra Merklových stromov. Viac k Merklovým stromom v sekcii 1.3.3.
- Telo bloku, ktoré obsahuje najčastejšie zoznam transakcií, príp. iných účtovných skutočností alebo dát.

Schéma 1: Základná štruktúra bloku.

Zdroj: Vlastné spracovanie autora

ADRESA PREDCHÁDZAJÚCEHO BLOKU	**HLAVIČKA BLOKU**
ČASOVÁ PEČIATKA	
NONCE	
KOREŇ MERKLOVHO STROMU	
ZOZNAM TRANSAKCIÍ	**TELO BLOKU**

1.3.3 Merklove stromy a hash

Merklov strom (pozn. z angl. *„Merkle Tree"*) je stromová dátová štruktúra, ktorá sa používa na bezpečné a efektívne overenie a zakódovanie dát vo veľkom rozsahu (Frankenfield, 2021). V jadre centralizovanej siete je možné pristupovať k dátam z jednej kópie – z centra. Pri decentralizovanej blockchain sieti sa však dáta kopírujú medzi uzlami, a preto je potrebné zefektívniť prístup k dátam, zdieľať ich medzi uzlami a overiť ich pre každý uzol. Merklove stromy v decentralizovanej sieti organizujú, zdieľajú a overujú dáta; a zároveň umožňujú bezpečnú transakciu vďaka použitiu kryptografickej funkcie hash.

Funkcia hash je druh algoritmu, ktorý slúži na overenie autentickosti časti dát a má široké využitie v kryptografii – napr. ochrana heslom, kontrola a overenie integrity súborov, kryptomeny (Blockchains, 2021). Jedná sa o tzv. jednosmernú funkciu, ktorú nemožno vrátiť späť.

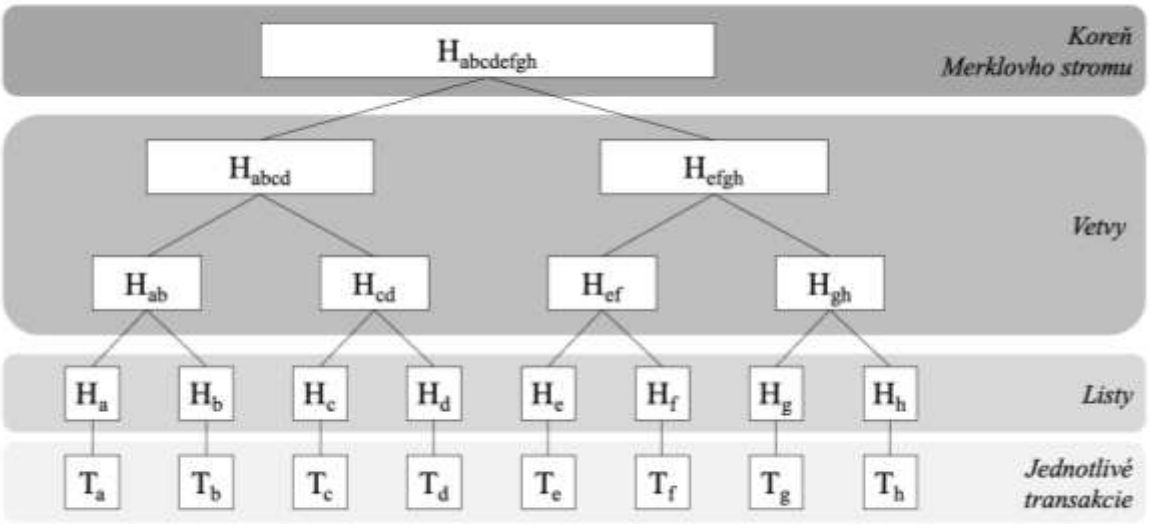
V Bitcoinovom blockchaine prebieha blok transakcií na základe algoritmu, ktorý generuje hash, a teda reťazec čísel a písmen, ktorý možno použiť na overenie, či je daný súbor údajov rovnaký ako pôvodný súbor transakcií (Frankenfield, 2021). Najskôr je hashovaná každá transakcia individuálne, následne každý pár transakcií až dokým neexistuje jeden hash pre celý blok. Vizuálne táto štruktúra pripomína strom. V nižšie uvedenej zjednodušenej schéme 2[1] „T" označuje transakciu a „H" označuje hash. Hashe v spodnom riadku sa nazývajú listy, hashe v strednej časti predstavujú vetvy a hash v hornej časti je

[1] Za účelom vizualizácie je Merklov strom v schéme 2 zjednodušený na 8 transakcií. Priemerný blok môže obsahovať aj 500+ transakcií.

koreň. V schéme 2, $H_{abcdefgh}$ je koreň Merklovho stromu, ktorý predstavuje celkovú hash hodnotu všetkých transakcií a bude umiestnený do hlavičky bloku.

Merklov strom umožňuje používateľom overiť konkrétnu transakciu bez sťahovania celého blockchainu. Každý list obsahuje hash pre jednu transakciu v bloku a koreň Merklovho stromu obsahuje všetky hashe pre jeden celý blok blockchainu. V prípade pokusu o zmenu dát alebo zmenu v transakcii sa následne zmení aj príslušný hash list, následne reťazovo aj ostatné hashe, ako aj koreň Merklovho stromu a výsledkom bude neplatný blok, ku ktorému nepovedie žiadna referencia. Dôsledkom neplatnosti jedného bloku budú všetky nadväzujúce bloky vyhodnotené ako neplatné. Tento mechanizmus zabezpečuje ochranu proti možnej manipulácii a falšovaniu dát v blockchainových štruktúrach.

Schéma 2: Štruktúra Merklovho stromu.
Zdroj: Vlastné spracovanie autora



1.3.4 Uzly

Uzly predstavujú kľúčovú súčasť blockchainovej infraštruktúry, kde každá transakcia musí byť chronologicky zaznamenaná a distribuovaná do siete pripojených zariadení. Ide teda o akékoľvek elektronické zariadenia s vlastnou IP adresou (napr. počítač), ktoré je možné pripojiť k internetu, aby medzi sebou komunikovali v rámci siete a prenášali informácie o transakciách a nových blokoch (Gadgets, 2021). Hlavným účelom

uzla je overiť každý blok transakcií, udržiavať záznamy v synchronizácii s najnovšími transakciami, t.j. ukladať kópie transakcie v sieti a zabezpečiť tak bezpečnosť siete a odolnosť voči hackerom.

Siete blockchainu môžu obsahovať rôzne typy uzlov s rôznymi rolami. Uzol môže byť naprogramovaný na prijatie alebo odmietnutie transakcie, overenie transakcie, uloženie a šifrovanie informácií v bloku alebo ako bod pripojenia na vytvorenie spojenia s inými uzlami (Blockchain Media, 2021). Každý uzol má priradený jedinečný identifikátor, ktorý umožňuje používateľom identifikovať, o aký uzol v sieti sa jedná. Medzi najdôležitejšie uzly patria plné uzly a ľahké uzly.

Plné uzly alebo aj úplné overovacie uzly sa podieľajú na procese overovania jednotlivých transakcií na základe vopred určených pravidiel systému a umožňujú tak zabezpečenie blockchainu (Cazoo, 2021). Ľahké uzly alebo aj klienti používajú sieť blockchainu, ale neprispievajú k zabezpečeniu siete a vystupujú ako koncový bod komunikácie. Umožňujú používateľovi skontrolovať, či dané transakcie boli zahrnuté do bloku a majú využitie v peňaženkách na ukladanie kryptomien (Cazoo, 2021).

1.3.5 Inteligentné zmluvy

Inteligentné zmluvy (pozn. z angl. *„smart contracts“*) sú digitálne zmluvy vo forme spustiteľného kódu uložené na blockchaine, ktoré sa automaticky vykonajú po splnení vopred stanovených podmienok (Alharby a van Moorsel, 2017). Inteligentná zmluva predstavuje systém, ktorý uvoľní digitálne aktíva všetkým alebo niektorým zúčastneným stranám po splnení vopred definovaných pravidiel– napr. uvoľnenie finančných prostriedkov príslušným stranám, registráciu vozidla, odosielanie upozornení alebo vydanie cestovného lístka. Riadi sa jednoduchými príkazmi „ak...tak...“, ktoré sú zapísané do kódu na blockchaine (IBM, 2021). Podmienky a pravidlá vykonania inteligentnej zmluvy určujú samotné zúčastnené strany, definujú všetky možné výnimky a rámec na riešenie sporov. Následne sa inteligentná zmluva naprogramuje.

1.3.6 DApps

DApps (pozn. z angl. *„decentralised applications“*) alebo decentralizované aplikácie sú aplikácie založené na blockchaine, ktoré fungujú na decentralizovanej sieti peer-

to-peer zvyčajne prostredníctvom inteligentných zmlúv (Andoni, 2019). DApps našli využitie s príchodom blockchainu druhej generácie – Etherea. DApps môžu vykonávať rovnaké funkcie ako tradičné webové alebo mobilné aplikácie fungujúce na centralizovanom operačnom systéme alebo centrálnom serveri– hlavný rozdiel spočíva v tom, že sú spravidla kryptograficky uložené na blockchaine, sú autonómne (open-source) a fungujú bez ľudského zásahu (Andoni, 2019). Ich programová logika sa vykonáva na viacerých uzloch a je tvorená jednou alebo niekoľkými inteligentnými zmluvami. DApps distribuujú tokeny, ktoré predstavujú vlastníctvo podľa naprogramovaného algoritmu, resp. kritérií.

Johnston et al. (2014) klasifikujú DApps na základe toho, či fungujú na svojom vlastnom reťazci blokov alebo na reťazci blokov iného DApp. Podľa tejto klasifikácie rozlišujeme tri typy DApps: **(1) DApps typu I** fungujú na svojom vlastnom reťazci blokov, ako napr. Bitcoin, Ethereum; **(2) DApps typu II** sú protokoly fungujúce na reťazci DApp typu I a majú tokeny potrebné na ich funkciu; **(3) DApps typu III** fungujú pomocou protokolov DApp typu II a majú tokeny potrebné na ich funkciu.

Architektúra DApps vrátane spôsobu uloženia a komunikácie medzi sebou závisí na konkrétnej implementácii blockchainu. Ethereum Foundation (2018) uviedla tri typy v súčasnosti využívaných decentralizovaných aplikácií v praxi:

- Aplikácie na spravovanie peňazí – výmena hodnoty prostredníctvom peer-to-peer pomocou blockchainu a určitej meny
- Aplikácie na integráciu peňazí do reálnych udalostí – vykonávanie inteligentných zmlúv spúšťajú skutočné udalosti, ako napr. nákup/predaj tovaru
- Decentralizované autonómne organizácie – organizujúce fungujúce bez prítomnosti lídrov na základe naprogramovaných pravidiel, ktoré umožňujú kontrolu, napr. ako členovia hlasovali alebo ako boli uvoľnené finančné prostriedky organizácie.

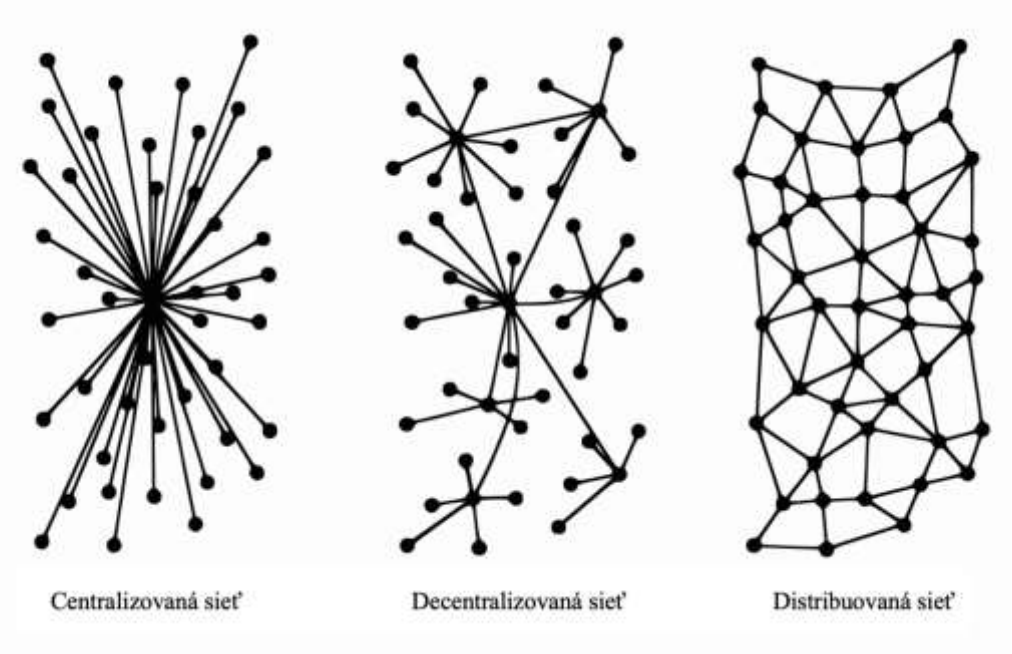
1.4 Typy blockchainových sietí

Jedným z aspektov blockchainu je adresovať problematickosť pri centralizovaných sieťach. Vizuálne porovnanie 3 základných konceptov počítačových sietí sa nachádza nižšie v schéme 3: centralizovaná, decentralizovaná a distribuovaná sieť.

V centralizovanej sieti existuje hlavný server, ktorý má všetku kontrolu a dáta (Daskalakis a Georgitseas, 2020). Klienti sa pripoja k tomuto serveru, aby získali prístup k požadovaným údajom a sú závislí od jedného servera. Problémom je náchylnosť tejto siete

na zlyhanie – ak vypadne server, vypadne celá sieť. Decentralizovaná sieť má viacero serverov, ktoré poskytujú klientom dáta, čo zvyšuje efektivitu prístupu k údajom a zabraňuje zlyhaniu jedného bodu (Daskalakis a Georgitseas, 2020). V distribuovanej sieti neexistuje centralizované riadenie, ktokoľvek sa môže pripojiť k sieti a všetci účastníci majú prístup k dátam zdieľaných v danej sieti (Srinivasan, 2020). Základom pre blockchain je distribuovaná sieť.

Schéma 3: Tri základné koncepty sietí.
Zdroj: Srinivasan, 2020 [elektronický zdroj]



V blockchaine rozlišujeme 4 typy sietí – verejnú sieť, súkromnú sieť, federatívnu sieť a hybridnú sieť (Parizo, 2021). Všetky siete sú založené na princípe tzv. Peer-to-Peer siete. Sieť Peer-to-Peer je označenie typu počítačových sietí, kde sú si všetky uzly rovnocenné a jednotliví klienti navzájom komunikujú bez potreby centrálneho servera (Stroukal a Skalický, 2018). Každý uzol funguje ako sever aj ako klient a uchováva kópiu dát, distribuovaná architektúra tak zabezpečuje vysokú odolnosť voči kybernetickým útokom, keďže neexistuje jediný bod zlyhania (Vermaak, 2021).

1.4.1 Verejná sieť

Verejná sieť blockchainu je technológia distribuovanej účtovnej knihy bez povolení, do ktorej sa môže pridať ktokoľvek s internetovým pripojením a vykonávať transakcie

(Iredale, 2021). Overovanie transakcií sa vykonáva pomocou konsenzuálnych mechanizmov, ako je napr. *Proof-of-Work* alebo *Proof-of-Stake*. Príkladom verejného blockchainu je Bitcoin, Ethereum, Litecoin a NEO.

Medzi hlavné výhody verejnej siete blockchainu patrí prístupnosť, transparentnosť a decentralizácia. K verejnej sieti sa môže pripojiť ktokoľvek, čo prináša dôveru komunity používateľov, všetky transakcie sú viditeľné a dáta sú dostupné celej sieti za účelom overenia. Verejný blockchain nevyžaduje prítomnosť žiadnych sprostredkovateľov. Nevýhodou je časová neefektívnosť kvôli výberu metód konsenzu, nedostatočná rýchlosť spracovania transakcií a škálovateľnosť – čím viac uzlov sa pripojí, tým bude sieť pomalšia.

Ako príklad využitia verejného blockchainu môžeme uviesť hlasovanie prostredníctvom verejného blockchainu pri voľbách.

1.4.2 Súkromná sieť

Súkromná sieť blockchainu je technológia distribuovanej účtovnej knihy fungujúca v reštriktívnom prostredí – v uzavretej sieti pod kontrolou určitej entity a na základe vopred určených parametrov siete, autorizácie a pod. (Iredale, 2021). Len autorizovaný účastník môže vytvárať v sieti bloky. Súkromné blockchainy majú využitie vo firme alebo organizácii na interné účely dohliadania, kontroly nad sieťou.

Od verejnej siete blockchainu sa líši reštriktívnym prístupom k možnosti pripojenia sa k sieti pre používateľov. Centrálny subjekt kontroluje, kto sa môže do siete pripojiť, prideľuje účastníkom roly. Súkromná sieť je čiastočne centralizovaná, keďže existuje jeden centrálny orgán, ktorý dohliada na sieť, môže upravovať alebo rušiť transakcie a vykonáva posledný úkon – centralizačný aspekt rozhodovania (Petkaničová, 2021). Príkladom súkromného blockchainu je Multichain, Hyperledger a Corda.

Keďže v súkromnej sieti blockchainu je spravidla menej účastníkov ako pri verejnej sieti, konsenzus sa dosiahne rýchlejšie, je menej náročný na počítačovú silu a teda dochádza k rýchlejšie realizovateľným transakciám. Ďalšou výhodou je škálovateľnosť, keďže v súkromnej sieti sa nachádza len niekoľko uzlov oprávnených overovať transakcie, a teda nezáleží na rozširovaní sa siete, súkromný blockchain si bude stále udržiavať pôvodnú rýchlosť a efektívnosť. Jednou z najväčších nevýhod je, že súkromná sieť blockchainu nie je skutočne decentralizovaná, čo môžeme považovať v skutočnosti za rozpor so základným princípom technológie blockchainu vo všeobecnosti.

V súčasnosti existuje viacero prípadov využitia súkromného blockchainu ako napr. na riadenie dodávateľského reťazca a logistika, interné hlasovanie v organizácii.

1.4.3 Federatívna sieť

Federatívna sieť blockchainu predstavuje technológiu, ktorá spája verejné a súkromné prvky fungovania blockchainu, zapojené sú viaceré subjekty (firmy, organizácie atď) a niektoré aspekty týchto organizácií sú v rámci siete verejné, iné zostávajú súkromné (Iredale, 2021). Podobne ako súkromný blockchain, aj federatívny je uzavretý a autorizovaný, avšak hlavným rozdielom je jeho decentralizovanosť. Federatívnu sieť spravuje viac ako jedna organizácia a neexistuje centrálny subjekt. Na zabezpečenie správneho fungovania sa využíva validačný uzol, ktorý overuje a iniciuje/prijíma transakcie. Príkladom federatívneho blockchainu je Energy Web Foundation alebo IBM Food Trust.

Medzi hlavné výhody patrí vyššia efektívnosť v porovnaní s verejným blockchainom, umožňuje kontrolu prístupu účastníkov do siete a disponuje s dobre definovanými štruktúrami riadenia a kontroly. Nevýhodou je nižšia transparentnosť a anonymita.

Využitie federatívnej siete blockchainu nájdeme napr. v oblasti bankovníctva, kedy skupina bánk spolupracuje a vytvorí konzorcium a spoločne rozhodujú o uzloch, ktoré budú overovať transakcie.

1.4.4 Hybridná sieť

Hybridná sieť blockchainu je kombináciou súkromného a verejného blockchainu fungujúca v uzavretom ekosystéme, avšak pripojená k verejnej sieti. Využitie môže byť napr. pri nehnuteľnostiach, kedy realitný spoločnosť použije súkromnú sieť na prevádzkovanie svojich systémov a verejnú na zobrazovanie informácií určených pre verejnosť.

1.5 Teoretické východiská medzinárodného podnikania a jeho foriem

Technológia blockchain sa rozširuje mimo hranice kryptomien a udomácňuje sa v rôznych oblastiach medzinárodného podnikania od jej aplikácie v medzinárodných financiách, bankovníctve, dodávateľskom reťazci a logistike až po marketing a reklamu.

Gartner (2017) predpovedá, že do roku 2030 bude 30% globálnych podnikateľských aktivít využívať technológiu blockchain na uskutočňovanie svojich komerčných aktivít, preto okrem technických charakteristík blockchainu je potrebné definovať aj pojem medzinárodné podnikanie a jeho formy.

Medzinárodné podnikanie možno definovať ako ekonomické aktivity podnikateľských subjektov súkromného a verejného sektora, t.j. firiem, bánk, ale aj štátov, ktoré prekračujú priestor národnej ekonomiky a realizujú sa vo forme obchodných, kapitálových a finančných tokov.

Zvolenie formy medzinárodného podnikania závisí od viacerých faktorov, medzi ktoré patrí investičná náročnosť vstupu na medzinárodný trh, potenciál cieľového trhu a jeho rizikovosť, vnútorné zdroje podniku a celková konkurencieschopnosť podniku v medzinárodnom prostredí. (Machková, 2009; Bobovnický, 2006) Machková (2009) rozdeľuje formy vstupu podnikov na medzinárodné trhy na tri veľké skupiny: 1) vývozné a dovozné operácie, 2) formy vstupu nenáročné na kapitálové investície (napr. franchising a licencie) a 3) kapitálové vstupy podnikov na zahraničné trhy.

Vývozné a dovozné operácie predstavujú tradičnú a pravdepodobne najjednoduchšiu formu pre vstup podniku na medzinárodný trh. Podniky pri vývoze implementujú rôzne obchodné metódy, ktorých voľba závisí na obchodno-politických podmienkach, typu výrobkov a služieb, výbere obchodného partnera a efektívnosti realizácie operácií v cezhraničnom obchode. Tieto obchodné metódy sa realizujú prostredníctvom zmluvných vzťahov s obchodnými partnermi, ktorí môžu vystupovať ako sprostredkovatelia, obchodní zástupcovia, výhradní predajcovia, komisionári, mandatári a pod.

Formy vstupu na zahraničné trhy nenáročné na kapitálové investície firmy využijú v prípade, ak sa rozhodnú neinvestovať v zahraničí, ale majú záujem o podnikateľské aktivity medzinárodnej povahy ako napr. získaním licencie alebo prostredníctvom franchisingu. Pod udeľovaním licencií rozumieme predovšetkým využívanie predmetov priemyselného vlastníctva, a to patenty, priemyselné vzory, ochranné známky, obchodné meno a využívanie know-how. Franchising predstavuje zmluvný vzťah medzi partnermi, v ktorom poskytovateľ franšízy poskytne druhej strane právo využívať súbor práv priemyselného a duševného vlastníctva s cieľom výroby, resp. predaja tovaru, služieb alebo technológií za priamu alebo nepriamu odplatu.

Najvyšší stupeň internacionalizácie podnikateľských aktivít predstavujú kapitálové vstupy podnikov na zahraničné trhy a uskutočňujú sa vo forme priamych alebo portfóliových investícií. Národná Banka Slovenska (2022) definuje priame zahraničné investície ako

kategóriu investícií, pri ktorých subjekt, ktorý je rezidentom jednej ekonomiky, tzv. priamy investor, získava trvalý podiel v podniku so sídlom v inej ekonomike, ako je ekonomika priameho investora. Hlavnou úlohou týchto investícií je získať dlhodobý vplyv na podnik v zahraničí, a to dosiahnutím podstatného stupňa vplyvu na riadenie podniku s cieľom dosahovania zisku. Na druhej strane portfóliové investície predstavujú pasívnu formu investícií, ktorých výnosom sú dividendy alebo úroky bez manažérskej kontroly daného podniku v inej ekonomike, ako napr. držba cenných papierov, finančných aktív zahraničného podniku (Baláž a kol., 2019). Priame zahraničné investície predstavujú zložité podnikateľské činnosti charakteristické väčšinou pre veľké podniky. Môžu mať podobu majetkového podielu (spoluvlastníctva podniku), akvizície (zlúčenia podnikov), fúzie (spojenia podnikov), joint venture (zlúčenie podnikov a vytvorenie nového spoločného podniku), ale aj vo forme investícií na zelenej lúke (tzv. *greenfield* investícií) alebo investícií na hnedej lúke (tzv. *brownfield* investícií). Investície na zelenej lúke možno definovať ako investície, v rámci ktorých sa zahraničný podnik rozhodne vybudovať výrobnú kapacitu od základov, kým investície na hnedej lúke zahŕňajú investície, kedy si investor prispôsobí už existujúce výrobné kapacity a založí podnik na mieste, kde už v minulosti existoval iný podnik.

2 Cieľ práce, metodika práce a metódy skúmania

Technológia blockchain presiahla rámec kryptomien a udomácnila sa v rôznych sférach medzinárodného podnikania. V rýchlo sa meniacom podnikateľskom prostredí je nevyhnutné porozumieť príležitostiam, ale aj potenciálnemu vplyvu nových technológií. Zaujímavé postavenie má blockchain v oblasti auditu, keďže vďaka nemu nemožno manipulovať s už vloženými dátami, a to prispieva k zvýšenej integrite a dôveryhodnosti. Ďalším významným prvkom, ktorý sa spája s blockchainom sú inteligentné zmluvy fungujúce na báze preddefinovaných pravidiel kontrolujúce procesy v podniku, čím by do budúcna mohli samostatne rozhodovať a riadiť business. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli vybrať si sektor auditu ako zameranie využitia technológie blockchain. Vzhľadom na komplexnosť témy, odlišnostiam pri využití blockchainu naprieč sektormi a obmedzenému rozsahu práce sme sa rozhodli venovať jednému vybranému sektoru a zamerať sa na charakteristiku, príklady využitia technológie, výhody a možné riziká s ňou spojené.

Hlavným cieľom predkladanej bakalárskej práce je poskytnúť relatívne ucelený prehľad o charakteristike a využití technológie blockchain v medzinárodnom podnikaní so zameraním na vybraný sektor – audit. Ako čiastkové ciele, ktoré podmieňujú dosiahnutie hlavného cieľa sme si určili definovať základný koncept a technologické aspekty technológie blockchain, predstaviť technológiu blockchain ako súčasť auditu 4.0 a jej príklady využitia, a poukázať na výhody a riziká pre účastníkov siete, a teda pre firmy a ich klientov.

Proces písania bakalárskej práce možno rozdeliť do viacerých krokov a pri každom z nich sme použili rozdielne postupy a metódy skúmania, pričom prevažovala analýza, syntéza a komparácia. V počiatočnej fáze sme si stanovili samotný cieľ práce, na základe ktorého sme zhromaždili a kategorizovali študijné materiály. Rešerš bibliografických zdrojov si vyžadoval metódu analýzy. Využitie blockchainu mimo kryptomien je stále prevažne nová a dynamicky sa vyvíjajúca oblasť, no na Slovensku existuje v tejto oblasti pomerne málo zdrojov v porovnaní s inými krajinami, prevažne s USA. Medzi významnejších autorov pôsobiacich na Slovensku/Česku môžeme zaradiť autorov ako Stroukal a Skalický. Aplikácii blochchainu v medzinárodnom prostredí auditu sa aktívne venuje Swan vo svojej publikácii z roku 2015, ako aj Bonuyet so svojim vedeckým článkom na tému Vplyv blockchainu na audit. Medzi ďalšie informačné zdroje patrili publikácie nadnárodných spoločností ako PwC, Deloitte a KPMG, zahraničné články a internetové portály ako napr. The Economist.

Bakalárska práca sa za účelom naplnenia hlavného a čiastkových cieľov člení na tri kapitoly.

Prvá kapitola definuje technológiu blockchain a charakterizuje základný koncept a technologické aspekty. V tejto kapitole predstavíme vývoj jednotlivých generácií blockchainu a ich špecifiká, následne prejdeme k fungovaniu blockchainu a typom blockchainových sietí. Okrem technického hľadiska si v tejto kapitole vymedzíme aj pojem medzinárodné podnikanie a jeho formy.

V druhej kapitole bližšie definujeme cieľ práce, metodiku práce a metódy skúmania.

Tretia kapitola predstavuje výsledky práce a diskusiu. V tejto kapitole sa zameriavame na využitie blockchainu v medzinárodnom podnikaní vo vybranom sektore, ktorým je audit. Popisujeme postavenie auditu v medzinárodnom podnikaní, jeho vývoj od auditu 1.0 k auditu 4.0 a stručne ich porovnávame. Následne charakterizujeme blockchain v audítorských procesoch a uvedieme príklady využitia tejto technológie v medzinárodnom podnikaní so zameraním na audítorské spoločnosti. Táto kapitola identifikuje a poukáže na výhody a riziká technológie blockchain pri audite.

3 Výsledky práce a diskusia

3.1 Audit a jeho postavenie v medzinárodnom podnikaní

Audit je vo všeobecnom slova zmysle prostriedok, ktorým jedna strana uisťuje druhú o kvalite, podmienkach či stave určitej skutočnosti, ktorá bola preskúmaná prvou osobou. Potreba auditu vyplýva z neistoty alebo určitej pochybnosti druhej osoby o kvalite, podmienkach či stave predmetnej skutočnosti, ktorú táto osoba nedokáže odstrániť vlastnými silami. Králiček (1997) uvádza definíciu aplikovanú priamo na ekonomické prostredie a chápe audit ako proces, pomocou ktorého kompetentná a nezávislá osoba zhromažďuje a vyhodnocuje poznatky o kvantifikovateľných informáciách predmetnej ekonomickej jednotky za účelom stanovenia a určenia miery zhody medzi týmito kvantifikovateľnými informáciami a stanovenými kritériami.

Audit predstavuje proces starostlivého sledovania finančných detailov, aby sa zabezpečili čestné a presné záznamy reprezentujúce realitu finančnej situácie podniku nielen na národnej, ale aj na medzinárodnej úrovni. Ak je teda podnikateľská aktivita vykonávaná na medzinárodnej úrovni, je potrebné, aby audítorské firmy vykonávali audity v geograficky rozptýlených zahraničných trhoch, na ktorých sú podniky aktívne, čo vyžaduje spracovanie veľkého množstva informácií a údajov.

3.2 Vývoj od auditu 1.0 k auditu 4.0

Priemysel 4.0 je koncept predstavený v roku 2011 na priemyselnom veľtrhu v nemeckom Hannoveri (da Rosa Righi et al., 2020), ktorého cieľom je zvýšiť efektívnosť existujúcich hodnotových reťazcov, pričom kladie dôraz na využitie technológií na zber dát, ich prenos a analýzu. Spája sa s digitalizáciou, automatizáciou, internetom vecí a internetom služieb. V tomto kontexte môžeme hovoriť o pojme, resp. generácii audit 4.0 predstavujúci ešte hlbšie zapojenie technológií do procesu vykonávania auditu. Podobne ako technologický pokrok v účtovníctve a v ďalších príbuzných oblastiach, aj v audite je potrebný kompromis medzi kvalitou používaných technológií, nákladmi a časom potrebným na jednotlivé procesy.

Za audit 1.0 sa považuje audit, ktorý existoval už storočia a jeho hlavným nástrojom bolo použitie pera a kalkulačky. Audit 2.0, tzv. IT audit, sa objavil v 70-tych rokoch a spája sa s využitím informačných technológií v podnikoch prostredníctvom počítačovo

podporovaných audítorských techník a nástrojov, v praxi označovaných ako CAATs (z angl. *Computer-Assisted Audit Tools*), resp. CAATTs (z angl. *Computer-Assisted Audit Tools and Techniques*). Zapojenie IT značne zvýšilo efektívnosť auditu a zjednodušilo analytické testovanie pre audítorov, avšak pre konzervativizmus a zastaranej regulácie ich masové zavádzanie do praxe začalo až začiatkom 90. rokov (Liu a Vasarhelyi, 2014). Za štandardnú aplikáciu môžeme považovať kancelárske balíčky, napr. Microsoft Office Excel. Okrem štandardných aplikácii existujú aj expertné software, ktoré sú navrhnuté špeciálne na účely audit a obsahujú možnosti špecifických operácií ako výber vzorky na testovanie, štatistické funkcie, tvorba a archivácia a pod.

Audit 3.0 sa spája s vývojom analytických nástrojov umožňujúcich spracovávať Big Data, a teda súbory objemných dát, ktoré je použitím tradičných databázových nástrojov časovo náročné spracovať. Analýza s Big Data sa používa pri audite s cieľom preskúmať príslušné transakcie, bilancie a záznamy vo finančných výkazoch a s tým súvisiace požiadavky manažmentu. Umožňuje zároveň audítorom analyzovať väčšie množstvá údajov, včasne odhaliť podvodné aktivity a vykonávať audit vyššej kvality (Boztepe et al., 2020).

Audit 4.0 implementuje technológie konceptu priemyslu 4.0 na zhromažďovanie finančných a nefinančných údajov, ich analýzu, modelovanie a vizualizáciu. Dai a Vasarhelyi (2016) diskutujú dopady štvrtej generácie auditu na audítorskú profesiu zo 4 perspektív, a to na štandardy, princípy, technológie a samotných audítorov. Krahel (2012) uvádza, že s príchodom auditu 4.0 bude väčšina štandardov zabudovaná do softvéru, pretože ich implementáciu v systémoch vykonávajú počítače, čo by odstránilo nejednoznačnosť v súčasných audítorských štandardoch. Rovnako ako priemysel 4.0 aj audit 4.0 sa opiera o 6 princípov – interoperabilita, virtualizácia, decentralizácia, schopnosť v reálnom čase, orientácia na služby a modularita – s cieľom zvýšiť dostupnosť údajov, umožniť nepretržité monitorovanie a validáciu údajov a zlepšiť automatizáciu audítorských postupov (Dai a Vasarhelyi, 2016). Dai a Vasarhelyi (2016) ďalej uvádzajú technologický kontext týkajúci sa automatizácie procesov, pričom sa jedná predovšetkým o:

- Senzory, ktoré zbierajú účtovné informácie v reálnom čase, ako je množstvo a kvalita zásob, pracovný čas zamestnancov, spotreba energie;
- Kyber-fyzikálne systémy (z angl. *Cyber-Physical Systems*) predstavujúce vstavané počítače a siete, ktoré monitorujú a riadia fyzické procesy ovplyvňujúce výpočty, zvyčajne so spätnou väzbou;
- Internet vecí (z angl. *Internet of Things*) zahŕňajúci objekty prepojené cez sieť;

- Internet služieb (z angl. *Internet of Services*) umožňujúci predajcom ponúkať svoje služby cez internet;
- A tzv. inteligentné továrne, ktoré využívajú technológie uvedené v bodoch vyššie na asistenciu ľuďom a strojom pri výkone svojich úloh.

Generácia	Používané prostriedky
Audit 1.0	Manuálne vykonávaný audit s použitím pera a kalkulačky a využitím prepisovacích foriem záznamu
Audit 2.0	Nasadenie informačných technológií do procesov auditu s využitím nástrojov ako Microsoft Office Excel, iných CAAT nástrojov smerujúcich k postupnej digitalizácii
Audit 3.0	Využitie Big Data a ďalší rozvoj analytických nástrojov
Audit 4.0	Automatizácia auditu, použitie inteligentných zmlúv, internetu vecí a služieb, senzorov a pod.

Schéma 4: Vývoj jednotlivých generácií auditu a používaných nástrojov
Zdroj: Vlastné spracovanie autora

3.3 Charakteristika blockchainu pri audite transakcií

Blockchain v podnikateľskom prostredí používa zdieľanú a nemennú účtovnú knihu, ku ktorej majú prístup len členovia s povolením. Títo členovia siete kontrolujú, aké informácie môže každá organizácia alebo člen vidieť a aké akcie môže jednotlivý účastník vykonať. Dôvera medzi stranami je postavená na zvýšenej bezpečnosti blockchainu, väčšej transparentnosti a okamžitej sledovateľnosti.

Externý audit účtovnej závierky sa orientuje najmä na finančnú stránku podniku, avšak berie do úvahy aj používané informačné technológie s ohľadom na pochopenie štruktúry transakčných cyklov a ich obsahu, vzniku zostatkov na účtoch a v účtovných systémoch. Audítor sa oboznámi s informačnými technológiami klienta, čo následne slúži k návrhom reakcií na vyhodnotené riziká pri plánovaní auditu.

Distribuované databázy sa skúmajú v súvislosti s informačnou podporou pre účtovanie v transakčných cykloch, ale aj pre reporting. Tieto informácie umožňujú audítorom lepšie porozumieť výmene informácií v danom podniku a vyhodnotiť faktory vplývajúce na audítorské riziko – na najvyššej úrovni sa teda overuje, či účtovná závierka a

údaje v nej obsiahnuté sú identické s účtovnými záznamami. Blockchain ako distribuovaná databáza vstupuje do tohto procesu a znižuje audítorské riziko vďaka použitiu kryptografických funkcií, ktoré zabraňujú spätnému vykonávaniu zmien, resp. odstráneniu transakcií po vložení transakcie do blockchainu.

Jedným z dôležitých aspektov auditu je overiť uskutočnenie transakcie. Blockchain umožňuje vykonávať audit nepretržite, na základe dôveryhodných údajov, avšak uskutočnenie danej transakcie musí potvrdiť samotný audítor. Bonyuet (2020) uvádza, že napriek vloženiu transakcie do blockchainovej siete a potvrdeniu jej uskutočnenia, bez potvrdenia samotného audítora je k dispozícii minimum, resp. žiadne dôkazy o povahe tejto transakcie. Zaznamenanie transakcie v blockchaine môže poskytnúť dostatočné a vhodné audítorské dôkazy (napr. aktívum zaznamenané v blockchaine prevedené z predávajúceho na kupujúceho). Môže, ale nemusí poskytnúť dostatočné a vhodné audítorské dôkazy týkajúce sa povahy transakcie, čo okrem Bonyueta (2020) potvrdzuje aj Nexia International (2021). Ako príklad môžeme uviesť transakciu zaznamenanú v blockchaine, ktorá môže byť podvodná a neschválená oprávnenou osobou alebo nezákonná. Odborný úsudok pri analýze integrity relevantných finančných údajov zostáva podstatným elementom, aj keď sú transakcie zaznamenané v blockchaine (Nexia International, 2021).

Stanovenie spoľahlivosti akéhokoľvek použitého blockchainu ovplyvňuje niekoľko faktorov ako zložitosť transakcií a presnosť blokov použitých na ich zaznamenanie, použité metódy overenia prostredníctvom konsenzu, distribúcia siete alebo uzlov, spôsob kontroly nad riadením zmien a prístupom k blockchainu ako prevencia pred neoprávnenými transakciami, ako aj použité rozhranie medzi blockchainom a inými systémami určenými na finančný reporting (KPMG, 2021). Správa KPMG na tému vývoja technológie v audite (2021) uvádza, že overenie uplatňovania mechanizmov konsenzu by sa tak mohlo v budúcnosti uskutočňovať prostredníctvom systému tzv. „trojitého účtovníctva“, pričom by sa zachovali existujúce systémy podvojného účtovníctva a záznamy v hlavnej knihe blockchainu by predstavovali tretí záznam. Výsledkom následne bude vzájomné potvrdenie integrity transakcie.

3.4 Príklad využitia technológie blockchain v medzinárodnom podnikaní so zameraním na audítorské spoločnosti

Postupná implementácia blockchainu má vplyv na vývoj tradičných finančných a podnikových služieb. Blockchain neumožňuje spätnú úpravu dát a audítori získajú formu automatického zabezpečenia integrity dát. Implementáciou blockchainu by tak mohol vzniknúť nový účtovný informačný systém, ktorý zaznamenáva a overuje jednotlivé transakcie nezmazateľným spôsobom (Rozario a Vasarhelyi, 2018), pričom nemusí ísť iba výlučne o peňažné transakcie medzi dvoma subjektami, ale aj o celkový tok účtovných transakcií v rámci podniku, resp. s jeho okolím. Okamžité zdieľanie účtovných transakcií by umožnilo manažérom, obchodným partnerom a audítorom získanie informácií a dát v takmer reálnom čase.

Jednou z najväčších výhod blockchainu je umožnenie inteligentných zmlúv, ktoré poskytujú automatické zabezpečenie a kontrolujú podnikové procesy na báze určitých vopred definovaných pravidiel (Dai a Vasarhelyi, 2016). Okrem podnikového prostredia je vhodné použitie blockchainu aj externým audítorom, ktorý vďaka tejto implementácii šetrí čas venovaný opakujúcim sa úkonom a môže sa venovať určitým rizikovým oblastiam alebo iným otázkam. Okrem toho má audítor prístup k účtovným dátam v reálnom čase a nezávisí od dát poskytnutých klientom, čím sa eliminuje sezónnosť auditu a kontroly je možné vykonávať priebežne.

3.4.1 Inteligentné zmluvy a ich aplikácia

Inteligentné zmluvy sa spájajú s blockchainom druhej generácie a ide o označenie pre počítačový protokol, resp. algoritmus, ktorý nezávisle overuje, vykonáva či vynucuje zmluvné podmienky v zmluvách alebo dohodách. Pomocou inteligentných zmlúv je možné automatizovať manuálne úlohy, čo zvyšuje rýchlosť, presnosť a efektívnosť nákladov a môže slúžiť ako základ pre inteligentné audítorské postupy. Bližšie sme inteligentné zmluvy popísali v podkapitole 1.3.5.

V oblasti auditu môžu byť inteligentné zmluvy použité na autonómne vykonávanie interných kontrolných testov a analytických procesov. Inteligentné zmluvy na blockchaine sú všestranné a možno ich použiť buď na obchodné účely, ako aj na procesy auditu, ktoré je možné formalizovať (Rozario a Vasarhelyi, 2018). Rozario a Vasarhelyi (2018) vidia

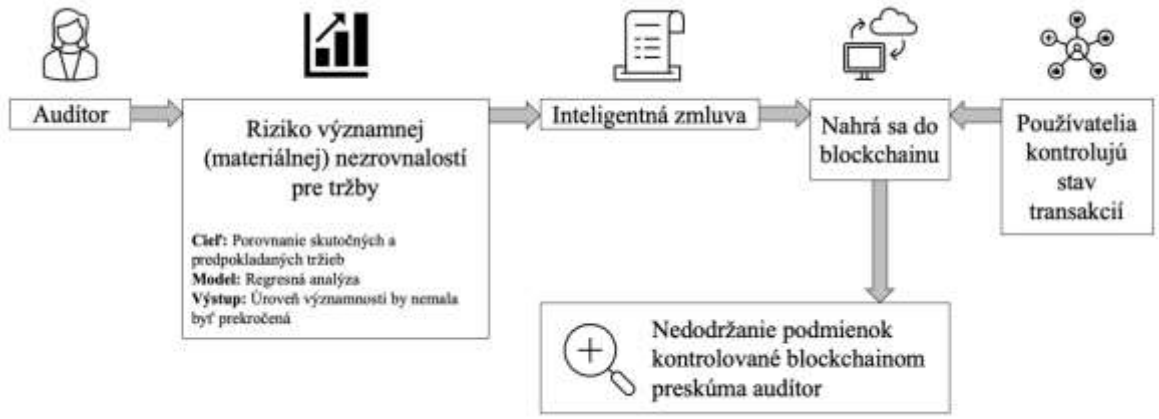
potrebu vo vývoji tzv. inteligentných audítorských procedúr (z angl. *Smart Audit Procedures*), ktorých funkčnosť by bola následne dôkladne preverená a otestovaná.

Potenciál je predovšetkým v oblasti analytických testoch vecnej správnosti a kontrole, a teda pri audítorských postupoch navrhnutých na odhalenie významných (materiálnych) nezrovnalostí na úrovní tvrdení. Následne by bol tento kód nahraný do blockchainu a poskytnutím potrebných dát celý proces môže prebehnúť podľa vopred naprogramovaného scenára. K výstupom z takejto zmluvy má prístup audítor ako vlastník blockchainu a prípadne ďalší používatelia, ktorí dostali pridelené potrebné práva.

Rozario a Vasarhelyi (2018) uvádzajú postavenie vopred definovaných analytických procedúr na podmienke „ak-tak“ a ďalších filtroch identifikujúcich prípadné riziká, ktoré audítorská firma nakonfiguruje a zakóduje v inteligentnej zmluve uloženej v blockchaine. Ako praktický príklad vyobrazený v schéme 5 môžeme uviesť analytický test vecnej správnosti skladajúci sa z podmienky predpokladu aktuálnych tržieb modelom regresnej analýzy, ktorý bude zahŕňať finančné aj nefinančné premenné, ako napr. týždenné tržby, lokalitu a iné dáta s predchádzajúcich týždňov. Vďaka zberu dát budú výstupy z modelu presnejšie a predpokladané tržby teda možno porovnávať so skutočnosťou. Na základe toho je možné rozhodnúť, či aktuálne tržby zodpovedajú predpokladu, resp. či sú vyššie alebo nižšie, resp. či prekračujú určitú stanovenú hranicu významnosti. V takom prípade nie je potrebné žiadne dodatočné testovanie a audítor vie kvantifikovať riziko významnej (materiálnej) nezrovnalostí pre tržby. Ak sa však kontrolované aktuálne dáta nezhodujú s naprogramovanými pravidlami, chybové hlásenie informuje audítora o potrebe ďalšieho testovania, pre ktoré audítor navrhne alternatívy. Pri opakovanom používaní inteligentných zmlúv dochádza k vyššej efektivite auditu, zlepšenie celkovej kvality a audítor má k dispozícii dôkazový prostriedok o vykonaní daných procedúr.

Schéma 5: Príklad návrhu inteligentnej zmluvy pri audite účtovnej závierky

Zdroj: Vlastné spracovanie autora



3.4.2 Prehľad implementácie blockchainu v nadnárodných audítorských spoločnostiach

Tzv. „Veľká štvorka“ zložená zo spoločností Deloitte, PwC, Ernst & Young a KMPG, ktoré zastávajú dominantné postavenie na svetovom trhu audítorských a poradenských služieb, postupne implementuje blockchain do procesov.

Deloitte poskytuje komplexnú podporu pre svojich klientov pri integrácii technológie blockchain do obchodných modelov. Spoločnosť spustila prvú softvérovú platformu založenú na blockchaine s názvom Rubix, ktorá používateľom umožňuje vytvárať prispôsobený blockchain a inteligentné zmluvy (Minichiello, 2015). Táto platforma môže byť využívaná na rôzne aplikácie, ako je automatizácia finančných výkazov v rámci oddelení alebo pre obchodných partnerov a ich zabezpečenie v reálnom čase, výkazy z katastra nehnuteľností alebo rôzne vernostné programy (Bonsón a Bednárová, 2019). V roku 2017 Deloitte úspešne vykonal audit s využitím blockchainu, v ktorom boli použité existujúce audítorské štandardy na preskúmanie blockchainovej aplikácie (Das, 2017). Okrem toho Deloitte poskytuje na medzinárodnej úrovni konzultačné služby pre blockchain v oblasti financií, zdravia, nehnuteľností, výroby, dopravy a verejných služieb. Ako príklad môžeme uviesť systém prepojenia bánk a poisťovní prostredníctvom blockchainu, čo prispieva k funkčnosti procesu zjednodušením komplexnej štruktúry poistenia vďaka inteligentným zmluvám (Aybey, 2021).

PwC má špecifické zameranie pri využití technológie blockchain na zber dát a reporting. Aybey (2021) informuje, že podľa výročnej správy PwC sa predpokladá, že technológia blockchainu prispeje do globálnej ekonomiky do roku 2030 sumou 1,76 bilióna USD a vytvorí pracovné miesta pre 40 miliónov ľudí, pričom rozvoj nastane predovšetkým vo finančných službách a platobných systémoch, pri spracovaní zmlúv, vzťahoch s klientami a pri systémoch odmeňovania, ako aj pri systémoch sledovania produktov a transakcií. PwC poskytuje audítorskú analytickú platformu s názvom Halo, ktorá zhromažďuje údaje priamo zo systému záznamov finančných informácií klienta aktívneho v oblasti kryptomien, ktorý je kontrolovaný jednou alebo viacerými členskými spoločnosťami PwC (International Accounting Bulletin, 2019). Následne po vykonaní prvotnej analýzy sa výsledky použijú ako základ pre ďalšiu analýzu, a tak kontrola prebieha počas celého cyklu auditu (PwC, 2022). Pomocou tejto platformy môžu používatelia okrem iného napr. bezpečne chrániť súkromné a verejné kľúče svojich kryptomenových peňaženiek, získať užitočné informácie o bezpečnosti siete alebo poistiť svoju kryptomenu (International Accounting Bulletin, 2019).

Ernst & Young implementuje blockchain do oblasti financií, logistiky – riadenia dodávateľských reťazcov, dopravy a pod. Aybey (2021) uvádza využívanie inteligentných zmlúv pre poistenie a riadenie rizík v námornom obchode, keďže vďaka technológii distribuovanej účtovnej knihy a inteligentným zmluvám získajú používatelia údaje v reálnom čase. To podporuje rýchlejšie rozhodnutia. Taktiež poskytuje služby na monitorovanie a modelovanie transakcií v blockchainových sieťach, čím sa skúma bezpečnosť siete. Blockchain je podstatným elementom pri prehľadoch a hláseniach transakcií – od nahrania údajov na platformu až po ich doručenie príslušnému orgánu. Týmto spôsobom sa stáva reporting efektívnym, znižujú sa náklady a zvyšuje sa transparentnosť, čo prispieva k vyššej kvalite auditu.

KPMG má v súčasnosti na blockchaine nastavený systém dodávateľského reťazca pre farmaceutický priemysel; v oblasti blockchainu, resp. kryptomien poskytuje skôr poradenstvo pre svojich klientov, ktorí sa zaujímajú o technológiu (Aybey, 2021), a nie priamu implementáciu pri vlastných procesoch auditu.

3.4 Výhody a riziká využitia blockchainu v audite

Blockchain poskytuje viacero výhod pre podnikateľské subjekty, a to predovšetkým zvýšenú dôveru a spoľahlivosť týkajúcu sa údajov, transparentnosť, okamžitú

sledovateľnosť a úsporu nákladov vďaka vyššej rýchlosti, efektívnosti a automatizácii. Príkladom môže byť situácia, keď si audítori namiesto žiadania bankových výpisov od klientov alebo posielania žiadostí o potvrdenie tretím stranám môžu jednoducho overiť transakcie vo verejne dostupných blockchainových účtovných knihách. Automatizácia tohto overovacieho procesu povedie k zefektívneniu nákladov v procesoch auditu. Medzi najvýznamnejšie a najpokrokovejšie výhody využitia blockchainu patrí:

Zvýšená bezpečnosť. Vytvorením záznamu, ktorý sa nedá zmeniť a je šifrovaný spôsobom tzv. *„end-to-end“*, blockchain tak pomáha predchádzať podvodom a neoprávneným aktivitám. Problémy s ochranou súkromia je možné riešiť anonymizáciou osobných údajov a používaním povolení na zamedzenie prístupu. Informácie sú uložené v sieti počítačov a nie na jednom serveri, čo hackerom sťažuje prezeranie údajov.

Zvýšená transparentnosť. Bez využitia blockchainu musí každá organizácia viesť samostatnú databázu. Keďže blockchain používa distribuovanú účtovnú knihu, transakcie a údaje sa zaznamenávajú identicky na viacerých miestach. Každý účastník siete s povoleným prístupom vidí rovnaké informácie v rovnakom čase, čo poskytuje úplnú transparentnosť. Všetky transakcie sú zaznamenané ako nezmeniteľné a sú označené časovou pečiatkou. To umožňuje jednotlivým uzlom zobraziť celú históriu transakcie, čo zjednodušuje prístup k informáciám a eliminuje príležitosti na podvod (Swan, 2015).

Okamžitá sledovateľnosť. Blockchain vytvára tzv. *„audit trail“*, ktorý dokumentuje pôvod aktíva v každom bode procesu.

Znížené riziko ľudskej chyby a podvodu. Dochádza k zníženiu rizika ľudských chýb, pretože existujú automatické transakcie a kontroly. Keďže údaje nie je možné spätne meniť, blockchain môže pomôcť vyhnúť sa podvodom a manipulácii (Swan, 2015).

Zvýšená efektívnosť. Zefektívnením týchto procesov pomocou blockchainu možno transakcie dokončiť rýchlejšie a efektívnejšie. Dokumentácia môže byť uložená na blockchaine spolu s podrobnosťami o transakcii, čím sa eliminuje potreba vymieňať papier. Nie je potrebné zosúlaďovať viacero účtovných kníh, takže zúčtovanie a vyrovnanie môže byť oveľa rýchlejšie.

Automatizácia pomocou inteligentných zmlúv. Ako už spomenuté v predchádzajúcej podkapitole, jedným z efektívnych spôsobov implementácie blockchainu do procesu auditu sú inteligentné zmluvy. Tie znižujú ľudský zásah, ako aj spoliehanie sa na tretie strany pri overovaní, či boli splnené podmienky zmluvy.

Hoci blockchain sľubuje vysoko bezpečné transakcie, prípady podvodov nemožno úplne vylúčiť. Úspešné plošné prijatie blockchainu do veľkej miery závisí od bezpečnosti

základného prostredia. Aby boli procesy auditu schopné poskytnúť potrebnú úroveň istoty, je potrebné, aby softvér minimalizoval svoju zraniteľnosť a interné kontroly IT boli efektívne. Schéma 6 nachádzajúca sa nižšie obsahuje príklady možných rizík týkajúcich sa určitých komponentov fungovania blockchain technológie, ktorým môžu čeliť audítori a klienti. Môže sa jednať okrem iného napríklad o nasledovné prípady:

- Ak zamestnanec náhodne alebo úmyselne pošle určitú čiastku v bitcoine na nesprávnu alebo neoprávnenú adresu príjemcu, v súčasnosti neexistuje spôsob, ako túto transakciu zvrátiť. Audítori sú preto povinní posúdiť, či sú zavedené účinné automatizované kontroly na validáciu transakcií pred ich vykonaním.
- Ak dôjde k strate súkromného kľúča (napr. v dôsledku zlyhania softvéru alebo hardvéru), subjekt stratí prístup k vlastníctvu aktív, resp. k virtuálnej mene (ako napr. bitcoin), ktorá je spojená s týmto súkromným kľúčom. Tieto aktíva už nebudú prístupné nikomu v sieti a dostanú sa tak mimo obehu.
- Ďalším príkladom môže byť phishingový útok alebo akýkoľvek podvod – v blockchaine neexistuje žiadna centrálna správa, a teda takýto útok nie je možné nahlásiť. Pri konfrontácii s takýmito rizikami sa od audítorov očakáva, že zistia, či interné kontroly na predchádzanie a odhaľovanie phishingových útokov skutočne fungujú efektívne.

Schéma 6: Možné riziká blockchainu v audítorských procesoch
Zdroj: Vlastné spracovanie autora

KOMPONENT	CHARAKTERISTIKA	MOŽNÉ RIZIKO PRE AUDIT
Vlastníctvo a správa kľúčov	Bezpečné ukladanie, údržba, kontrola a správa kryptografických súkromných kľúčov používaných na overovanie.	• Strata uložených kryptografických kľúčov, a teda nemožnosť uplatniť si nárok na vlastníctvo aktív • Nezabezpečené alebo nešifrované ukladanie, prenos a používanie kryptografických súkromných kľúčov
Interoperabilita a integrácia	Konzistentná komunikácia medzi viacerými blockchainovými platformami a integrácia s inými systémami používanými v podniku.	• Nesprávna interpretácia alebo zneužitie údajov odosielaných odlišnými blockchainovými platformami • Bezpečnostné problémy aplikačného programového rozhrania použitého na

		integráciu blockchain platformy s existujúcim podnikovým systémom • Problémy s kvalitou údajov po prepojení s s existujúcim podnikovým systémom
Mechanizmus konsenzu	Bloky v reťazci sú overované uzlami, aby sa zachoval pôvodný údaj ako nemenný.	• Nekontrolované zmeny, zoskupenie uzlov s nečestnými úmyslami • Nepresné časové pečiatky pri prepájaní k určitému uzlu
Súlad s právnymi predpismi	Súlad so zákonmi a nariadeniami rôznych krajín a štátov, ktorými sa budú riadiť spracovávané informácie a transakcie.	• Nešifrované osobné údaje, informácie o zdravotnom stave pacienta alebo finančné údaje zverejnené v rámci globálnych transakcií • Odlišné požiadavky na súkromie, regulačné požiadavky a požiadavky na dodržiavanie predpisov pre cezhraničný tok údajov
Spravovanie prístupov a povolení	Povolenia a roly nakonfigurované za účelom validácie a autorizácie blockchainových transakcií internými a externými účastníkmi.	• Firemné dáta uložené na blockchaine sú zistiteľné bez výslovného povolenia • Zneužitie právomoci • Nesprávne nakonfigurované prístupy a povolenia
Spravovanie infraštruktúry a aplikácií	Bezpečné postupy vývoja softvéru, testovanie aplikácií na blockchaine.	• Praktiky kódovania pre blockchain platformu a príslušné aplikácie nezaisťujúce bezpečnosť • Súvisiace bezpečnostné chyby pri vývoji, konfigurácii, implementácii a používaní
Riadenie siete a jednotlivých uzlov	Monitorovanie siete ohľadom súladu s informáciami a kontroly uzlov, resp. prípadné riešenie sporov.	• Neexistujúci orgán na urovnanie a riešenie sporov týkajúcich sa majetku, identity alebo transakcií • Nejasná zodpovednosť za fungovanie blockchainu, ochrana informácií, overovanie transakcií

4 Záver

Blockchain predstavuje decentralizovanú technológiu digitálnej účtovnej knihy, ktorá obsahuje trvalý a nemenný záznam transakcií. V spojení s internetom vecí ponúka možnosti sledovať aktivity a transakcie v reálnom čase, automatizovať určité procesy pri audite a zefektívniť výkonnosť firmy. Funkcie blockchainu slúžia na ochranu integrity údajov, okamžité zdieľanie informácií a programovateľné a automatické riadenie procesov. Ich programovateľnosť umožňuje automatizáciu nových transakcií alebo kontrol pomocou inteligentných zmlúv. Už v súčasnosti môžeme vidieť, že globálne audítorské spoločnosti kladú dôraz na integrovanie blockchainu do svojich procesov. Časté a pravidelné diskusie medzi odborníkmi z praxe, regulačnými orgánmi a ďalšími zainteresovanými stranami umožňujú monitorovanie a ďalší vývoj konsenzu, ktorý sa týka používania pokročilejších technológií, ako je blockchain, pri audite.

Prínosom tejto práce je charakteristika a popis súčasného využitia technológie blockchain v medzinárodnom podnikaní so zameraním na audit, ako aj uvedenie výhod a rizík spojených s implementáciou tejto technológie.

Zoznam použitej literatúry

1. ALHARBY, Maher – VAN MOORSEL, Aad. *Blockchain-Based Smart Contracts : A Systematic Mapping Study.* [elektronický zdroj] 2017. s. 125– 140 [cit. 12-12-2021] Dostupné na https://www.researchgate.net/publication/319603816_Blockchain_Based_Smart_Contracts_A_Systematic_Mapping_Study
2. ANDONI, Merlinda et al. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* [elektronický zdroj] 2019. s. 143-174. [cit. 12-12-2021] Dostupné na https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.014
3. AYBEY, Berkay. *How the 4 largest audit companies are delving into the blockchain industry?* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 18-02-2022] Dostupné na https://medium.com/@BV_Crypto/how-the-4-largest-audit-companies-are-delving-into-the-blockchain-industry-6c170c5138de
4. BALÁŽ, Peter et al. *Medzinárodné podnikanie.* Bratislava : Sprint 2, 2019. 304s. ISBN 978-80-89710-51-5
5. BASHIR, Imran – PRUSTY, Narayan. *Advanced Blockchain Development.* Birgmingham : Packt Publishing, 2019. 555 s. ISBN 978-1-83882-319-1
6. *Blockchain Media: Co jsou bitcoinový blockchain a uzel?* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 12-12-2021] Dostupné na https://blockchain-media.org/cs/chto-takoe-blockchain-i-node-bitcoin/
7. *Blockchains: A Guide To Merkle Trees.* [elektronický zdroj] 2020. [cit. 01-12-2021] Dostupné na https://101blockchains.com/merkle-trees/
8. Blockchains: The great chain of being sure about things. In *The Economist*. [elektronický zdroj] 2015. [cit. 30-11-2021] Dostupné na https://www.economist.com/briefing/2015/10/31/the-great-chain-of-being-sure-about-things
9. BOBOVNICKÝ, Artur. *Marketing pre medzinárodné trhy.* Bratislava : Ševt, 2006. 72s.
10. BONSÓN, Enrique a BEDNÁROVÁ, Michaela. *Blockchain and its implications for accounting and auditing.* [elektronický zdroj] 2018. [cit. 14-02-2022] Dostupné

na https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MEDAR-11-2018-0406/full/pdf?title=blockchain-and-its-implications-for-accounting-and-auditing

11. BONUYET, Derrick. *Overview and Impact of Blockchain on Auditing.* [elektronický zdroj] 2020. [cit. 27-01-2022] Dostupné na http://www.uhu.es/ijdar/10.4192/1577-8517-v20_2.pdf
12. BOZTEPE, Engin et al. Contemporary Issues in Audit Management and Forensic Accounting. [elektronický zdroj] 2020. [cit. 23-01-2022] Dostupné na https://www.google.de/books/edition/Contemporary_Issues_in_Audit_Management/M2XMDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=0
13. *Cazoo: Čo sú uzly?* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 12-12-2021] Dostupné na https://cazoo.it/sk/imparare-le-criptovalute/cosa-sono-i-nodi/amp/
14. *Cryptolabs: Cardano Ada – kryptomenový projekt tretej generácie.* [elektronický zdroj] 2018. [cit. 30-11-2021] Dostupné na https://cryptolabs.sk/cardano-ada-kryptomena-tretej-generacie/
15. DA ROSA RIGHI, Rodrigo et al. *Blockchain Technology for Industry 4.0*. Singapore: Springer Singapore, 2020. 164s. ISBN 9789811511370
16. DAI, Jun a VASARHELYI, Miklos. Imagineering Audit 4.0. In: *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 2016. 13 (1): s.1–15. Dostupné na https://doi.org/10.2308/jeta-10494
17. DAS, Samburaj. *CCN: 'Big Four' Giant Deloitte Completes Successful Blockchain Audit.* [elektronický zdroj] 2017. [cit. 18-02-2022] Dostupné na https://www.ccn.com/big-four-giant-deloitte-completes-successful-blockchain-audit/
18. DASKALAKIS, Nikos – GEORGITSEAS, Panagiotis. *An Introduction to Cryptocurrencies: The Crypto Market Ecosystem*. 1. vyd. New York : Routledge, 2020. 98 s. ISBN 978-0-367-37077-0
19. *Ethereum Foundation: Čo sú DAPP (decentralizované aplikácie)?* [elektronický zdroj] 2018. [cit. 12-12-2021] Dostupné na https://kryptotrejder.sk/co-su-dapp-decentralizovane-aplikacie
20. FRANKENFIELD, Jake. *Merkle Tree.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 01-12-2021] Dostupné na https://www.investopedia.com/terms/m/merkle-tree.asp
21. *Gadgets: What Is a Blockchain Node and How Is It Used in Cryptocurrency?* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 01-12-2021] Dostupné na

https://gadgets.ndtv.com/cryptocurrency/features/what-is-a-blockchain-node-how-does-cryptocurrency-work-2515427

22. *Gartner: Blockchain WAN Edge = Leading the Digital Transformation.* [elektronický zdroj] 2017. [cit. 18-01-2022] Dostupné na https://www.scribd.com/document/371643821/Lead-Digital-Transformation
23. HABER, Stuart – STORNETTA, W. Scott. How to time-stamp a digital document. In *Journal of Cryptology.* [elektronický zdroj] 1991, s.99-111 [cit. 28-11-2021] Dostupné na https://doi.org/10.1007/BF00196791
24. *IBM Blockchain.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 30-11-2021] Dostupné na https://www.ibm.com/cz-en/topics/what-is-blockchain
25. *IBM Smart contracts.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 12-12-2021] Dostupné na https://www.ibm.com/cz-en/topics/smart-contracts
26. *International Accounting Bulletin: PwC launches solution supporting audit of cryptocurrency*. [elektronický zdroj] 2019. [cit. 18-02-2022] Dostupné na https://www.internationalaccountingbulletin.com/uncategorized/newspwc-launches-solution-supporting-audit-of-cryptocurrency-7266257/
27. IREDALE, Gwyneth. *What Are The Different Types Of Blockchain Technology?* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 18-12-2021] Dostupné na https://101blockchains.com/types-of-blockchain/
28. JOHNSTON, David et al. *The General Theory of Decentralized Applications, DApps*. [elektronický zdroj] 2014. [cit. 12-12-2021] Dostupné na http://cryptochainuni.com/wp-content/uploads/The-General-Theory-of-Decentralized-Applications-DApps.pdf
29. KAPU, Srihari. *Blockchain Explained: A Pragmatic Approach.* Chennai : Notion Press, 2020. 386 s. ISBN 978-1647835149
30. *KPMG: Audit Technology Evolution content series: Blockchain.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 27-01-2022] Dostupné na https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/za/pdf/2021/blockchain-what-does-it%20mean-for-the-audit.pdf
31. KRAHEL, John Peter. *On the Formalization of Accounting Standards.* [elektronický zdroj] 2012. [cit. 23-01-2022] Dostupné na https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/38677/PDF/1/play/
32. KRÁLÍČEK, Vladimír. *Auditing.* 1. vyd.— Praha : Vysoká škola ekonomická v Praze, 1997. 137 s. ISBN 80-7079-812-2

33. *Ledger Academy: The Blockchain Generations.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 30-11-2021] Dostupné na https://www.ledger.com/academy/blockchain/web-3-the-three-blockchain-generations
34. LIU, Qi a VASARHELYI, Miklos. *Big Questions in AIS Research: Measurement, Information Processing, Data Analysis and Reporting.* [elektronický zdroj] 2014. [cit. 23-01-2022] Dostupné na https://www.researchgate.net/publication/274383422_Big_Questions_in_AIS_Research_Measurement_Information_Processing_Data_Analysis_and_Reporting
35. MACHKOVÁ, Hana. *Mezinárodní marketing.* 3. vydanie. Praha : Grada Publishing, 2009.195s. ISBN 978-80-247-2986-2
36. MINICHIELLO, Nikola. *Deloitte launches Rubix, a one stop blockchain software platform.* [elektronický zdroj] 2015. [cit. 14-02-2022] Dostupné na https://bravenewcoin.com/insights/deloitte-launches-rubix-a-one-stop-blockchain-software-platform
37. MITROVSKY, Daniel. *Cardano - kryptomena tretej generácie.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 30-11-2021] Dostupné na https://fumbi.network/sk/news/cardano-kryptomena-tretej-generacie
38. MUELLER, Paul. Application of blockchain technology. In *it - Information Technology* [elektronický zdroj] 2018. [cit. 28-11-2021] Dostupné na https://doi.org/10.1515/itit-2018-0035
39. NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.* [elektronický zdroj] 2009. [cit. 28-11-2021] Dostupné na https://www.researchgate.net/publication/228640975_Bitcoin_A_Peer-to-Peer_Electronic_Cash_System
40. *Národná banka Slovenska: Priame zahraničné investície.* [elektronický zdroj] 2022. [cit. 18-01-2022] Dostupné na https://www.nbs.sk/sk/statisticke-udaje/statistika-platobnej-bilancie/priame-zahranicne-investicie
41. *Nexia International: Blockchain Technology – opportunities and challenges for auditors.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 27-01-2022] Dostupné na https://nexia.com/insights/global-insight/blockchain-technology-opportunities-and-challenges-for-auditors/
42. PARIZO, Christine. *What are the 4 different types of blockchain technology?* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 18-12-2021] Dostupné na

https://searchcio.techtarget.com/feature/What-are-the-4-different-types-of-blockchain-technology

43. PETKANIČOVÁ, Jana. *Prečo je blockchain zaujímavá technológia a ktoré sú jej kľúčové vlastnosti?* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 18-12-2021] Dostupné na https://www.podnikajte.sk/informacne-technologie/blockchain-technologia-klucove-vlastnosti
44. *PwC: Audit of General Ledger with Halo.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 18-02-2022] Dostupné na https://www.pwc.com/mu/en/services/assurance/risk-assurance/tech-assurance/general-ledger-audit.html
45. ROZARIO, Andrea a VASARHELYI, Miklos. Auditing with Smart Contracts. [elektronický zdroj] 2018. [cit. 29-01-2022] Dostupné na http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/14419/Auditing_with_Smart.pdf?sequence=2
46. *RPOW - Reusable Proofs of Work.* [elektronický zdroj] 2004. [cit. 28-11-2021] Dostupné na https://nakamotoinstitute.org/finney/rpow/
47. SEIDL, Jan. *Blockchain pro začátečníky.* [elektronický zdroj] 2018. [cit. 30-11-2021] Dostupné na https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/technology/Blockchain-pro-zacatecniky-Jan-Seidl.pdf
48. SHEPHERD, Tory. *Satoshi Nakamoto, Craig Wright and a bitcoin mystery in America.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 13-12-2021] Dostupné na https://www.theguardian.com/technology/2021/dec/11/satoshi-nakamoto-craig-wright-and-a-bitcoin-mystery-in-america
49. SRINIVASAN, Sriram. *Blockchain — Fundamentals — Centralised vs Decentralised vs Distributed Networks.* [elektronický zdroj] 2020. [cit. 18-12-2021] Dostupné na https://medium.com/@sriram.inc/blockchain-fundamentals-centralised-vs-decentralised-vs-distributed-networks-part-1-b20d27e9cb60
50. STROUKAL, Dominik – SKALICKÝ, Jan. *Bitcoin a jiné kryptopeníze budoucnosti.* 2. vyd. Praha : Grada Publishing, 2018. 195 s. ISBN 978-80-271-0742-1
51. SWAN, Melanie. *Blockchain: Blueprint for a New Economy.* Sebastopol : O'Reilly Books, 2015. 123s. ISBN 978-1-491- 92049-7
52. VERMAAK, Werner. *Crypto Basics.* [elektronický zdroj] 2021. [cit. 18-12-2021] Dostupné na https://coinmarketcap.com/alexandria/article/what-is-peer-to-peer-p2p