

**Vysoká škola logistiky o.p.s.**

**Technologie Blockchain v logistice  
firemních procesů**

(Diplomová práce)

# Zadání první strana



Vysoká škola  
logistiky  
o.p.s.

## Zadání diplomové práce

student	<b>Bc. Vladislav Purma</b>
studijní program	Logistika
obor	Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Technologie Blockchain v logistice firemních procesů**

Cíl práce:

Zpracovat deskripci technologie Blockchain a definovat oblasti jejího možného i současného použití v logistice.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Literární rešerše tématu technologie Blockchain
2. Technologie Blockchain v podmínkách Průmyslu 4.0 v ČR/EU
3. Logistické procesy spojené s provozem a využitím služeb Blockchainu
4. Návrh a řešení informační logistiky v systému EIA Blockchain
5. Vyhodnocení návrhu řešení a jeho možného provozu

Závěr

# Zadání druhá strana

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

ELA Blockchain services [online]. Praha: Elektrotechnické asociace České republiky, 2020 [cit. 2020-10-30]. Dostupné z: <https://www.elachain.cz>.

JAŠEK, Roman, Martin BURDÍK a Michal SEDLÁČEK. Blockchain v logistice. In: LOGISTIKA-EKONOMIKA-PRAX 2018: Mimoriadne číslo internetového portálu Logistický monitor. Žilina: Logistický monitor, 2018, s. 61-68. ISSN 1336-5851. Dostupné z: <http://www.logistickymonitor.sk/images/prispevky/zborniklep-2018.pdf>.

LEE, David a Robert DENG, ed. Handbook of blockchain, digital finance, and inclusion. London: Academic Press, [2018]. ISBN 978-0-12-812282-2.

SOMMERVILLE, Ian. Softwarové inženýrství. Brno: Computer Press, 2013. ISBN 9788025138267.

Vedoucí diplomové práce:

prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.

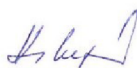
Datum zadání diplomové práce:

30. 10. 2020

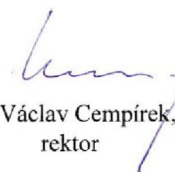
Datum odevzdání diplomové práce:

13. 5. 2021

Přerov 30. 10. 2020



Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.  
rektor

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat před tím o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s. prorektora pro vzdělávání.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 13.5.2021



.....

Podpis

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mě podporovali během studia a při psaní této diplomové práce. Zvláště pak děkuji vedoucímu diplomové práce panu prof. Mgr. Romanu Jaškovi, Ph.D. za odborné konzultace a připomínky. Velké poděkování patří také představitelům společnosti ELA Blockchain Services a.s. a mým spolupracovníkům z firmy Austromar spol s r.o., kteří mi poskytli cenná data pro tvorbu této práce. Také bych chtěl poděkovat své rodině, zejména manželce, která mi dodávala potřebnou energii po celou dobu studia.

## **Anotace**

Diplomová práce je zaměřena na rozvíjející se technologii Blockchain a její využití v logistických procesech vybrané firmy. V teoretické části je popsáno samotné fungování technologie, její interakce s kryptoměnou Bitcoin a potenciální slabá místa. Rozebrány jsou i vlivy průmyslové revoluce a celkový přínos blockchainu v prostředí Průmyslu 4.0. Dále jsou popsány některé doposud realizované projekty týkající se využití zmíněné technologie v různých průmyslových odvětvích. Praktická část je zaměřena na využití služeb, které nabízí společnost ELA Blockchain Services a.s. Dále je řešeno praktické využití aplikace Blockchain Notarius v prostředí společnosti Austromar spol. s r.o. Závěrečné zhodnocení poukazuje na potenciální přínosy pro firmu Austromar spol. s r.o. v případě zapojení zmíněné aplikace do chodu společnosti.

## **Klíčová slova**

Blockchain, hash, Průmysl 4.0, EIA blockchain, Blockchain Notarius, EDI

## **Annotation**

The thesis is focused on the developing technology Blockchain and its utilization in logistic processes of a selected company. In the theoretical part there is described how the technology works, its interactions with cryptocurrency Bitcoin and potential weaknesses. There is also analysis of the impacts of industrial revolution and the entire contribution of blockchain in the environment of Industry 4.0. Also the projects realized up to now using the above mentioned technology in different industrial sectors have been described afterwards. The practical part is oriented on application of services offered by the company ELA Blockchain Services a.s.. Subsequently, a practical utilization of the application Blockchain Notarius in the business of company Austromar spol. s r.o. has been explored. The final assessment refers to potential contributions of the application for the company Austromar spol. s r.o. upon its employment to the operation of the company.

## **Keywords**

Blockchain, hash, Industry 4.0, EIA blockchain, Blockchain Notarius, EDI

# Obsah

Úvod.....	9
1 Technologie Blockchain .....	10
1.1 Blockchain.....	10
1.2 Základní charakteristiky systému.....	11
1.2.1 Peer to peer (klient-klient) síť.....	12
1.2.2 Blok.....	12
1.2.3 Potvrzování transakcí.....	13
1.2.4 Hashovací funkce.....	14
1.2.5 Kryptografické zabezpečení .....	14
1.2.6 Chytré kontrakty .....	15
1.2.7 Hyperledger project .....	16
1.3 Fungování blockchainu v prostředí kryptoměny Bitcoin.....	17
1.3.1 Historie Bitcoinu.....	17
1.3.2 Bitcoin.....	17
1.4 Zranitelnost blockchainu .....	19
2 Blockchain v podmínkách Průmyslu 4.0 .....	21
2.1 Etapy vývoje průmyslové revoluce.....	21
2.2 Blockchain v prostředí technologií Průmyslu 4.0 .....	23
2.2.1 Supply chain management 4.0 .....	23
2.2.2 Internet věcí .....	24
2.2.3 Využití průmyslových robotů .....	25
2.2.4 Chytré továrny .....	27
2.2.5 RFID technologie.....	28
2.3 Průmysl 4.0 ve vybraných zemích .....	29
2.3.1 Průmysl 4.0 v ČR.....	29
2.3.2 Vybraná data týkající se Průmyslu 4.0 v ČR .....	30
2.3.3 Průmysl 4.0 v Německu.....	33
3 Logistické procesy spojené s provozem a využitím služeb Blockchainu.....	35
3.1 Blockchain v dodavatelském řetězci námořních přeprav.....	35
3.2 Blockchain v sekci distribuce léků.....	37
3.3 Blockchain v potravinovém průmyslu .....	38
3.4 Využití blockchainu společně s internetem věcí při komunikaci V2V .....	40
4 Technologie EIA blockchain a její využití .....	41
4.1 EIA blockchain.....	41

4.2	Proces fungování EIA blockchainu.....	43
4.3	Aplikace Blockchain Notarius .....	44
4.3.1	Kybernetická bezpečnost aplikace Blockchain Notarius.....	44
4.3.2	Teoretické možnosti využití aplikace Blockchain Notarius .....	45
4.4	Projekty EIA blockchainu v době koronavirové pandemie .....	46
4.4.1	Projekt evidence vyhodnocených testů v blockchainu .....	46
4.4.2	Projekt ověření prohlášení o bezinfekčnosti .....	47
4.5	Popis fungování aplikace Blockchain Notarius .....	49
4.6	EDI – Elektronická výměna dat .....	52
4.6.1	Formáty EDI .....	53
4.6.2	Základní funkce EDI.....	53
4.6.3	Vzájemná interakce EDI a Blockchainu .....	54
5	Návrh využití aplikace Blockchain Notarius v procesech vybrané firmy .....	55
5.1	Představení společnosti .....	55
5.2	Procesy realizované v námořním sektoru .....	56
5.3	Využití EDI v informačním systému společnosti .....	58
5.4	System objednávání pozemních přeprav.....	59
5.5	Návrh řešení s využitím aplikace Blockchain Notarius .....	61
5.5.1	Kompletní implementace EDI do informačního systému společnosti.....	61
5.5.2	Propojení partnerů v aplikaci Blockchain Notarius .....	62
5.6	Vyhodnocení návrhu využití .....	64
	Závěr .....	65
	Seznam zdrojů.....	66
	Seznam grafických objektů.....	70
	Seznam zkratk .....	72



# Úvod

V této diplomové práci je hlavní důraz kladen na zprostředkování informací ohledně fungování technologie Blockchain a jejího využití v logistických procesech. Blockchain je speciální typ databáze, který je unikátní svou decentralizací, která přispívá k faktu, že se o jeho chod starají pouze zúčastněné subjekty, a navíc je perfektně vyřešeno jeho zabezpečení. Nesmírnou výhodou blockchainu je to, že se dá uplatnit v mnoha odvětvích, stačí pouze, aby v něm bylo určitým způsobem nakládáno s daty. V první kapitole jsou zmíněny základní informace o blockchainu jako takovém, jeho využití ve sféře kryptoměn a také jeho potencionální nedostatky. Druhá kapitola je věnována vazbám mezi blockchainem a Průmyslem 4.0. Úvodní část popisuje vývoj průmyslové revoluce až do aktuálního stavu, následně jsou objasněny vybrané prvky Průmyslu 4.0 v interakci s blockchainovou technologií a v poslední části kapitoly je zachycen aktuální vývoj 4. průmyslové revoluce v ČR a v Německu. Vše je podpořeno o několik statistických vyhodnocení. Poslední úsek teoretické části je věnován popisu některým již realizovaných projektů zapojení technologie Blockchain do logistiky.

Cílem diplomové práce je vlastní návrh využití blockchainu v prostředí logistiky. Z tohoto hlediska je stěžejní projekt EIA Blockchain, který jako jediný v republice zprostředkovává průmyslový blockchain pro české firmy. V praktické části je popsáno fungování celého projektu a zejména aplikace Blockchain Notarius, na jejíž bázi je celý projekt založen. Dále je v práci uvedeno několik již zrealizovaných projektů založených na fungování zmíněné blockchainové aplikace. Poslední část se týká EDI technologie a vysvětlení realizace teoretického návrhu fungování blockchainové aplikace v prostředí dopravní firmy Austromar spol s r.o., která se zabývá zprostředkováním námořních přeprav. Celý proces fungování firmy je založen na výměně velkého množství dat mezi partnery, z tohoto hlediska se jeví využití blockchainové podpory jako velice vhodné řešení, což bude podrobně rozebráno ve výsledném zhodnocení.

# 1 Technologie Blockchain

Tato kapitola má za úkol rozebrat základní fakta o technologii Blockchain, která nabízí široké spektrum využití ve spoustě odvětvích moderního světa. Popsány jsou podstatné charakteristiky systému, vztah této technologie a kryptoměny Bitcoin a v poslední fázi kapitoly jsou nastíněny možné nedostatky, se kterými se blockchain musí potýkat

## 1.1 Blockchain

Blockchain je ucelenou decentralizovanou platformou, ve které jsou neustále rozšiřována data, která jsou chráněna proti neoprávněnému záznamu jak z vnější strany, tak i ze strany sítě. Jiným způsobem lze tuto technologii chápat jako datové záznamy uložené ve formě bloků, které po sobě následují v přesném a neměnném pořadí, kdy každý následující blok odkazuje na blok předchozí. Všechny transakce jsou chráněny kryptografickým mechanismem tak, aby nedocházelo k jejich změně nebo vložení neověřených bloků. V jednotlivých blocích je možno uchovávat libovolný počet informací, které se po zašifrování stávají nesmazatelnými. [1]

Jedná se o distribuovanou databázi, jež se vyznačuje tím, že je zcela soběstačná a jen s obtížemi je možno dohledat její slabé místo, tím pádem je téměř nemožné na ni zaútočit pomocí nelegálních internetových aktivit. Celý proces fungování blockchainu má rozsáhlejší pole působnosti, jeho princip však lze velice dobře popsat na rutinním příkladu ze života. Vezměme si klasické internetové bankovníctví, kdy člověk A bude chtít bankovním převodem zaslat určitou sumu finančních prostředků člověku B. To, že celá transakce proběhne v pořádku, je následně již v rukou samotné banky a nám nezbyvá nic jiného než doufat, že tomu tak bude a nemůžeme na tomto nic změnit. Banka ve vztahu k člověku A i B vychází jako takzvaný autoritativní subjekt, který spravuje jejich účty a provádí veškeré transakce. Ovšem nikdy si nemůžeme být stoprocentně jisti, že banka nezkrachuje nebo se někdo neoprávněně „nenabourá“ do našeho účtu. Jednou ze zásadních nevýhod tohoto bankovního styku je i fakt, že převod peněz nějakou dobu trvá, vše opět závisí na době zpracování ze strany autority. Blockchain tato úskalí řeší vyřazením nadřazeného subjektu, na kterém by byly obě strany závislé, ze hry. Současně je dobré si uvědomit, že do blockchainu jsou na vstupu ukládány dokumenty, videa, smlouvy apod., ale výstup z něj je pouze kryptografický kód, pod kterým jsou data v platformě zanesena. To znamená, že blockchain neumožňuje

soubory prohlížet, ale pouze si ověřit, zda se v databázi nachází a zda nebyl nějakým způsobem změněn. Blockchain se tímto nastavením zbavuje zodpovědnosti za ztrátu citlivých dat. [1]

K fungování blockchainu není třeba obrovských datacenter, chod databáze zajišťují její uživatelé, což může být kdokoliv, je totiž pro všechny. Jedná se o obecnou formulaci, samozřejmě existují i specifické databáze, které mají společnosti nastaveny pouze pro své partnery, v tom případě se můžeme bavit o určité formě subsystému blockchainu. Blockchain plní svoji roli ve velké spoustě oborů, největší uplatnění má ve finančnictví, průmyslu, energetice a logistice. Platformu lze využít pro smlouvy, přesun dat a také pro platby. [1]

## 1.2 Základní charakteristiky systému

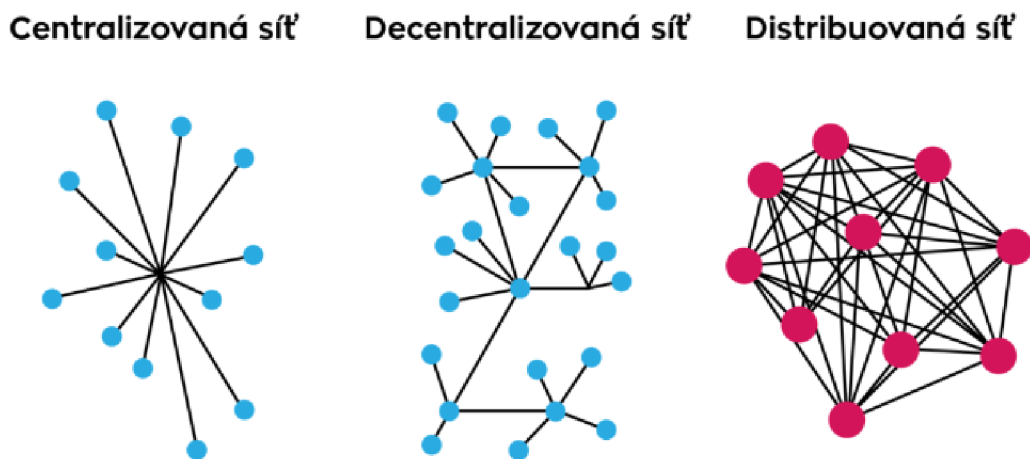
Blockchain se v průběhu času začal dostávat do povědomí větších firem a veřejných institucí, které systém začali přizpůsobovat svým potřebám, tudíž se stále častěji objevují blockchainy soukromého či hybridního typu.

- **Veřejný blockchain:** je přístupný pro každého internetového uživatele, kdokoli si může stáhnout systém do svého počítače a podílet se na správě sítě. Transakce jsou plně ověřovány na základě kryptografických mechanismů. Tento typ blockchainu má plně ověřený zdrojový kód pracující na několika nezávislých počítačích, což znamená, že všichni uživatelé jsou si rovni, jelikož nemají pouze jednoho správce.
- **Soukromý blockchain:** přístup do sítě je umožněn pouze vybraným uživatelům a je nutno, aby byl schválen podle pravidel sítě. Systém zpravidla nevyžaduje veřejné sdílení a informace jsou předávány pouze úzkému spektru uživatelů v rámci firmy a ostatním partnerům. Decentralizovanost je zaručena, ovšem zranitelnost systému je větší, jelikož se zapojen malý počet subjektů. Riziko odhalení potencionální chyby v systému je tím pádem nižší než v případě veřejného blockchainu. Provozovatel soukromého blockchainu je oprávněn k určité cenzuře, případně může přepisovat historii za účelem opravy chyby. Tento typ platformy je výhodný pro využití v rámci sdílení dat ve firemním prostředí, kde je důraz na ochranu dat a současně není nutné, aby měl do databáze přístup každý.

- **Hybridní blockchain:** je kombinací obou předchozích, jedná se o částečně decentralizovaný systém, kterého se účastní například několik finančních institucí, každá provozuje uzel a dle pravidel systémů musí aspoň nadpoloviční většina schválit blok, aby byl platný. [2]

### 1.2.1 Peer to peer (klient-klient) síť

Jde o specifický typ počítačové sítě, ve které spolu komunikují napřímo samotní uživatelé, mají rovnocenné postavení a není zde žádná nadřazená autorita. Jedná se o distribuovanou síť, které využívá blockchain k tomu, aby mohla ověřovat autenticitu transakcí a bloků napříč celým svým spektrem. Obrázek č. 1.1 znázorňuje rozdělení základních typů počítačových sítí. [3]



Obr. 1.1 Rozdělení základních typů počítačových sítí

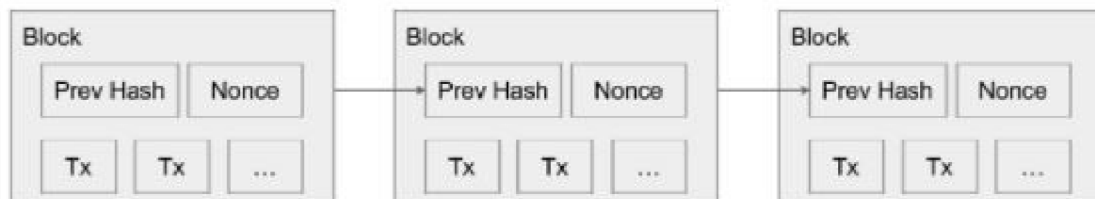
Zdroj: [2].

Výhodou této sítě je, že s rostoucí počtem uživatelů roste jeho přenosová rychlost na rozdíl od běžného vztahu uživatel-server, kde je velký počet účastníků naopak nežádoucí. Blockchain je v rámci této sítě dělen na určité množství uzlů, ke každému z nich jsou následně připojena potřebná data. Uzly mohou přijímat i poskytovat dané síťové služby, tím pádem fungují jako uživatel i server zároveň. [3]

### 1.2.2 Blok

Jedná se o základní datovou jednotku pro technologii blockchain. Bloky jsou zabezpečeny pomocí hashe, jehož funkce bude vysvětlena níže, současně je důležitým prvkem tzv. nonce, což je náhodné číslo, které zajišťuje, aby při vzniku nového bloku

došlo k přepočtení předcházejícího hashe. Tím se vlastně ještě zvýší odolnost systémů vůči útokům. V každém bloku je obsažen libovolný počet transakcí, se kterými blockchain pracuje. Nejdůležitější je hash předchozího bloku. Jelikož jsou bloky vzájemně provázány je možno zpětně dojít až na ten původní. Současně je hash bloku vypočítán na základě všech transakcí v něm obsažených, včetně hashe předchozího bloku. Tím pádem jakákoliv změna v systému znamená změnu pro všechny bloky. Jednoduché schéma vrstvení bloků v databázi je na obrázku č.1.2. [3]



Obr. 1.2 Schéma vrstvení bloků v technologii Blockchain

Zdroj: [3].

### 1.2.3 Potvrzování transakcí

Blockchain funguje na bázi otevřené účetní knihy, která zaznamenává všechny provedené transakce a zpřístupňuje je všem uživatelům. Důležitým aspektem je, že databáze funguje na dvou základních koncensech:

- **Proof of Work**, jež spočívá v tom, že transakce musí být potvrzena většinou zúčastněných stran, aby mohl pokračovat k další transakci, případně uzavřít blok. Každý ze zmíněných uzlů má v rámci komunikace tohoto systému za cíl správu vlastnictví, kdy dochází ke sdílení jednotlivých informací o transakcích či nově připojených blocích. Informace jsou rozšířeny připojeným uzlům sítě, které je ověří a potvrdí.
- **Proof of Stake**, je alternativou k Proof of Work, jedná se o mechanismus, kde mají hlavní roli držitelé větší části aktiv. Využíván je zejména v prostředí digitálních měn a k zabezpečení sítě dochází pomocí transakcí. Jejich původci (validátoři) se podílejí na objevování nových bloků a mají tím větší šanci, čím větší množství kryptoměny vlastní. Vybraný validátor dostává za objevení bloku odměnu. [4]

#### 1.2.4 Hashovací funkce

Jedná se o funkci, která pomocí matematických algoritmů převádí libovolná vstupní data na řetězec čísel fixní délky, která určuje konkrétní typ hashovací funkce. Jedná se o tzv. otisk vstupních dat, který je jedinečný a jeho hlavním přínosem je to, že je nemožné zpětně rekonstruovat obsah vstupních dat, tudíž se k údajům mohou dostat pouze zainteresované osoby. Jedná se o podobný způsob, jakým pracuje většina systémů při ukládání hesel. Uživatelské heslo je v systému vedeno jako jeho otisk, který se jednoduše ověří při opětovném zadání hesla. Jako jedna z nejpoužívanějších funkcí je SHA-1, která produkuje třídící algoritmus 160 bitů, který odpovídá řetězci o délce 40 znaků. Pro ilustraci jedinečnosti výstupních údajů je přiložena tabulka č.1.1, znázorňující lavinový efekt, který spočívá v tom, že drobná změna vstupních dat způsobí zásadní změnu dat výstupních. [5]

Tab. 1.1 Porovnání vygenerovaných hashů pro různé vstupy

Vstupní data	Hash (SHA-1)
sako	17a73611b494f29898d657b878561908130359fc
saka	6ec9faf105f706ce1d65f6f9072e4cfbe3e2fc1a
Sako	68a734bf3d83217d491ac886d56c8b5b3abe43e7

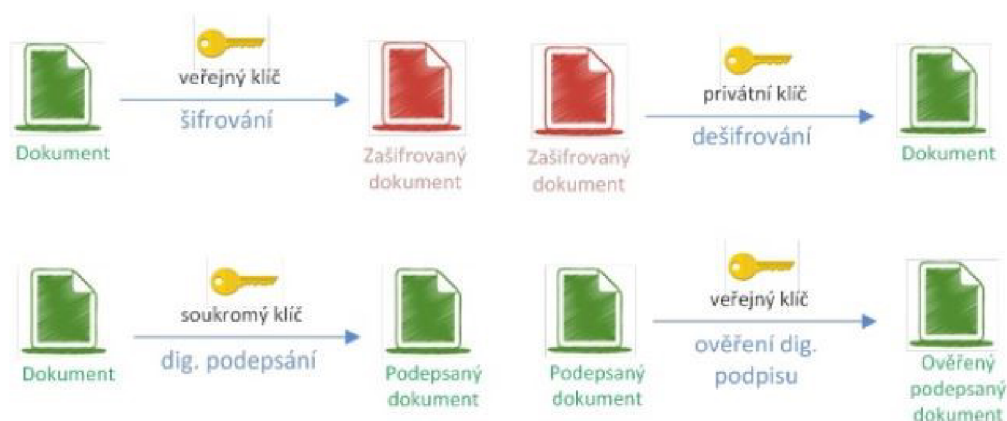
Zdroj: Vlastní zpracování.

Blockchain využívá kryptografickou hashovací funkci, která je schopna vygenerovat digitální otisk libovolného typu dat (soubory, obrázky, videa). Samotná databáze pak pracuje se skutečností, že je výpočetně nemožné nalézt dva shodné otisky a že i mírné změny ve vložených datech značně mění původní hodnotu hashe. [5]

#### 1.2.5 Kryptografické zabezpečení

Databáze je zabezpečována pomocí asymetrické kryptografie, která je založena na principu klíčového páru. To je zásadní rozdíl oproti symetrické kryptografii, která potřebuje k šifrování i dešifrování pouze jeden klíč. K ověření transakce či odeslání dokumentu tedy dochází vygenerováním dvojice kryptografických klíčů. Veřejný klíč je používán k zašifrování zprávy, jeho majitel ho dává k dispozici všem účastníkům. Ve chvíli, kdy daný účastník zprávu odešle, je obsah zprávy schopen rozšifrovat pouze

držitel odpovídajícího privátního klíče. Princip klíčového páru v postupných krocích znázorňuje obrázek č.1.3. [6]



Obr. 1.3 Ověření transakce pomocí kryptografických klíčů

Zdroj: [6].

Současně se u blockchainu uplatňuje digitální podpis, který je využíván k potvrzení a zabezpečení bloku transakcí. Tento akt je zpravidla hodně digitálně náročný, takže není šifrována celá zpráva, ale pouze její hash. Další postup je již obdobný jako u zabezpečení pomocí klíčů, pouze je navíc nutno vygenerovat otisk zprávy, který příjemce musí ověřit vypočtením hashem dešifrované zprávy, ten porovná s hodnotou získanou z digitálního podpisu. V některých případech je přiloženo i časové razítko, které v sobě nese údaje o datu a času přenosu digitálních dokumentů. Jeho vydáním jsou pověřeny certifikační authority a instituce. Razítko je opět opatřeno hashem, čímž se stává plně dohledatelným a je chráněno proti zfalšování. [6]

### 1.2.6 Chytré kontrakty

Jde o inovaci, kterou přinesla v roce 2015 blockchainová síť Ethereum, navazující na úspěšnou platformu Bitcoin, o kterém bude zmínka v další části práce. Jedná se o transakční protokoly v digitální podobě, které splňují podmínky smlouvy. Smluvní vztahy jsou převedeny do podoby zdrojových kódů, které je možno vkládat do blockchainu, smlouvu lze v síti kontrolovat a ověřovat její důvěryhodnost. Pokud je při ověření zjištěno, že nebyly dodrženy podmínky obou stran, je případná transakce zrušena a účastníci se nemusí bát podvodu. Jedním z příkladů pro interpretaci principu fungování chytrých kontraktů je koupě zboží z jídelního automatu. Automat je naprogramován tak, že po vhození mince je vyhodnocena její hodnota, spočítána

hodnota vhozené částky a následně vydán požadovaný produkt, případně vráceny peníze. Pokud by nedošlo k vydání zboží nebo vrácení peněz, má kupující vymáhat náhradu. Program v automatu, stejně jako prostředí blockchainu, hlídá a vyhodnocuje dodržení dohody mezi dvěma stranami. Smart kontrakty tedy umí beze zbytku využít veškeré výhody blockchainové technologie, která přináší důvěryhodnost, transparentnost a vyřazením třetí strany dochází k přímému platebnímu styku. Vhodné využití nachází chytré kontrakty jak ve finanční sféře, tak v logistice. Zajišťují například bezpečný průběh složitých finančních operací za účasti více subjektů. Jednou z nevýhod chytrých kontraktů je možné zneužití zdrojového kódu, který je do blockchainu vkládán. Jelikož je nasazení kódu veřejné, přichází zde potencionální možnost využití slabin celého systému. [7]

### 1.2.7 Hyperledger project

Jedná se o jeden z základních projektů založeném na distribuování digitálních účetních knih pro firmy a organizace. Hyperledger je založen organizací Linux Foundation a funguje ve spolupráci s velkými firmami z oboru informačních technologií jakými jsou SAP nebo IBM. Jejich hlavním cílem je růst blockchainu v průmyslových technologiích. Projekt zastřešuje několik softwarových struktur v kombinaci s blockchainem. Jedná se o Besu, Burrow, Indy, Iroha, Sawtooth a Fabric. Právě posledně jmenovaný bude stručněji popsán v této práci. [8]

Hyperledger Fabric je základní platforma pro vývoj podnikových blockchainových struktur, nejvíce se hodí pro aplikaci na trhu ve vztahu mezi obchodními společnostmi. Síť je nastavena tak, že účastníci do ní mají veřejný přístup, to však platí pouze pro sektor, který v tomto modu může fungovat a není ohrožen nevyžádaný únik dat. Ve vztahu zákazník-prodávající je kladen důraz na to, aby data zůstala soukromá. Smart kontrakty jsou v této platformě řešeny odlišným postupem oproti výše zmíněným kontraktům. Průběh transakce se nazývá execute-order-validate a je rozdělen do několika kroků, kdy jsou transakce nejdříve ověřeny, uspořádány do bloku a rozeslány všem účastníkům v síti. Tím je blockchain aktualizován a transakce mohou proběhnout. V platformě proto existuje několik typů peerů, které mají za úkol organizovat tok kontraktů. **Endoser peer** kontroluje transakce, následně simuluje její výsledek a vyhodnotí, zda transakci schválí a pošle dál nebo ji vrátí klientovi. **Orderer peer** vytváří nové bloky a doručuje je Anchor peerům. Tato část řetězce je vysoce zabezpečena a odolává chybám i výpadku systému. **Anchor peer** odesílá nový blok všem uzlům v organizaci, ty následně aktualizují



blockchain a tím je dosažena konzistence záznamů ve všech uzlech. Hyperledger Fabric je jednou z nejstabilnějších platform pro vývoj blockchainového řešení. [8]

### **1.3 Fungování blockchainu v prostředí kryptoměny Bitcoin**

Bitcoin je platební síť fungující na platformě blockchainu již od svého vzniku v roce 2009. Nicméně existují určitá specifika, kterým bude společně s popisem historie Bitcoinu věnována tato kapitola.

#### **1.3.1 Historie Bitcoinu**

Koncept Bitcoinu vytvořil Japonec Satoshi Nakamoto, který současně zaregistroval i historicky první blok, známý jako „genesis block“. Zajímavostí je, že jméno tvůrce Bitcoinu může být úplně jiné, jelikož si od začátku zakládal na utajení identity. Dokonce existují spekulace, že se pod pseudonymem Nakamoto může skrývat žena nebo skupina lidí pracujících společně. Nakamoto byl součástí projektu do roku 2010, kdy Bitcoin získal na velké popularitě, následně se vytratil. V roce 2011 byl spuštěn černý web Silk Road, jednalo se o virtuální tržiště, které mělo sloužit pouze k obchodování s Bitcoinem, ovšem bylo zde obchodováno s drogami. Spojení Bitcoinu s tímto tržištěm vedlo k úpadku této digitální měny. Hodnota jednoho bitcoinu se dokonce propadla z 1000\$ na 200\$. V roce 2013 však FBI činnost Silk Road zablokovala a tím se Blockchain očistil a získal opět na popularitě. O rok později došlo k hackerskému útoku na směnárnu Mt.Gox, která umožňovala snadné obchodování s kryptoměnami. Zásadní chybou v tomto problému učinili samotní správci směnárny, kteří, ač věděli o bezpečnostní chybě v systému, ji neodstranili, a hackeři tak získali 850 tisíc bitcoinů. Nejistota, kterou způsobil pád směnárny, výrazně ovlivnila cenu Bitcoinu a tato situace přetrvávala až do roku 2016. V současnosti je Bitcoin na vzestupu, hodně dlouhou dobu nemohl překročit hranici 20000\$ za bitcoin, v roce 2021 však svoji hodnotu dokonce ztrojnásobil. [9]

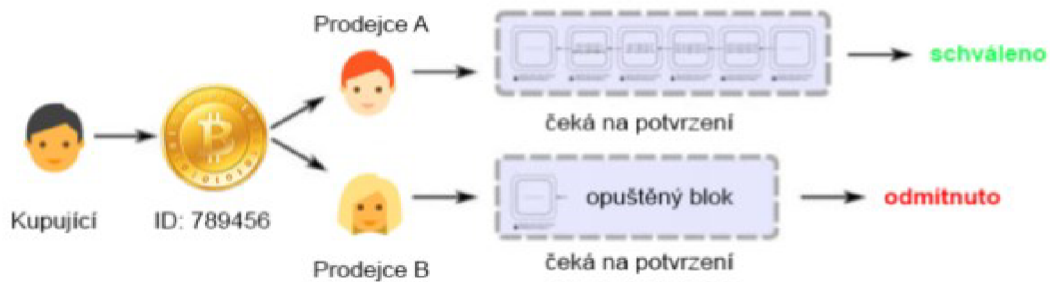
#### **1.3.2 Bitcoin**

Bitcoin je virtuální měnou, jednotkou Bitcoinu je označována mince (1 BTC). Měna není z vnějšku regulována, je pouze kontrolována jejími vývojáři a používá se k placení uvnitř virtuální sítě. Právě nezávislost měny na centrálních bankách či jiných institucích z ní činí výjimečnou a tento fakt byl jednou z hlavních motivací pro založení této kryptoměny.

Tento typ virtuální měny je využíván k nákupu reálného zboží, služeb, případně slouží jako investiční nástroj. Samotné investování do Bitcoinu může znamenat značný zisk, ovšem také brzký prodělek, jelikož je velmi kolísavý v čase vzhledem k nestabilitě trhu.

Tím, že Bitcoin pracuje s databází blockchainu, víme, že jeho unikátnost tkví v plné decentralizaci, čímž je absolutně nezávislý. Lze ho použít kdekoli na světě a umožňuje rychlé mezinárodní platby. Bitcoin je měnou anonymní, k vytvoření transakce slouží adresa, kterou tvoří 34místný kód obsahující alfanumerické znaky libovolných kombinací. O relativní výhodu v podobě nízkých transakčních poplatků již aktuálně Bitcoin přišel, jelikož se tyto pohybují v relaci několika dolarů a některé konkurenční kryptoměny se v tomto ohledu snaží Bitcoin překonat. [9]

Zajímavostí je, že o vytvoření životaschopné kryptoměny se již pokoušelo několik lidí a skupin dávno před vznikem Bitcoinu, ale vždy naráželi na problém dvojité útraty. **Dvojitá platba („double spending“)** znamená, že jsou tytéž peníze použity k jedné platbě dvakrát. Tato varianta nastává výhradně v digitálním světě plateb, u hotovostních plateb je to vyloučeno. Příkladem je platba v obchodě, kdy za provedený nákup zaplatíme určitý obnos bankovek. Platba je automaticky zavedena do systému tržeb daného obchodu a tyto peníze již nikdy do rukou nedostaneme. V případě digitálních plateb však teoreticky může dojít k tomu, že daná kryptoměna nebude mít spolehlivý ověřovací mechanismus a kdokoli by mohl ve svém počítači danou transakci lehce upravit a zkopírovat, tím by se obohacoval na cizí účet. Bitcoin se tomuto problému dokáže vyhnout právě díky použití blockchainu, jež spravuje digitální účetní knihu. Pokud by se majitel bitcoinu rozhodl například provést transakci do dvou rozdílných e-shopů a čekal by, že mu to projde, úspěch by neslavil. Obě transakce putují do fronty čekající na potvrzení, kde jsou následně ověřovány těžaři. Transakce, která obdrží méně potvrzení, bude zablokována a zneplatněna. Zjednodušené schéma tohoto procesu znázorňuje obrázek č.1.4. U zachycení zdvojené platby velmi dobře funguje systém bloků, kdy transakce a blok jsou spolu navázány a pokud by daný člověk chtěl použít stejné peníze vícekrát, musel by vrátit všechny transakce uložené v několika předchozích blocích až po původní transakci, a to je vzhledem k náročnosti výpočetního výkonu téměř vyloučeno. [9]



Obr. 1.4 Schéma zachycení dvojité platby

Zdroj: [10].

## 1.4 Zranitelnost blockchainu

Je určitě na místě, aby v této práci bylo uvedeno i to, s čím se blockchain potýká a jaké potencionální hrozby přináší. Digitální svět sám o sobě nabízí nesporné výhody, ale současně je nutno počítat i s nástrahami, které uživatele čekají. V této kapitole bude popsáno několik, dle mého názoru nejpodstatnějších nevýhod fungování této databáze.

- **Spolupráce několika subjektů** je příležitost i problém zároveň. Vše vychází z předpokladu, že bude blockchain využíván mezi dvěma a více partnery a zapojeno do něj bude několik dalších subjektů. V tomto případě je složité zkoordinovat všechny účastníky systému, jelikož může mít každý jiný zájem a očekávat od systému něco jiného. Obecně lze tedy konstatovat, že čím je do systému připojeno více struktur, tím je složitější vše zkoordinovat a nastavit.
- **Ochrana soukromí** v případě blockchainu není na tak dobré úrovni. Veškeré účty jsou sice anonymní, ve výsledku jsou však pouze pseudoanonymní. Jsou již zaznamenány případy, kdy byli odhaleni majitelé zadávající klíče transakcí. Tím pádem se dalo o uživateli dohledat velké množství informací – zůstatek na účtu, historie utrácení peněz, případně i IP adresy.
- **Hard fork** znamená, že se stávající blockchain rozvětví na dva řetězce bloků. V případě veřejných blockchainů dochází k průběžným aktualizacím systémových protokolů, dochází k tomu často v případě neshod mezi vlivnými subjekty uvnitř kryptoměnové komunity. Problém je v tom, že v určitém momentě běží paralelně bloky uzlů, které pracují s novým protokolem, ale i s jeho

neaktualizovanou formou v případě, že byla změna odmítnuta. Největší hrozbou je v případě hard forku to, že může dojít k situaci, kdy nastane již zmíněná dvojitá platba. Děje se tak v případě, že jedna transakce projde jak do inovovaného, tak do starého bloku. Nejlepší obranou je získání většiny uživatelů pro jeden z řetězců, aby byl celý systém sjednocen.

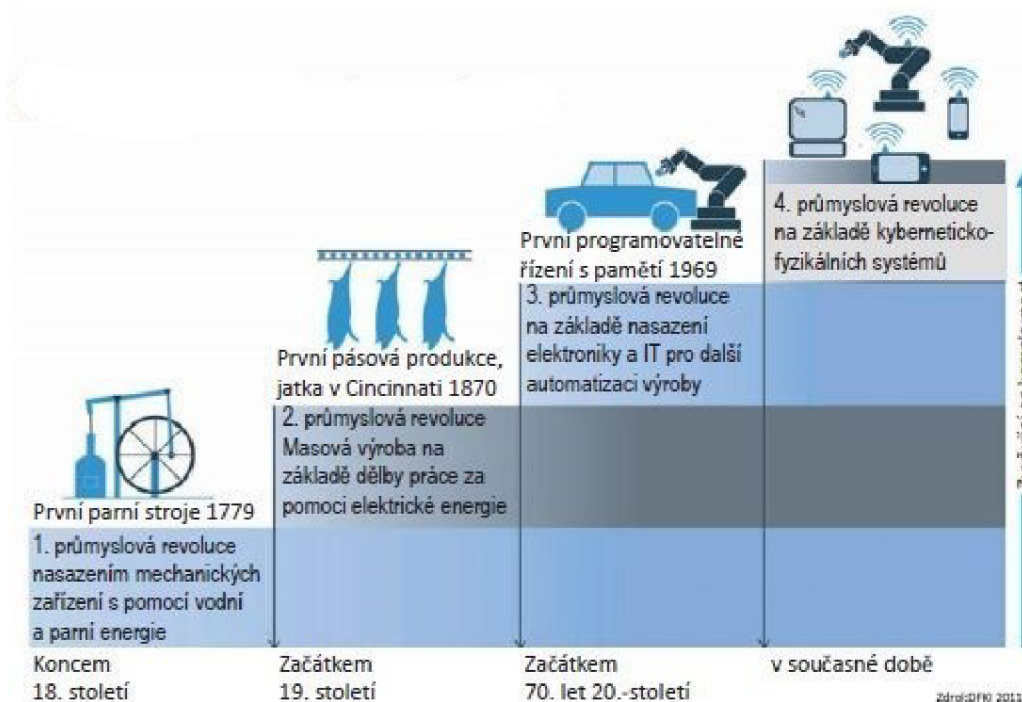
- **51% útok** hrozí zejména v systémech kryptoměn. Jedná se o to, že pokud skupina těžařů dokáže ovládnout více než 51 % výpočetního výkonu blockchainu, je schopna určitým způsobem se systémem manipulovat ke svému prospěchu. Pokud k tomuto útoku dojde, je databáze nejzranitelnější v tom, že můžou být pachateli prováděny dvojitě platby, případně lze zamítnat transakce ostatních uživatelů. Naopak téměř nereálné je, aby se skupina útočníků pokusila nabourat celý řetězec bloků, jelikož by se musela přes hashování dostat až k počátečnímu bloku a v případě, kdy by k tomuto útoku mělo dojít, vešlo by to v poměrně rychlém čase v povědomí a hodně rychle by padala cena. V případě Bitcoinu zatím tento útok nikdo nezrealizoval hlavně z důvodu obrovských nákladů, které by tento počín vyžadoval, a samozřejmě není ani jisté, zda by se to vůbec vyplatilo. V roce 2020 se však neznámé skupině povedlo zrealizovat tento útok u kryptoměny Grin. Bylo ovládnuto celkem 57 % z celého výkonu sítě a útočníci přerušili vyplácení odměn pro těžaře, navíc se podařila reorganizace jednoho bloku, který byl v režimu hard fork. Pro porovnání je však dobré uvést, že jeden Grin má hodnotu zhruba 0,5 dolaru, což je v kontrastu s Bitcoinem, který se pohybuje na hodnotě 55 tisíc dolarů za bitcoin velký rozdíl. Je však nutno brát tento potencionální problém v potaz. [11]

## 2 Blockchain v podmínkách Průmyslu 4.0

Následující kapitola bude pojednávat o etapách průmyslové revoluce, která od konce 18. století formuje progres technických odvětví na celém světě. Následně bude popsáno spojení blockchainu a Průmyslu 4.0, což je ideální mix moderních technologií a podpory jejich zabezpečení. Z hlediska informačního i statistického bude v této kapitole zmíněn vliv Průmyslu 4.0 v ČR a v Německu.

### 2.1 Etapy vývoje průmyslové revoluce

Každá z revolucí byla zásadním milníkem v rozvoji průmyslového odvětví. Postupný přerod průmyslu v průběhu času je zachycen na obrázku 2.1.



Obr. 2.1 Vývoj průmyslových revolucí

Zdroj: [12].

**1. průmyslová revoluce** odstartovala koncem 18. století v Anglii, která se pyšnila titulem nejvyspělejší země světa. Hlavním momentem tohoto přerodu byl přechod od manufakturní výroby k technice ovládané stroji. Průmyslová revoluce se nejprve objevila v textilní výrobě, kdy byl Edmundem Cartwithem vynalezen mechanický tkací stav. Spřádací stroje byly soustředěny do továren, které byly následně modernizovány díky vynálezu parního stroje. Ten byl zhmotněn v 60. letech 18. století Jamesem Wattem.

Nový přístup znamenal odklon od výroby na zakázku k masové výrobě pro neznámé odběratele. Podniky se snažily o maximalizaci zisku, ovšem za cenu toho, že továrníci zacházeli s pracovníky nelidským způsobem. Dělníci pracovali v průměru 12-14 hodin denně za minimální mzdu. Revoluce se také promítla do oblasti dopravy, roku 1815 získal patent na první parní lokomotivu George Stephenson a první zkušební cestu realizoval o deset let poté. Od 40. let měly také zásadní dopad na rozvoj hutního a strojírenského průmyslu stavby železnic. S rozvojem průmyslu pak souviselo i zakládání sídel, změna životního stylu, rostla vzdělanost, součástí života se stala i kultura. [12]

**2. průmyslová revoluce** je spojována s elektrifikací a vznikem montážních linek. Toto období bezprostředně navazuje na období 1. průmyslové revoluce, tím pádem se datuje ke konci 19. století. Průmyslová výroba vzrostla zhruba trojnásobně, došlo k úzkému propojení vědy a techniky, využívaly se nové materiály. Montážní linky vznikly v roce 1870, čímž výrazně stoupla produktivita práce. Charakteristickým znakem bylo využití nových zdrojů energie – ať už šlo o energii získávanou z vody, tak především o energii elektrickou a energii spalovacích motorů. Elektrická energie pak byla využívána v osvětlení, pohonu strojů a tramvají. Vzkvétal vědní obor chemie, byly vyvinuty nové materiály a látky. Výrazným odvětvím se stalo bankovníctví. Celá tato éra byla doprovázena růstem životní úrovně, vzdělanosti a informovanosti obyvatel – rozmach novin, časopisů, vynález telefonu a filmu. [12]

**3. průmyslová revoluce** se datuje od 60. let 20. století a je nazývána vědeckotechnologickou revolucí, dochází k významnému rozvoji v přírodních a technických vědách a výzkumu. Revoluce v průmyslu byla způsobena rozvojem kybernetiky a společně s objevy v elektronice stojí kybernetika na počátku počítačové techniky. První prototypy počítačů se objevily již ve 40. letech v USA, nevýhodou byl jejich rozměr, kdy tyto stroje zabíraly až několik místností. Postupné zdokonalování došlo až do takového stádia, že byl v roce 1975 uveden do provozu první osobní počítač. Zlepšení efektivity a zrychlení chodu počítačů bylo promítnuto do oblasti průmyslové výroby, kde docházelo k robotizaci a automatizaci. Ke změně došlo v dopravě – parní lokomotivy byly nahrazeny elektrickými a motorovými, letadla již byla schopna během několika hodin překonat vzdálenost mezi kontinenty. Ve vyspělých zemích byly vybudovány husté sítě dálnic a nejběžnějším dopravním prostředkem se stal automobil. Od této doby dochází k neustálému pokroku, kdy jsou veškeré technologie zdokonalovány a vše je posouváno k vizi revoluce čtvrté. [12]

**4. průmyslová revoluce** se vyznačuje kompletní digitalizací, robotizací a automatizací průmyslových společností. Víze vychází z prudkého pokroku v oboru informačních technologií, informace jsou dnes předávány pouze v digitální formě a je tak umožněno jejich snadné sdílení. Pojem Průmysl 4.0 v sobě zahrnuje obrovské množství inovačních technologií. Internet a digitalizace umožňují propojení a automatizaci výrobních procesů a služeb s nimi spojených. S Průmyslem 4.0 přichází rozvoj chytrých továren, které jsou klíčovým prvkem přechodu k digitalizovanému podnikání. Uvnitř takovéto továrny dochází k přirozené komunikaci lidí, strojů a zdrojů. Pakliže jsou vhodně řízeny a mají perfektně zvládnuty automatizované procesy, dokážou dokonale splnit i ty nejnáročnější požadavky zákazníků. Pro plynulý přechod k metodám Průmyslu 4.0 je ovšem nutné vytvořit odpovídající infrastrukturu a efektivně využívat nejnovější technologie. Technologický přerod v celé společnosti poskytuje obrovské možnosti a firmy, které tuto příležitost vhodně využijí, mají předpoklad, že budou v následujících letech velmi prosperující. [12]

## **2.2 Blockchain v prostředí technologií Průmyslu 4.0**

Databáze blockchain je poměrně novou a inovativní technologií, která přesně zapadá do konceptu Průmyslu 4.0. Zejména pak svojí propracovanou bezpečností a univerzálností dokáže být blockchain v době průmyslové revoluce velkou podporou pro celou řadu zainteresovaných technologií. Několik z nich bude popsáno v této kapitole, současně padne zmínka o přínosu blockchainu ve vztahu k těmto technologiím.

### **2.2.1 Supply chain management 4.0**

Supply chain management neboli řízení dodavatelského řetězce prostupuje všemi fázemi plánovacího i výrobního cyklu produktu až k jeho finálnímu předání zákazníkovi. Ve všech sektorech dodavatelského řetězce je možno se setkat s využitím digitalizace či automatizace procesů, takže podpora konceptu Průmyslu 4.0 je v tomto případě nevyhnutelná. Hlavním cílem tohoto propojení je efektivní aplikování inteligentních systémů do logistických procesů za účelem jeho maximálního zjednodušení a šetření nákladů. Pro dodavatelský řetězec jsou zásadní požadavky koncových zákazníků, jedním ze zásadních faktorů pro spotřebitele je co největší informovanost o produktu. Blockchain je ideálním pomocníkem pro komplexní propojení dat napříč řetězcem a pro zákazníka to přináší možnost on-line sledování toku produktu. Vše je podpořeno o možnost zapojení

chytrého kontraktu, který se postará o vyrovnání transakcí po předání zboží nebo platforma vyhodnotí případnou vadu či falešnost dodávky a peníze převede zpět. Možnosti uplatnění blockchainu v rámci Supply chain managementu 4.0 jsou velké, další technologie, které budou rozebrány v této kapitole jsou jakousi jeho podmnožinou. [12]

### 2.2.2 Internet věcí

Jedná se o připojení jednotlivých zařízení, strojů, součástí, výrobků či obecně věcí k internetu. K připojení se používají mikročipy, čárové či QR kódy, kdy každý jednotlivý prvek představuje samostatnou IPv6 adresu, a díky tomuto propojení je umožněna vzájemná komunikace mezi jednotlivými objekty, které si mohou vyměňovat data, je možné je kontrolovat a ovládat v reálném čase. Tok dat probíhá pomocí optické, radiové nebo internetové sítě. Jedním z základních typů je vztah snímač-řídící jednotka, kdy pomocí snímače dochází ke sledování teploty v přepravních jednotkách. Pro fungování tohoto systému je důležitý informační systém, který eviduje přepravované zboží za pomoci čárových kódů. Po naložení zaevidovaného zboží pak příslušný modul zabudovaný v nákladové části vozu odesílá, nejčastěji pomocí 2G sítě, údaje o aktuální teplotě na server a data jsou ihned nahrána v informačním systému.

Důležité je využití úložiště **Cloud computing**, které dokáže ukládat velké množství dat z podnikových informačních systémů, které jsou následně on-line dostupné v přehledné formě k dalšímu zpracování. Data jsou získávána z různých zařízení i čidel, dle prostředí firmy do serverů, následně dochází k analýzám. Z hlediska logistiky mohou mít získané údaje vliv na optimalizaci skladových zásob nebo mohou zefektivnit využití stojů a zajistit tak rychlejší plnění zakázek. Nevýhodou úložiště je, že se nachází na globální síti, která je potencionálně napadnutelná hackery, blockchain by tak mohl tato rizika minimalizovat svým kryptografickým zabezpečením. [12]

Ukázkovým příkladem propojení blockchainu a internetu věcí v sektoru přeprav teplotou kontrolovatelných věcí jsou kontejnery švýcarské firmy Skycell. Jedná se o speciální chladírenské kontejnery pro leteckou přepravu farmaceutických výrobků. Technologie pro fungování těchto kontejnerů se snaží zajistit co nejlepší podmínky pro transport této přepravně velmi náročné komodity. Společnost nabízí širokou škálu hybridních kontejnerů pro různé druhy teplot i váhových a rozměrových specifikací. Kontejnery jsou vyrobeny z recyklovatelných materiálů a jsou uzpůsobeny k co nejsnadnější manipulaci.



Pro ilustraci je přiložen obrázek kontejneru č.2.2 s označením 2500C, který pojme dvě europalety a udržuje vnitřní teplotu v rozmezí +2 až +8°C.



Obr. 2.2 Kontejner SkyCell 2500C

Zdroj: [13].

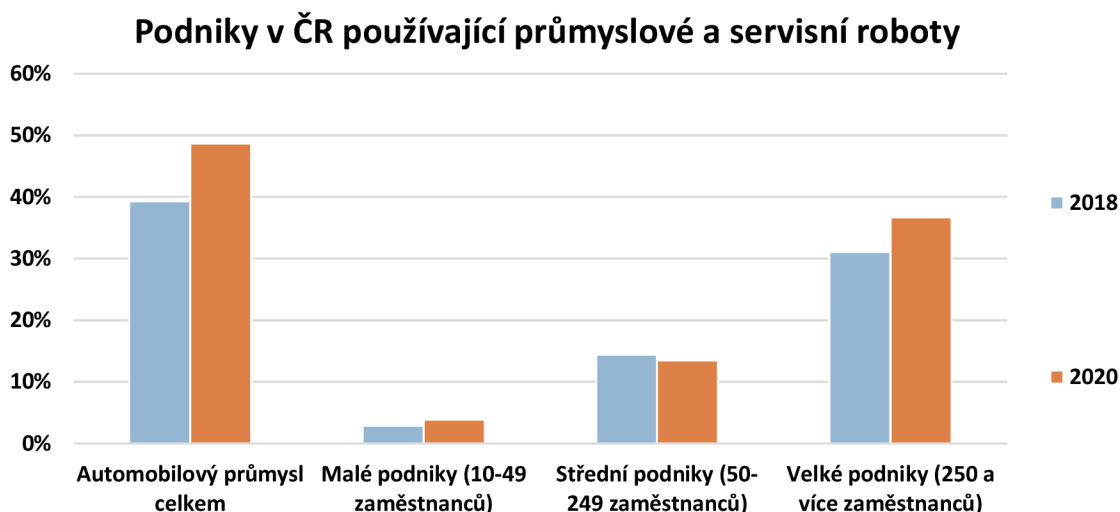
Software, se kterým firma pracuje, funguje na základě propojení senzorů internetů věcí s datovým úložištěm, které shromažďuje údaje v přehledném informačním systému, který je pro každého zákazníka k dispozici pro aktuální sledování stavu zásilky. Kontejnery jsou navíc zabezpečeny blockchainovým šifrovacím systémem, což zajišťuje, že žádný kontejner není uvolněn pro přesun, pokud není systémem odsouhlasen jeho perfektní stav. Velkou výhodou tohoto propojení je, že firma může při případné kolizi teploty okamžitě zasáhnout a léky tak nejsou v nejmenším ohrožení. [13]

### 2.2.3 Využití průmyslových robotů

Spojení robotů a průmyslu existuje již několik desetiletí, v současnosti ale dosahuje jejich implementace vysokého nárůstu. Ti nejmodernější jsou tak propracovaní a kvalitní, že pro podnik přinášejí velké výhody. Snižují zmetkovost, naopak zvyšují produktivitu práce a současně vhodně doplňují lidský výkon v celé řadě výrobních činností. V ČR je trend aplikování robotů do firem na výrazném vzestupu, oproti roku 2010 se jejich počet u nás ztrojnásobil. Současně je zřejmé, že robotizaci aktuálně mnohem více zapojují velké firmy, což dokazuje vyjádření Evy Myškové Skarlandtové, vedoucí oddělení statistiky výzkumu, vývoje a informační společnosti Českého statistického úřadu: „V roce 2020 používalo průmyslové roboty již více než 60 % velkých podniků v odvětví zpracovatelského průmyslu. V případě malých se jednalo pouze o 9 %.

*Průmyslové roboty nalezneme v přibližně 55 % subjektů působících v automobilovém průmyslu.“ [14]*

Statický vývoj zapojování robotů do firem je uveden na obrázku č. 2.3., kde jsou porovnány procentuální poměry v používání průmyslových a servisních robotů ve firmách za roky 2018 a 2020. Z obrázku je vidět posun u velkých podniků, které zařazují do svých logistických procesů roboty o 5 % více. Naopak pouze o 1 % vzrostlo využití u malých podniků a u středních se dokonce snížilo o 0,9 %. Je evidentní, že společnosti o 250 a více zaměstnancích pracují s vysokým kapitálem a mohou si tyto inovace dovolit snáze. V sektoru středních a malých podniků se projevuje spíše konzervativní postoj a současně tyto nemají dostatek finančních prostředků k tomu, aby mohly koupit průmyslových robotů realizovat. Otázkou je, co s čísly udělá v následujících letech dopad pandemie koronaviru, který spoustu firem postaví spíše před existenční problémy než před možnost si dovolit takovéto relativně nákladné pomocníky pořídit. Na obrázku č. 2.3 je současně zaznamenáno i nejvíce zainteresované odvětví, kterým je automobilový průmysl, kde se v roce 2020 zapojilo do robotizace již téměř 50 % všech firem. [15]



Obr. 2.3 Podniky v ČR používající průmyslové a servisní roboty

Zdroj: [16].

Pro příklad znázornění komplexnosti robotizace jsem vybral výrobek dánské firmy Mobile Industrial Robots, který se zabývá výrobou mobilních robotů pro účely logistiky. Speciální vozítko podobné paletě na kolečkách je schopno přepravovat široké spektrum zboží na paletách i v kontejnerech a je schopné se okamžitě přizpůsobit struktuře

převáženého materiálu. Po vyložení zboží z kamionu dokáže převést materiál na předem naprogramovanou lokaci do skladu surovin, následuje přeprava polotovaru na výrobní linku, kde robot může zdvihnout materiál do požadované výšky a ve spolupráci s dalšími roboty ho předat na výrobní linku. Samozřejmostí je přeprava zboží do skladu hotových výrobků se zajištěním maximální bezpečnosti expedientů či skladových pracovníků. Na následujícím obrázku č.2.4 je autonomní mobilní robot s označením MiR 1000 od společnosti Amtech Robotics. Robot s půdorysem 135x92 cm má nosnost 1000 kg, dosahuje rychlosti 1,2 m/s a samostatný stroj váží 230 kg. [17]



Obr. 2.4 Mobilní robot MiR 1000

Zdroj: [17].

#### **2.2.4 Chytré továrny**

Základní myšlenkou Průmyslu 4.0 je zprovoznění chytrých továren, kde všechny produkty, stroje i haly operují s vlastními čipy, mezi kterými dochází ke komplexní výměně dat a informací. Celý výrobní řetězec je propojen a počítá s metodami autooptimalizace či autodiagnostiky. Veškerá kontrola nad fungováním továrny probíhá online formou a podrobná analýza dat má za úkol předejít chybovosti a flexibilně reagovat na změny. Velkou změnou je také to, že nad chodem továrny dohlíží pouze nejvyšší řídicí jednotka, propojenost strojů a ostatních subjektů nastane podle efektu pyramidy. Nejnižší řídicí jednotka komunikuje se strojem a ten je napojen na řídicí úroveň o stupeň vyšší. Jednotlivé subjekty tak komunikují mezi sebou bez dohledu nejvyššího subjektu. Firmy si od této inovace slibují možnost dodávat na trh levnější výrobky při větším množství. Současně dojde k šetření nákladů vlivem snižování stavů zaměstnanců, jelikož práci níže kvalifikovaných zaměstnanců ve výsledku zvládnou stroje. V rámci této revoluce bude podstatné, aby lidstvo drželo rozmach technologického rozvoje v udržitelné míře, která nebude umožňovat zásadní lidské hodnoty a potřeby.

Případné propojení konceptu chytrých továren a technologie blockchain může fungovat velice spolehlivě. Digitální výměnu dat mezi stroji, případně mezi roboty by databáze povýšila z hlediska bezpečnosti. Výsledné produkty označené jako „inteligentní produkty“ pak budou výhodné v tom, že budou jednoznačně identifikovatelné a lokalizovatelné, ověření těchto vlastností pak bude zaštitovat blockchain, který nabídne zákazníkovi přehled o historii i aktuálním stavu výrobku. Zásadní výhodou je i decentralizace, která přesně zapadá do zmíněného konceptu, kdy v továrnách odpadá jeden řídicí subjekt, ale řízení se rozloží do kompetencí všech účastněných subjektů. [18]

### **2.2.5 RFID technologie**

Označování výrobků a dílů tak, aby byl co nejlépe dohledatelný jejich pohyb v rámci logistického procesu, je poměrně zásadní technologie, dokonale využitelná v éře průmyslové digitalizace. Princip je založen na přenosu vysokofrekvenčního v rozsahu MHz či GHz, který musí být naladěn na stejnou vlnu u čtečky i výrobku, jež je navíc opatřen RFID čipem. Čtečka dokáže vysílat i přijímat signál, po jeho vyslání pomocí antény je signál zachycen čipem a zpětně předána informace o produktu, kterou následně čtečka dokáže zpracovat. Informace, která jednoznačně definuje produkt, se nazývá EPC a jedná se originální elektronický kód produktu, který se skládá z poměrně dlouhé sestavy písmen a číslic a dělí se na čtyři části, které jsou specifické po každého výrobce zvlášť. Po přečtení zmíněného kódu jsou data přenesena přes čtečku do softwaru, který slouží ke zpracování dat dle konkrétního případu využití. Výhodou RFID technologie je, že dokáže přečíst velké množství EPC za krátký čas. Při použití několika čteček pak software pracuje s velkým objemem dat a urychluje celý proces, například oproti detekci pomocí čárových kódů. Čipy lze dokonce nastavit tak, aby dokázaly snímat například teplotu produktu. Nevýhodou je, že klasický RFID čip nelze umístit například na kovové podloží, v tom případě je nutno použít čip speciální, který je několikanásobně dražší. Celkově je investice do RFID nákladnější. Nicméně v kombinaci s blockchainem se jedná o možnost, jak maximálně zprůhlednit dodavatelský řetězec. Nastavení technologie je takové, že pracuje se softwarem, který umožňuje sledovat informace o produktu již od příjmu boží od dodavatele. Pokud jsou účastníci řetězce nastaveni na evidenci pomocí ECP, dokáže být plánování pomocí RFID velmi efektivní. Blockchain pro firmy v tomto případě přinese přidanou hodnotu z hlediska bezpečnosti přenášených dat o produktech a současně bude možno vyhodnotit případné falšování

produktů. Schéma transparentnosti toku zboží z výroby k zákazníkovi je zobrazeno na obrázku č.2.5. [19]



Obr. 2.5 Tok výrobku s využití RFID technologie

Zdroj: [19].

## 2.3 Průmysl 4.0 ve vybraných zemích

V rámci této práce jsem se rozhodl popsat zapojení ČR a Německa do Průmyslu 4.0. Německo je zemí, která je pro naši republiku největším ekonomickým partnerem. Zajímavý kontrast obou zemí je v tom, v jaké fázi implementace se nacházejí. Německo je hlavním iniciátorem celého konceptu a do budování inteligentních technologií investuje velké sumy. V ČR je vývoj 4. průmyslové revoluce pozvolnější.

### 2.3.1 Průmysl 4.0 v ČR

ČR je průmyslovou zemí, tudíž se jí tento koncept týká ve velké míře. Pro firmy je zde příležitost pro posílení pozice v konkurenčním boji s ostatními státy. Pomocí digitalizace dojde ke zlepšení řízení podniků, zvýšení produktivity práce, odstranění kvalifikačně méně náročných prací, vytváření analýz z přístupných dat a následné vyhodnocení požadavků zákazníků a spoustu dalších inovativních metod. V současnosti je situace taková, že k zavedení technologií Průmyslu 4.0 přechází stále více firem, nicméně je zde spousta podniků, které se této struktuře ani vzdáleně nepřibližují. Existuje několik překážek, které firmám prozatím brání v implementaci digitalizace. Jedná se především o finanční náročnost a nutnost učinění značných změn ve struktuře společností, nedostatečné povědomí o fungování technologií, někdy také neochota měnit zavedené pořádky.

Z hlediska podpory se firmy mohou opřít o stát, který zareagoval vytvořením několika dokumentů, které poskytují informace o současném stavu a plánovaném vývoji

Průmyslu 4.0. Jedním z základních dokumentů je Iniciativa Průmysl 4.0, který vznikl v roce 2016 pod záštitou Ministerstva průmyslu a obchodu. Dokument je rozdělen do několika částí, z nichž u každé je popsán současný stav i prognóza budoucího vývoje. Jedná se například o témata, jakými jsou bezpečnost systémů, standardizace, vzdělávání a investice. Současně také vláda iniciuje projekty ve spolupráci s vysokými školami. [20]

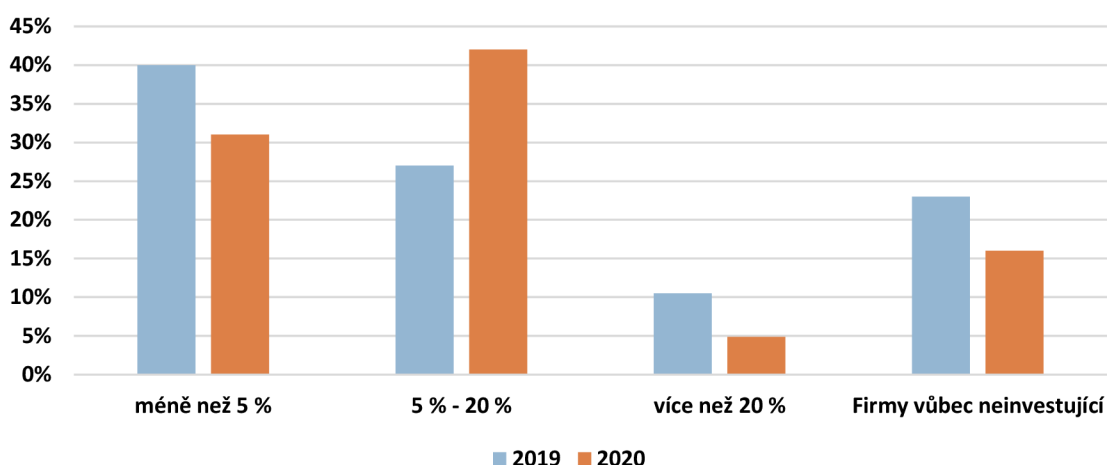
### **2.3.2 Vybraná data týkající se Průmyslu 4.0 v ČR**

Z hlediska Průmyslu 4.0. jako celku budou pro tuto práci použita data, která v roce 2020 zpracoval Svaz průmyslu a obchodu. Do průzkumu se zapojilo celkem 99 firem z ČR, z toho:

- 50 % firem spadajících do sektoru malých podniků,
- 32 % firem spadajících do sektoru středních podniků,
- 18 % firem spadajících do sektoru velkých podniků.

Zastoupena byla různorodá odvětví od strojírenství přes služby, chemický průmysl, energetiku až k zemědělství. Byla porovnána změna mezi roky 2019 a 2020 v různých parametrech, které byly pro průzkum vybrány. Z hlediska investic se o 15 % zvýšilo zastoupení společností, které jsou ze svého investičního budgetu ochotny vydat část v rozmezí 5-20 % na implementaci prvků Průmyslu 4.0. Zajímavým jevem je to, že počet firem, které investovaly více než 20 % se snížil a snížil se i procentuální podíl firem, které investovaly méně. Vznikl jakýsi trychtýř, z něhož přetekly investice do rozmezí 5-20 %. Současně je pozitivním jevem to, že klesl počet firem, které nechtějí investovat do inovací Průmyslu 4.0 vůbec. Vše je přehledně zachyceno na obrázku č.2.6. [21]

## Část rozpočtu firem připadající na prvky Průmyslu 4.0



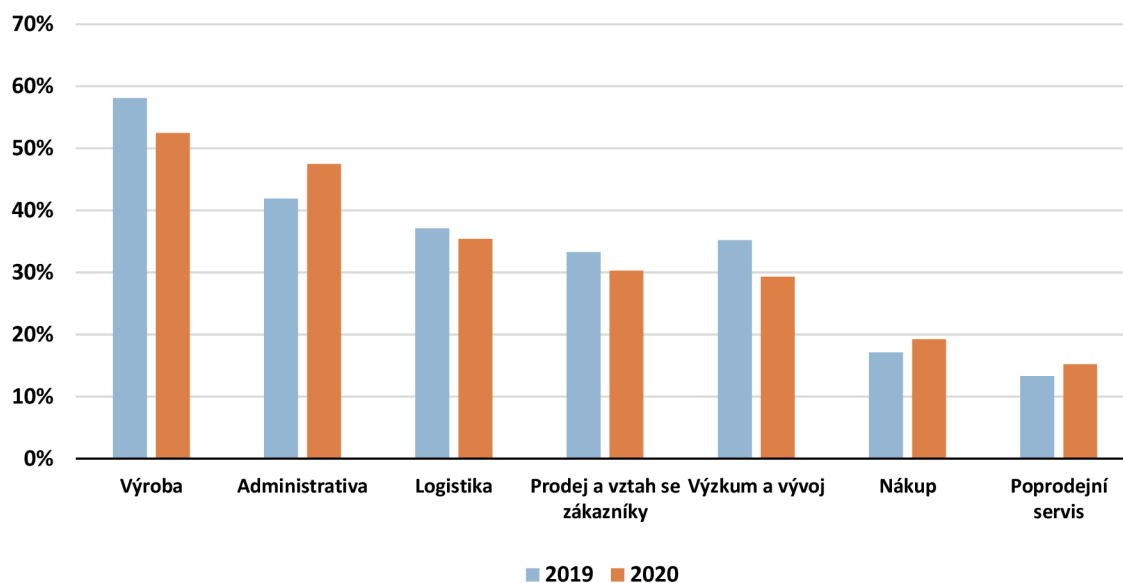
Obr. 2.6 Část rozpočtu firem připadající na prvky Průmyslu 4.0

Zdroj: [21].

Lehce konzervativní přístup firem byl znát na dotazování ohledně zvýšení rozpočtu na dalších 5 let, kdy se 50 % zúčastněných vyjádřilo, že chtějí zůstat na stávající úrovni, a klesl počet těch, kteří chtějí investice zvýšit. Data zkoumající nastavení strategie pro digitální transformaci ukázala, že v roce 2020 se zvýšil počet firem, které již strategii naplňují o 5 %, což je pozitivní. Naopak se poměrně zastavil trend nárůstu firem, které by nějakou strategii zpracovávaly, a negativní je i fakt, že téměř třetina firem o digitalizaci v roce 2020 vůbec neuvažuje. Z výsledků je zřejmé to, že se Průmysl 4.0 v prostředí českých firem rozvíjí, nicméně je zde samozřejmě prostor pro daleko strmější růst. Za zpátečnickým postojem některých firem může stát nejistá situace v roce 2020, kdy problémy podniků často převažovaly nad ochotou řešit digitální inovace.

Zajímavý byl pohled firem na důvody, proč tento typ digitalizace aplikují. Hlavním impulsem je již téměř v 60 % zvýšení produktivity, to byl ovšem jediný bod průzkumu, který vykázal v roce 2020 nárůst. Z ostatních prvků uplatnění se pohybovalo kolem 40 % snižování nákladů a optimalizace výrobních kapacit. Tento výčet přesně vystihuje směr, kterým se Průmysl 4.0 má ubírat, a tyto zmíněné aspekty jsou pro firmy po právu správným motivem pro jeho implementování. Za zmínku ještě určitě stojí procentuální posun u oborů či činností firem, ve kterých se digitalizace vyskytuje nebo o ní firmy uvažují. Z níže přiloženého obrázku č. 2.7 je zřejmé, jak se změnilo uvažování firem ohledně interních činností, v nichž společnosti nasazují nebo plánují aplikování metody Průmyslu 4.0. Je zde viditelný progres zapojení administrativních činností, částečně i sektoru nákupu, naopak u výrobních činností bylo využití inovací lehce upozaděno. [21]

## Podíl nasazení prvků Průmyslu 4.0 v rámci interních činností firem



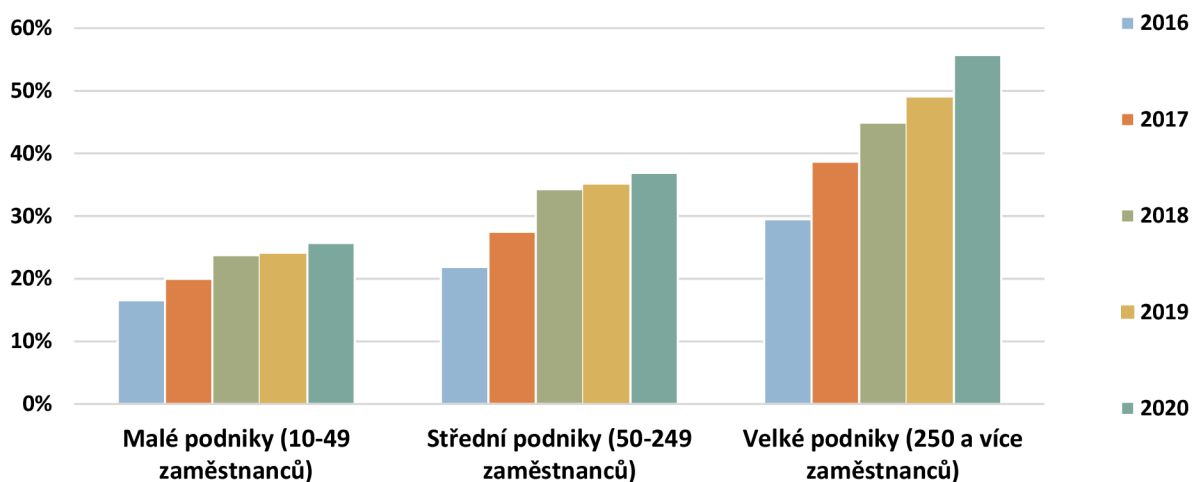
Obr. 2.7 Podíl nasazení prvků Průmyslu 4.0 v rámci interních činností firem

Zdroj: [21].

Pro ilustraci zapojení firem do technologií spojených s Průmyslem 4.0 je přidán obrázek č. 2.8, který udává statistiku zapojení výše zmíněného cloud computingu v rámci firem v ČR. Data jsou sledována po dobu pěti let a podniky jsou děleny podle počtu zaměstnanců na malé, střední a velké. Je zřejmé, že trend je ve všech typech firem vzestupný, u velkých podniků se implementace cloudu computingu vyšplhala v roce 2020 téměř k 60 %. Data jsou pořizena z databáze Českého statistického úřadu, do průzkumu se zapojilo téměř 6500 podniků. Procentuální struktura zapojení velikosti firem byla následující: 79 % malé podniky, 17 % střední podniky, 4 % velké podniky.



## Podniky v ČR využívající cloud computing



Obr. 2.8 Podniky využívající cloud computing v ČR

Zdroj: [22].

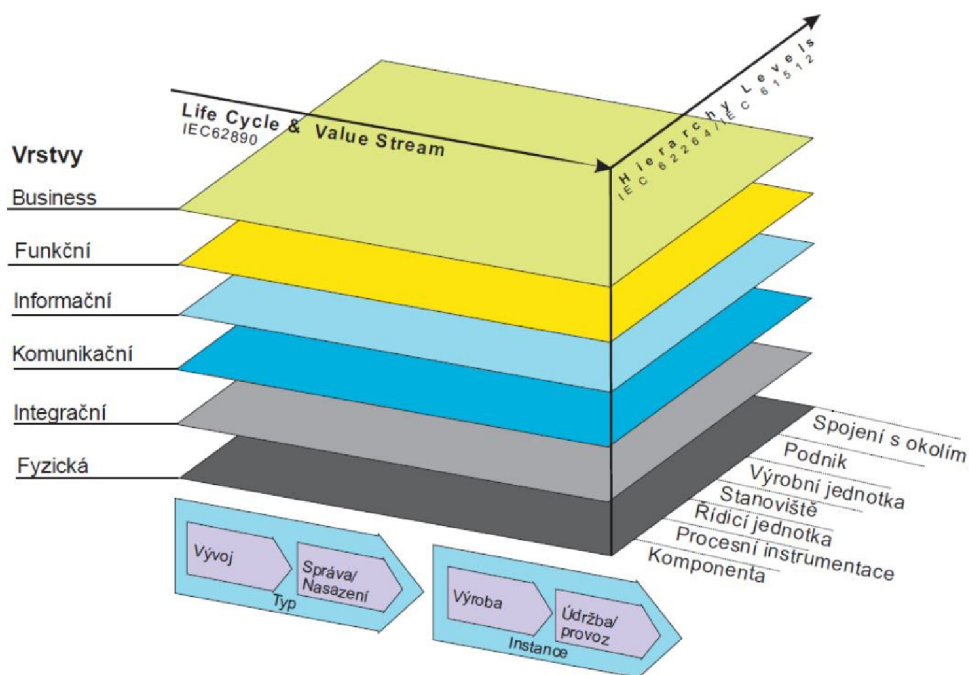
### 2.3.3 Průmysl 4.0 v Německu

Jedním z hlavních států aplikujících ve svých podnicích prvky Průmyslu 4.0 je Německo. Základem je koncept Industrie 4.0 z roku 2011, do kterého stát vynakládá finance v řádech stovek milionů EUR. Do iniciativy jsou zapojena ministerstva, výzkumné instituce a pracovní skupiny soustředící se na osm klíčových oblastí: standardizace a referenční architektura, efektivita využívání zdrojů, vzdělání, bezpečnost, řízení komplexních systémů, organizace práce, regulační rámec a širokopásmová infrastruktura pro průmysl. Zajímavou formou je v Německu pojat model RAMI 4.0, který iniciativu Industrie 4.0 přímo podporuje a je založen na následujícím tvrzení: „*Koncepty Průmyslu 4.0 se aplikují na procesní průmysly za účelem dosažení komplexní integrace automatizace, podnikové informatiky a výroby tak, aby bylo možné zlepšit všechny aspekty výroby a obchodu napříč hodnotovými řetězci procesních průmyslů, a tím i zvýšit efektivitu.*“ [23]

Jedná se o trojrozměrnou mapu koncipovanou s cílem propojení všech vrstev pro vývoj budoucích výrobků a obchodních modelů a rozložení složitých procesů na lehce uchopitelné sektory. Osy mapy jsou rozděleny a popsány následovně:

- 1) **Osa hierarchických úrovní:** pravá vodorovná osa představující různé funkcionality z hlediska firmy a výrobních zařízení. Jedná se o spojení s okolím (internet věcí), podnik, výrobní a řídicí jednotka, stanoviště, procesní struktura, komponenta.
- 2) **Osa životního cyklu:** levá vodorovná osa představuje životní cyklus zařízení a výrobků používaných v řízení a automatizaci průmyslových procesů. V užším stupni je dělena na typ a instance, kdy typ zahrnuje vývoj a uvedení výroby produktu a instancí je již samotná výroba a případná údržba.
- 3) **Osa vrstev:** jedná se o šest vrstev sloužících k popsání vlastností strojů a zařízení, tzv. virtuální mapování, které má svůj původ v oboru IT, kde je běžné, že se vlastnosti složitých systémů rozkládají do vrstev.

Model nabízí základní seskupení požadavků na jednotlivé sektory a poskytuje snadnější identifikaci a korekci míst v překrývání jednotlivých standardů a mezer mezi nimi. RAMI 4.0 představuje základnu pro několik hodnot nezbytných pro funkčnost projektu Industrie 4.0, jedná se o identifikaci nezbytně nutnou pro spolupráci zainteresovaných zařízení, sémantiku, jinak chápanou jako konzistentní výměnu dat a kvalitu služeb. Přehledné schéma 3D modelu je zobrazeno na obrázku č.2.4. [23]



Obr. 2.9 3D model RAMI 4.0

Zdroj: [23].

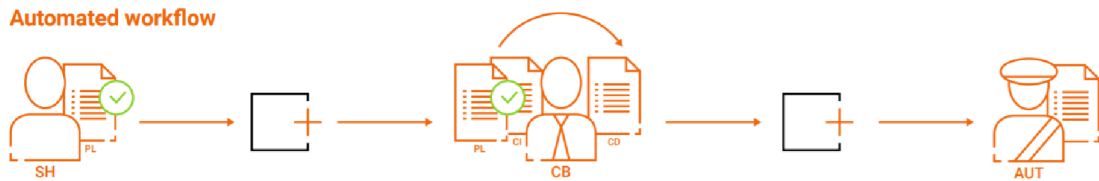
### **3 Logistické procesy spojené s provozem a využitím služeb Blockchainu**

Využití blockchainu v rámci dodavatelského řetězce se jeví jako ideální řešení, kdy je zajištěno sledování trasy produktu od samého začátku až do konce logistického řetězce. Případná implementace popisované databáze skýtá velké množství využití. Tato kapitola je věnována aplikaci blockchainu do problematiky distribuce v potravinovém průmyslu, u námořních přeprav a v distribuci léku. Současně je popsán vztah blockchainu k fungování bezdrátového přenosu dat mezi vozy.

#### **3.1 Blockchain v dodavatelském řetězci námořních přeprav**

TradeLens je celosvětová otevřená platforma podpořená technologií blockchainu, která je určena pro digitalizaci a transformaci obchodu v celém dodavatelském řetězci. Zlepšuje bezpečnost a umožňuje transparentní zobrazení průběhu toku materiálu zejména v námořních přepravách. K přepravě kontejnerů napříč kontinenty je třeba zpracovat velké množství dokumentů, objednávek a přenosu zpráv mezi zadavateli, přepravci, dopravci, celními orgány a přístavy. Platforma přináší přehledný informační systém, ve kterém lze dohledat všechna potřebná data – konkrétní zásilku, kontejner, nákladový list, rezervaci zásilky, a dokonce je možno vyhledat data ze senzorů kontejnerů, jakými jsou hmotnost a teplota. Tok informací je v průběhu vyplutí zásilky transparentní pro všechny zúčastněné strany, je ihned k dispozici a jednotlivé sektory se mohou s předstihem připravit na svou část logistického řetězce. Potřebné dokumenty jsou v databázi bezpečně uloženy a je možno zpětně dohledat, kdy došlo například k poškození zboží. Koncový zákazník bude schopen schvalovat a podepisovat dokumenty mezi organizacemi pomocí smart contracts, čímž zmizí chybovost a urychlí se spousta procesů. Celý systém slibuje výrazné omezení papírové dokumentace, tím také bude přispívat k ochraně životního prostředí a samozřejmě k urychlení a zjednodušení pracovních postupů ve všech provozních oblastech toku námořních zásilek. Vzhledem k tomu, že téměř pětina celkových nákladů na světový obchod je vynaložena na dokumentaci, je zřejmé, jakou obrovskou úsporu může blockchain poskytnout. Pro příklad je zařazen obrázek č.3.1 prezentující průběh toku dokumentů pro celní odbavení, kdy přepravce načte do systému balicí list, zprostředkovatel přeprav pak připojí obchodní fakturu a po odplutí lodi budou sdílená data poskytnuta k celnímu prohlášení.

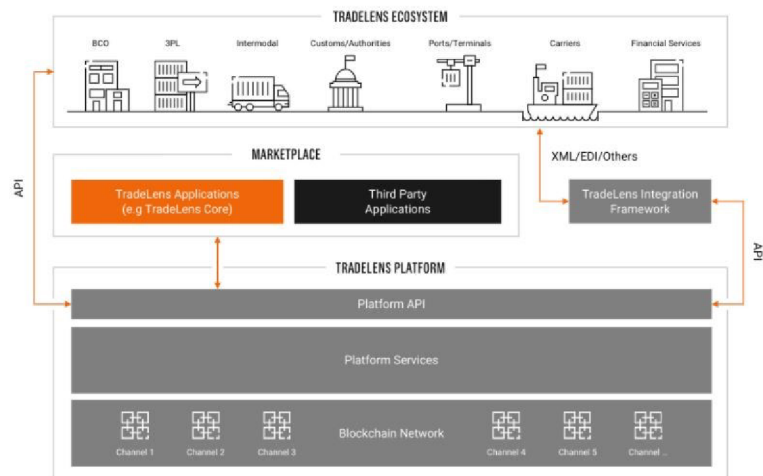
Tím bude urychlena příprava celního postupu po následném příplutí zásilky. Celý proces podporuje blockchain, který pomocí vygenerování hashe porovnává, zda nebyl dokument změněn a je platný. [24]



Obr. 3.1 Přenos dokumentů v průběhu celního řízení v platformě TradeLens

Zdroj: [24].

V současnosti je k platformě TradeLens připojeno více než 10 světových námořních dopravců v čele se společností Maersk a pokrývá již dvě třetiny globálních objemů kontejnerů. Smysl celého projektu tak dostává širších rozměrů, pro společnosti spolupracující s více dopravci to otevírá prostor pro komplexní přehled sdílených dat napříč celým průřezem dodavatelského řetězce. Úvodní náklady na pořízení platformy se v budoucnu jistě vyplatí, vzhledem ke zjednodušení daných postupů. Funkčnost TradeLens platformy zastřešuje americká firma IBM. Stěžejní formou pro fungování systému je TradeLens API, což je platforma založena na funkci internetového tržiště, které nabízí subjektům (intermodálním přeprávcům, zprostředkovatelům přeprav, celním úřadům, terminálům, námořním rejdářům) přístup do aplikací, jež jim umožňují ukládat velký obsah dat v rámci toku zásilek, to vše se zabezpečením pomocí blockchainu. Schéma na obrázku č. 3.2. [24]

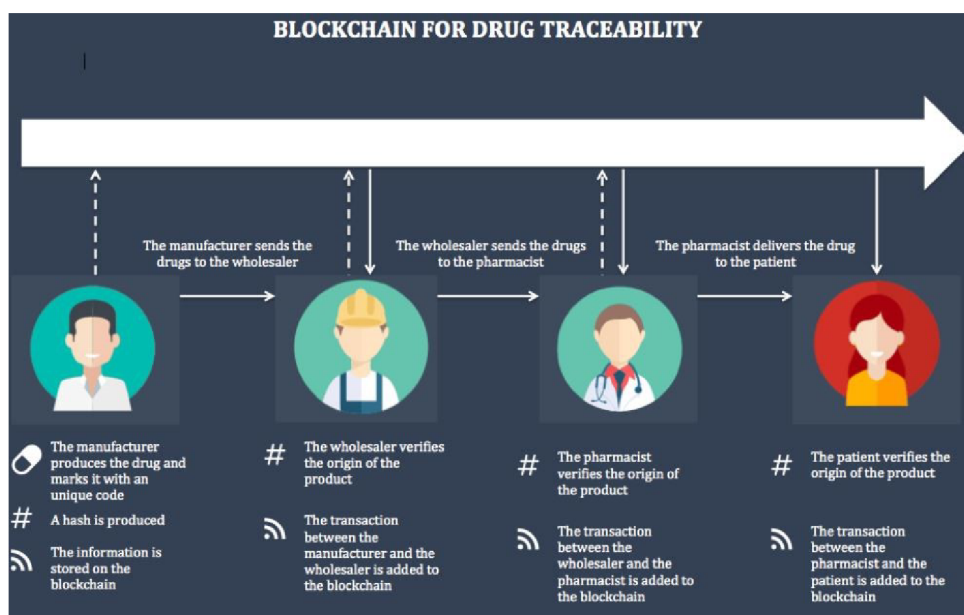


Obr. 3.2 Základní schéma fungování platformy TradeLens

Zdroj: [24].

### 3.2 Blockchain v sekci distribuce léků

Hlavním problémem v tomto odvětví je padělání léků, kdy jsou na trh uváděny medikamenty, které se kvalitativně liší od originálního produktu. Falešné léky mohou v lepším případě pacientovi neposkytnout kýžený účinek, v případech horších mohou přijít neočekávané reakce, jež mohou vést až ke smrti. Z finančního pohledu dochází z důvodu padělání medikamentů ročně ke ztrátám v miliardách EUR. Specifikem evropského trhu je navíc nejednotný systém značení léku, kdy existují nejméně čtyři typy označení. Samotná technologie ověření léků je pak závislá na centrální správě úložiště, přes kterou dochází k ověření, jedná se však o zdlouhavý proces a tato rozptýlenost celého systému opět nahrává tvorbě padělků. Zmíněnou problematiku může pomoci vyřešit blockchainová technologie, kdy každý subjekt zapojený do distribuce léků je vlastně blokem, který je provázán s tím následujícím. Každá položka má své jedinečné identifikační číslo, které je následně spojeno s informacemi o původu produktu, číslem šarže a datem platnosti. Jakmile je lék vyprodukován, zadá výrobce identifikační číslo, pro které se vygeneruje hash, a vše je uloženo do databáze. Léky jsou předány distributorovi, ten ověří identitu produktu pomocí hashe a transakce mezi těmito subjekty se do blockchainu uloží v rámci chytrého kontraktu. Tímto způsobem putuje zboží k lékárníkům a následně k zákazníkovi. Přehledný model této distribuce je interpretován na obrázku č. 3.3. [25]



Obr. 3.3 Model distribuce léků směrem k zákazníkovi s využitím blockchainu  
Zdroj: [25].

Spotřebitel je při využití blockchain technologie chráněn před padělkem, může si ověřit pravost zboží a porovnat jej se zdravotními nebo etickými štítky jako „Organický“, „Lokální“ atd. Současně odpadá složitý problém s identifikací označování léku, jelikož je možno v blockchainu pracovat s kompletní databází všech typů označení a ověření je tedy snadné a rychlé. Zásadním cílem aplikace platformy v distribuci léku je zamezení nedovolené manipulace s medikamenty a vymýcení produkce necertifikovaných, padělaných léčiv. Zisky z obchodů s nelegálními léky se v dlouhodobém hledisku staví výše než celosvětový prodej drog, a navíc produkce padělaných léků každoročně zabije až milion lidí a odhaduje se, že až 30 % léčiv pochází z nekalých činností. Velkou výzvou je udržení sledovatelnosti v případě přebalování palet a různých manipulací ve skladech. Databáze garantuje nesmazatelnost dat a farmaceutický průmysl posune na vyšší stupeň bezpečnostních standardů v rámci toku z továrny až k pacientovi při vynaložení mnohem menších nákladů. [25]

Zajímavé uplatnění nachází blockchain také ve sdílené dokumentaci pacientů. Zdravotní dokumentace pacientů je citlivou složkou a v současnosti neexistuje ucelená bezpečná databáze. Blockchain umožňuje shromažďování dat o pacientovi, které jsou v databázi zahashovány společně s identifikačním číslem pacienta. Pacient tak má přístup ke kompletním zdravotním údajům a v případě potřeby může přes blockchain sdílet své záznamy s libovolným lékařským subjektem. Data jsou chráněna proti přepsání, dají se pouze aktualizovat lékaři. Blockchain zde opět poskytuje přidanou hodnotu v podobě bezpečnosti a transparentnosti dat. [25]

### **3.3 Blockchain v potravinovém průmyslu**

Jednou ze společností z odvětví potravinářského průmyslu, jež se do projektu zapojila, je firma Nestlé. Tato potravinářská společnost spojila síly s firmou IBM a zahájila projekt, který používá blockchain k získání větší transparentnosti v potravinovém řetězci. Základem jsou platformy Food Trust či OpenSC, které fungují jako otevřené cloudové úložiště dat, což umožňuje komukoliv na světě posoudit kvalitu, původ a certifikaci dané potraviny. Implementace této technologie je důležitá, jelikož jsou známy případy, kdy se zákazníkům dostává na stůl potravina, která svou jakostí vůbec neodpovídá deklarovanému standardu a v horším případě dochází k otravě jídlem. Tato platforma má současně enviromentální dopad-zabraňuje plýtvání potravin a také jednodušeji identifikuje kontaminované druhy zboží, které je možno zpětně přes tok dat dohledat

a stáhnout z prodeje. Nestlé zavedlo možnost vysledování původu a samotného logistického toku potraviny přes QR kód, po jehož nascanování se o pravosti může koncový zákazník přesvědčit v systému připomínající „track and trace“ modul při sledování dodání zásilek u dopravců drobných zásilek. Do projektů potravinového blockchainu je již zapojeno spousta velkých firem, namátkou se jedná o společnosti Carrefour, Dole či Raw Seafoods. [26]

Blockchain má v rámci potravinového průmyslu i další využití v podobě sledování a bezpečnosti transportu teplotou kontrolovaného zboží. Tomuto problému se začala věnovat společnost Walmart, která používá technologii Hyperledger Fabric. Ta je schopna vysledovat údaj o aktuální přepravní teplotě zboží kdykoliv v průběhu jeho transportu a předchází tak kontaminaci mas a případně zkáže zboží ještě dříve, než dorazí do obchodu či ke koncovému zákazníkovi. Veškeré údaje jsou zahashovány do blockchainu a přístup k datům má výhradně firma a její partneři, kteří se na toku zboží podílejí. Ve zkratce můžeme říct, že blockchain umožňuje sledovat proces toku potraviny z „farmy až na vidličku“, což přehledně ilustruje obrázek 3.4. [26]



Obr. 3.4 Proces toku potraviny z "farmy na vidličku" ve společnosti Walmart  
Zdroj: [26].

### **3.4 Využití blockchainu společně s internetem věcí při komunikaci V2V**

System vozidlo – vozidlo (V2V) umožňuje komunikaci přímo mezi jednotlivými vozy. Každé vozidlo slouží jako přijímač i vysílač a kdykoliv, když přijme relevantní zprávu, ji rozešle dalším autům v dosahu. Hlavním účelem těchto komunikací je upozornění na stojící či pomalu jedoucí vozidlo, dopravní zácpy, nehody či vozidla Integrovaného záchranného sboru s právem přednostní jízdy k zásahu. Pro uplatnitelnost této konektivity je důležité, aby bylo co nejvíce vozů vybaveno jednotkami sloužícími pro výměnu dat mezi vozem a vozy ostatními či senzorem umístěným podél komunikace. Základním mechanismem, na kterém funguje bezdrátová výměna dat mezi dvěma vozidly, je síť VANTET. Vozy jsou zde chápány jako uzly, které mezi sebou komunikují bez nutnosti centrálního prvku. Síť je veřejná a skýtá tím pádem určitá rizika v tom, že dává možnost připojení nekalým účastníkům, kteří mohou ohrozit funkčnost komunikace, a to může mít fatální následky. Zmíněný nedostatek eliminuje blockchain, jehož propojení se sítí VANTET funguje následovně: všechna vozidla neboli uzly přispívají k důvěryhodnosti databáze tím, že v situaci, kdy vozidlo narazí na nehodu, vysílá zprávu vozidlům ve svém okolí. Vozidla zprávu ověří na základě důkazů o důvěryhodnosti zadávajícího vozu, umístění události, časového razítka atd. Pokud je zpráva uznána všemi účastníky v okruhu nehody, je brána jako relevantní a uzavírá se blok. Ten je následně rozšířen do sítě a k dispozici ostatním uživatelům, vše je samozřejmě kryptograficky zašifrováno. [27]

Do možnosti využití blockchainu v automobilovém průmyslu se zapojila v roce 2019 asijská automobilka Toyota. Myšlenka projektu je taková, že bude blockchain uplatňován v dodavatelském řetězci automotive, kde by měla být zpracovávána data od dodání komponentu přes výrobu až po distribuci. Od této databáze si společnost slibuje zlepšení efektivity a transparentnost dat například při prodeji vozu, kdy bude zákazníkovi poskytnut nezpochybnitelný soubor s historií vozidla. Samostatnou kapitolou jsou inteligentní vozidla a jejich propojení s blockchainem. Toyota plánuje testovat využití databáze společně s inteligentními vozidly u příležitosti vybudování Woven City, což je futuristické město, které se začalo stavět v roce 2021. Městečko bude plné robotů, chytrých domů, autonomních technologií, a právě zde bude mít implementace blockchainu své místo. [28]

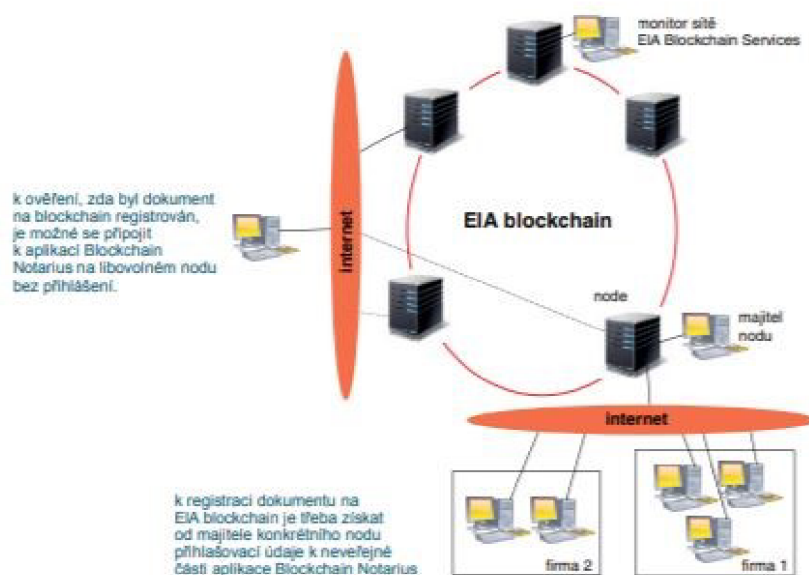


## 4 Technologie EIA blockchain a její využití

V ČR unikátní projekt EIA Blockchain bude v této práci stěžejním nástrojem pro návrh využití blockchainu v řešení logistických procesů v dané firmě. Jedná se o průmyslový blockchain, který slouží k ověřování pravosti dokumentů. Takzvaný konsorciovaný blockchain sdružuje servery, které umožňují ukládání dat do systému. K ověřování zápisů mají oprávnění pouze certifikované a prověřené společnosti, jimž byl přístup umožněn správcem systému. V této kapitole se budu věnovat teoretickému popisu fungování této databáze a současně doplním praktické poznatky nabitě při práci se zkušební verzí aplikace. Tuto kapitolu uzavřu zmínkou o EDI technologii, která má s technologií blockchainu podobné rysy, a bude to důležitý prvek pro model využití blockchainu v logistice, který budu prezentovat v závěrečné části práce.

### 4.1 EIA blockchain

Jedinečnost této technologie tkví v tom, že neexistuje centrální zřizovatel, platforma je veřejná, což je opačný případ, který je uplatňován např. firmou Maersk, jež si financování řeší po své ose. U EIA blockchainu funguje dobrovolné sdružení důvěryhodných subjektů, které vlastní takzvané nody, které jinými slovy reprezentují elektronický certifikát opravňující jejího majitele k operacím na blockchainu. Node lze chápat jako uzel v blockchainové síti, který je do sítě vkládán „ručně“, na základně ověření důvěryhodnosti. Každý subjekt-právní osoba smí vlastnit pouze jeden node. Toto je zajištěno hlavně z hlediska případných hackerských útoků, kdy nody vlastní ověření majitelé a je těžko myslitelné, že by případný hacker ovládl celou síť. Nody mohou oficiálně ověřovat a schvalovat veškeré dokumenty a smlouvy, sledovat toky zboží, ověřovat padělky. Správcovství sítě má na starosti centrální struktura EIA Blockchain services, která působí jako kontrolní mechanismus a poskytuje nodům podporu a nástroje pro práci s aplikacemi, avšak do samotného provozu nodů nezasahuje. Software příslušící každému nodu je nastaven tak, že na něm běží několik blockchainů v tzv. kanálech, kterých může být libovolné množství. Kanálem je samozřejmě i EIA blockchain, jež má, jak již bylo zmíněno správcovskou úlohu. Jednou z dalších funkcí této struktury je i simulace kybernetických napadení, které mohou případně odhalit slabiny v zabezpečení nodu. Na obrázku č. 4.1 je proces fungování EIA blockchainu přehledně interpretován. [29]



Obr. 4.1 Schéma blockchainové sítě v platformě EIA blockchain

Zdroj: [29].

Celý systém pracuje s aplikací Blockchain Notarius, o které se podrobně zmíním v další části této práce. Do projektu se již zapojily téměř tři desítky firem a institucí, mimo jiné si node opatřil i Svaz průmyslu a dopravy nebo Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Tato platforma slouží k trvalému využití firmám pro jejich podnikatelské projekty. Základní myšlenkou pro vznik systému ELA Blockchain services byla snaha o vytvoření nezávislé, důvěryhodné autority, která propojuje kontrakty v tuzemském i mezinárodním sektoru. [29]

Společnost ELA Blockchain services a.s. aktuálně prorazila i na asijském trhu, konkrétně v Taiwanu. Jedna z největších průmyslových firem této země využívá platformu WISE-Pass pro cloudová řešení průmyslových aplikací a od začátku roku je i EIA blockchain součástí této platformy. Aplikace je zde určena pro zákazníky v Asijsko-Pacifické oblasti, pro místní uživatele je, oproti podmínkám v naší zemi, aplikace placena. Současně je v procesu vývoje projekt sloužící k zajištění ochrany medicínských dat, na čemž si zejména v Japonsku společnost hodně zakládá. Průnik na asijský trh jasně demonstruje vytyčený cíl v podobě snahy o co největší rozšíření platformy, která by v ideálním případě byla schopná konkurovat velkým korporátním blockchainům, kde jsou veškeré operace řízeny pouze jedním subjektem. [29]

Společnost ELA Blockchain services a.s. dosáhla již prvního významného ocenění, když jí byla udělena Cena za Průmysl 4.0, kterou začal Svaz průmyslu udělovat v roce 2020. Bylo vybráno 5 projektů, které mohou sloužit jako inspirace pro podobně inovativní společnosti. Porota ocenila zejména to, že tato platforma otevře možnosti k využití blockchainu uživatelům ze státní i soukromé sféry, současně ocenila vysokou úroveň zabezpečení a její široké možnosti využití v Průmyslu 4.0. [29]

Při tvorbě této práce jsem spolupracoval se zástupci ELA Blockchain Services a.s. Jelikož situace nedovolila osobní setkání, využil jsem internetové video konference, kdy mi byl předsedou společnosti panem Ottou Havle prezentován základní proces fungování celé platformy, upřesněny možnosti využití a bylo mi odpovězeno na všechny potřebné dotazy. Užitečné dokumenty následně zaslala paní Věra Šmídová, která se mnou ochotně spolupracovala i při následných prosbách o doplnění materiálů, které uplatním v další části této diplomové práce. Sounáležitost zaměstnanců této společnosti byla pro tvorbu praktické části diplomové práce stěžejní. [29]

## **4.2 Proces fungování EIA blockchainu**

EIA blockchain pracuje se dvěma základními operacemi - registrací a ověřením digitálního souboru. Z výše popisovaných procesů by se mohlo zdát, že jsou do platformy ukládány i samotné dokumenty, což ovšem takto nefunguje. Ukládají se pouze hashe, které po ověření tvoří blok. Nody při procesu implementace bloku do blockchainu provedou tzv. endorsement, kdy dojde k výměně informací, které mají za úkol ověřit splnění bezpečnostních podmínek a následně blok zařadit do systému. Tento krok se projeví ve všech nodech a při dalších bezpečnostních operacích dojde vzájemně mezi nody k ověření a hash je navěky zapsán v několika kopiích (dle počtu nodů), do blockchainu. Bez fyzické přítomnosti dokumentu je tedy zřejmé, že hlavní funkcí EIA blockchainu je ověření, zda byl příslušný dokument do systému vložen. Znamená to, že mezi dvěma stranami dojde k výměně konkrétního dokumentu a současně k jeho zapsání do systému, příjemce je schopen si zpětně vypočítat hash a po jeho zadání ověřit, zda se v blockchainu nachází. Pokud je dokument v nezměněné podobě, je jisté, že je nalezen. V případě, že došlo k jeho, byť minimální, korekci, je hash vyhodnocen tak, že není možné ho spárovat s původně vloženým. [29]

### 4.3 Aplikace Blockchain Notarius

Jedná se o chráněnou obchodní značku, se kterou pracují všechny nody v EIA blockchain síti zaregistrované. Dělí se na dvě části:

- **veřejná část** slouží zejména k ověření souboru, je přístupná všem a majitel nodu je povinen ji poskytovat zdarma,
- **neveřejná část** umožňuje registraci libovolného datového souboru, přístup do ní má majitel nodu a osoby, které od něj dostaly oprávnění.

Aplikace slouží k zaregistrování datových souborů do blockchainu a jejich následnému ověření totožnosti s registrovaným originálem. Uživatelské prostředí je řešeno jednoduchou formou: pro registraci i ověření dokumentu či několika dokumentů v případě několikastránkového souboru stačí přetáhnout ikonu do příslušného okna k tomu určenému nebo zapsání hashe do textového řádku. Společně s vloženými daty lze připojit i různá veřejná nebo soukromá metadata sloužící k lepší identifikaci pro druhou stranu.

Do aplikace lze vkládat širokou škálu datových souborů: klasické textové dokumenty v PDF souboru, digitální fotografie, smlouvy, audio i video záznamy, certifikáty kvality, dokonce i ofocenou smlouvu. Existují však i problémy, se kterými si zatím Blockchain Notarius poradit nedokáže. Jedná se o to, že součástí souborů jsou určitá metadata, která nemusí být viditelná, např. datum posledního otevření. Pokud se do souboru přihlásíme i po zaregistrování dat, může to systém vyhodnotit jako změnu, čímž se změní hash a uživatelé se shodnost nepotvrdí. Neshodná může být i fotografie, které je nahrána a následně ověřována v komprimované podobě. Tomuto nedostatku se musí společnost ještě věnovat. [29]

#### 4.3.1 Kybernetická bezpečnost aplikace Blockchain Notarius

Jelikož Blockchain Notarius nepřijímá žádná konkrétní data, jsou pro potenciální kybernetický útok možné tyto varianty:

- zničení obsahu blockchainu,
- falšování bloku při registraci,
- falšování při ověřování dat.

Zničení obsahu je téměř vyloučeno. Nody spolu vzájemně komunikují a ev. útok na všechny naráz by byl tak technicky a energeticky náročný, že by se potenciálnímu

útočníkovi nemohl v žádném případě vyplatit. Částečně reálná je hrozba zmanipulování registrace, kdy může být útočníkem předložen jiný hash než ten, který byl vygenerován aplikací. Vše lze ale relativně bezpečně vysledovat ještě před vznikem hrozby ověřením na několika nodech v síti, což útočník nemůže odhalit. [29]

#### **4.3.2 Teoretické možnosti využití aplikace Blockchain Notarius**

Výhodou aplikace a blockchainu jako takového je, že možnosti jeho použití jsou velmi rozsáhlé, jelikož práce s daty je v současné době ve světě využívána ve všech odvětvích. V této podkapitole nastíním několik variant pro potenciální uživatele této aplikace.

- **Interní podnikové dokumenty**

Důležité dokumenty v rámci podnikového sektoru jsou ukládány do cloudů nebo na firemních serverech. Je třeba je chránit proti zneužití a v tomto je Blockchain Notarius ideální variantou. Data musí být ukládána jako neveřejná, aby k nim měli přístup pouze interní pracovníci.

- **Veřejné firemní dokumenty**

Pro registraci veřejných dokumentů platí stejný postup jako u interních, ovšem metadata jsou veřejná a obsahují informace o tom, kde byl dokument uložen, a dá se zjistit i přesný údaj o tom, kdy byla data do blockchainu vložena.

- **Registrace autorského díla**

Zabezpečení autorských děl je důležitým prvkem pro umělce nebo designéry. Blockchain Notarius slouží k uložení díla v jakékoliv fázi jeho rozpracování, v případě ověřování existence díla je soubor bezpečně uložen a majitel tak může prokázat jeho existenci.

- **Uzavření smlouvy na dálku**

Při schvalování smluv mezi zahraničními partnery pracuje Blockchain Notarius se zabezpečením vylepšeným o ID a PIN. Po odeslání smlouvy dojde k předběžnému odsouhlasení druhou stranou. Poté je smlouva zadána do blockchainu a vygenerovány dva zmíněné bezpečnostní prvky. Tyto prvky je nutno odeslat příjemci formou e-mailu či SMS. Jakmile se partner přihlásí do sítě, ověří totožnost smlouvy pomocí ID a následně schválí smlouvu vyplněním PINu. Navíc je možno do pole metadat doplnit případné výhrady. [29]

## **4.4 Projekty EIA blockchainu v době koronavirové pandemie**

V následující části práce představím dva projekty, kterými se EIA blockchain zabýval nebo stále zabývá. Oba se týkají aktuálního tématu, kterým je pandemie koronaviru. Ta postihla svět začátkem roku 2020 a bohužel trvá do současnosti.

### **4.4.1 Projekt evidence vyhodnocených testů v blockchainu**

Prvním projektem je evidence testů na COVID-19 v prostředí blockchain databáze. Celý proces začíná tím, že si osoba udělá koronavirový test, který je následně, současně se jménem a rodným číslem dané osoby, postoupen příslušné laboratoři. Jakmile je výsledek vyhodnocen, je do blockchainového prostředí zadán údaj - negativní/pozitivní a pro lepší identifikaci i jméno a rodné číslo. Tato data jsou však soukromá a systém vše vyhodnotí tak, že pro ně vytvoří otisk digitálních dat, který, jak známo, nelze vytvořit původními daty a který bude pevně uzamčen v blockchainu. Hash tedy společně s údajem o výsledku testu dohromady vytvoří blok. V klasickém případě by blok měl být schválen ostatními nody a zaevidován na konec blockchainu, tento projekt však počítá s menší obměnou. Jedná se o to, že není úplně reálné, aby měly všechny laboratoře svůj node pro evidenci testů. Pracovalo by se tedy s variantou pouze jednoho centrálního serveru, který by všechna data shromažďoval. Příslušný software by vyhledal, jaký node data reprezentuje a přiřadí je ke správné laboratoři. Následně budou údaje přečteny unikátním konverzním modulem, který vše bezpečně uloží do blockchainu. Vstupní data software následně vymaže, ta budou uložena pouze v blockchainové databázi. Při vstupu nové laboratoře bude třeba pouze naprogramovat a zařadit nový modul. Tento zavedený postup bude samozřejmě aplikovatelný pouze pro osoby s internetovým připojením, pro klienty, kteří tuto možnost nemají, bude zavedeno call centrum, které údaje zadá do systému. [30]

V případě, že si příslušná osoba bude chtít ověřit výsledky testu, nabídne EIA blockchain aplikaci pro tyto účely určenou. Klient vyplní své jméno, rodné číslo, případně pin nebo heslo, které obdržel od příslušné laboratoře. Po potvrzení se otevře okno s výsledkem testu a pokud bude příslušnou laboratoří do blockchainu zapsán příslušný komentář, dostane se klient ke všem potřebným údajům. Fiktivní příklad výstupu informací pro testovanou osobu je prezentován na obrázku č. 4.2. [30]

Nalezené výsledky:		
<b>Jan Novák, RČ: 5609120967.</b>		
Datum testu	Výsledek	Poznámka
02.04.2020	Negativní	Tímto potvrzujeme provedení testu pro uvedeného klienta . Datum testu : 02.04.2020 , Číslo testu: C-2345/21 . Test provedl: Eva Novotná. Výsledek testu : Negativní

Obr. 4.2 Výstup informací z aplikace pro evidenci testů koronaviru v blockchainu

Zdroj: [30].

Společnost ELA Blockchain services a.s. dle svých zdrojů tento projekt zatím nerealizovala, ale v případě jeho implementace je připravena celou softwarovou infrastrukturu laboratořím nabídnout. Po zavedení tohoto systému by laboratoře nemusely měnit své procesy ani inovovat svoje interní procesy. Reálné připojení laboratoří je společnost schopna zajistit během několika dnů. Využití je pak možno vylepšit dle požadavků zákazníků, např. převést hash do formátu QR kódu, odpadne tak vyplňování potřebných údajů a klient pouze přiloží kód ke čtečce. Systém také dokáže spolupracovat s elektronickým občanským průkazem. K evidenci není třeba nahrávat žádná data, ověřovací místo si z něho vezme pouze osobní údaje. [30]

#### 4.4.2 Projekt ověření prohlášení o bezinfekčnosti

Pandemie koronaviru značně zkomplikovala situaci zaměstnavatelům, kteří musejí řešit, jak ochránit své zaměstnance. Jde o to, že je třeba zajistit nebo alespoň minimalizovat riziko, že se v prostředí firmy pohybuje někdo, kdo nemá ověřeno, že není nějakým způsobem infekční nebo zda se nedostal do kontaktu s takovou osobou. Prostředí blockchainu, jež nabízí společnost ELA Blockchain services a.s., je pro tento účel projekt ideální volbou. V současnosti vznikla spojením výše zmíněné firmy v konfrontaci se Svazem průmyslu a dopravy funkční aplikace, která je pro účel monitorování a prevence šíření nákazy u vlastních pracovníků firmám k dispozici. Pro interpretaci využití této aplikace mi posloužily materiály od pana Ondřeje Ferduse, ředitele Svazu průmyslu a dopravy. [30]

Jedním z hlavních důvodů, který firmám přinese výhodu je ten, že elektronická forma vyplnění čestného prohlášení o bezinfekčnosti značně urychlí celý proces a předejde náročné administrativě, jež by byla v případě využití papírové formy značná. Jedna z prvních firem, která se do projektu zapojila je brněnská Enbra, a.s. - specialista na topení, chlazení a měření spotřeby vody. Společnost si pochvaluje, že proces

digitálního prohlášení o bezinfekčnosti eliminuje prostoje při příchodu zaměstnanců, a navíc se vyřešilo i zabezpečení případných schůzek zaměstnanců mimo firmu. Enbra, a.s. totiž tento způsob potvrzení požaduje i po pracovnících mimo firmu a také po zákaznících, kteří přichází se zaměstnanci firmy do styku. Tímto je možnost nákazy eliminována na minimální možnou hodnotu. Stejně jako u předchozího projektu je využívána i technologie QR kódů. [30]

Princip fungování aplikace je poměrně jednoduchý, vyžaduje pouze několik následujících kroků, které musí zaměstnanec před vstupem do zaměstnání udělat:

- 1) Vyplnit jméno, příjmení a PIN, který mu byl přidělen zaměstnavatelem. V případě externího pracovníka i číslo občanského průkazu.
- 2) Potvrdit několik definovaných bodů, které jasně vyloučí, že by byl tento člověk infekční. Obrázek č. 4.3.
- 3) Vše potvrdí a údaj se uloží do systému.

Nutno dodat, že data jsou ukládána do blockchainu, tím pádem je vytvořen hash a záznam tedy neobsahuje žádné viditelné informace, pouze 64 hexadecimálních znaků.

**ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Já, níže podepsaný, čestně prohlašuji, že nemám

- nařízenou karanténu
- tělesnou teplotu vyšší než 37,5°C
- rýmu, často nekýchám ani jsem dočasně neztratil chuť či čich
- kašel zejména suchý, který se objevil nově, necítím nově dušnost
- pocit, jako bych měl chřipku, necítím se slabý, bolesti kloubů

Zúčastním se jednání/ Budu jednat s (jméno zaměstnance Svazu) :

Jméno:

Podpis:

Obr. 4.3 Prostředí aplikace sloužící pro potvrzení o bezinfekčnosti zaměstnance

Zdroj: [29].

Zpětné ověření údajů je možno dohledat jednoduchým způsobem. Jelikož se však jedná o citlivé informace, přístup má pouze pověřený pracovník. Příslušná osoba se po zadání jména, příjmení a data návštěvy dostane na stránku, která zobrazuje přesný čas evidence prohlášení, jméno zaměstnance, text prohlášení a podpis, kterým každá osoba stvrzuje



platnost prohlášení při zadávání do tabletu. Pro účely evidence si příslušný personalista může data stáhnout ve formátu PDF, což interpretuje obrázek č. 4.4. [30]

SP SVAZ PRŮMYSLU A DOPRAVY  
ČESKÉ REPUBLIKY

ZPĚT

Vyhledávání pro: Jméno návštěvy: XY ZY; Jméno návštěvy: Test Testovací; Datum od: 24-09-2020; Datum do: 24-09-2020;

STÁHNOUT SEZNAM

Čas	Jméno návštěvníka	Číslo OP návštěvníka	Jméno zaměstnance	Prohlášení	Podpis	
24.09.2020 (07:27:00)	XY ZY	1111	Test Testovací	ČESTNĚ PROHLÁŠENÍ Já, níže podepsaný, čestně prohlašuji, že nemám nařízenou karanténu tělesnou teplotu vyšší než 37,5°C rýmu, často nekýchám ani jsem dočasně neztratil chuť či čich kašel zejména suchý, který se objevil nově, necítím nově dušnost pocit, jako bych měl chřipku, necítím se slabý, bolesti kloubů		STÁHNOUT PDF

Obr. 4.4 Ověření zadaných údajů zaměstnanců společnosti

Zdroj: [30].

Potenciálním firmám, které by měly o aplikaci zájem, přináší v této nelehké době EIA blockchain možnost vést svůj podnik v režimu, jež de facto vylučuje šanci, že by byli zaměstnanci vystaveni koronaviru v rámci pracovních kontaktů. Pokud člověk jeví známky nákazy, není do firmy vpuštěn a není tak narušena plynulost chodu firmy. Toto ověření přispěje k ochraně pracovníků a současně i k bezpečnosti vložených dat, které budou nezfalšovatelně uloženy do platformy. [30]

## 4.5 Popis fungování aplikace Blockchain Notarius

Pro účely vypracování této práce mi byla zaměstnanci společnosti ELA Blockchain Services a.s. zpřístupněna možnost přihlášení se do zkušební verze privátní části aplikace Blockchain Notarius, která funguje na uzlu blockchainové databáze na webovém odkazu [blockchainsandbox.elachain.cz](http://blockchainsandbox.elachain.cz). Aplikace má dvě základní části:

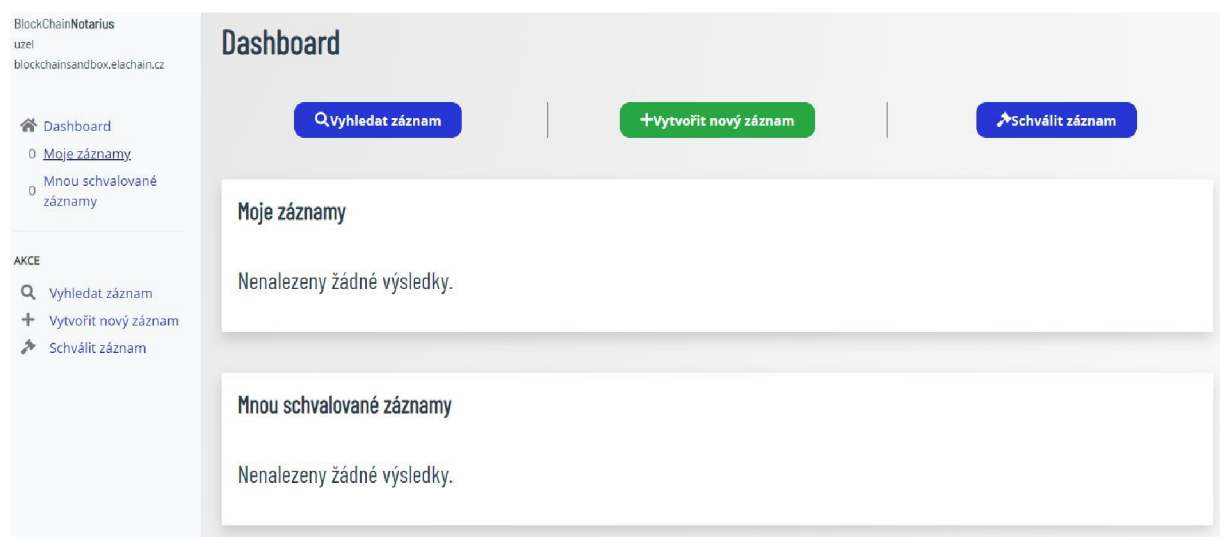
### Veřejná část

Do tohoto prostředí je možno se přihlásit z webu [elachain.cz](http://elachain.cz). Slouží pouze k vyhledávání záznamů dle definovaného ID, což je textový řetězec, který je automaticky generován aplikací. Existují tři možnosti, jak v této části pracovat. První možností je ověření si totožnost vložených dat přímo z PC, kdy je systém schopen vyhodnotit shodnost

souboru a tím vypočítat shodný hash. Další variantou je ověření záznamu pomocí vypočteného hashe a poslední možností je zadání známého ID. Podrobnější návod, jakým způsobem tyto typy ověření v aplikaci fungují, budu popisovat v následujícím odstavci. Nutno podotknout, že z hlediska kontrolního slouží tato sekce dostatečně, nicméně nelze žádným způsobem manipulovat s daty, což je výsadním právem části soukromé. [30]

## Soukromá část

Pro lepší orientaci v této sekci, která je stěžejním pracovním prostředím pro praktickou část mojí diplomové práce, vkládám obrázek č. 4.5, kde je zachyceno úvodní menu aplikace Blockchain Notarius, ze kterého vychází veškeré kroky potřebné k práci s touto zkušební verzí blockchainové aplikace.



Obr. 4.5 Základní menu platformy Blockchain Notarius

Zdroj: [30].

Prvním krokem je přihlášení se do aplikace, která funguje klasicky přes zadání e-mailové adresy a soukromého hesla. Na levém panelu základní obrazovky jsou k výběru:

1. **Moje záznamy** zobrazující všechny záznamy (vložená data) mnou vytvořené.
2. **Mnou schvalované záznamy** zobrazující seznam mnou schválených záznamů.
3. **AKCE** zahrnuje tři možnosti výběru, kterými jsou vyhledání, vytvoření a schválení záznamu.

## Vyhledání a ověření záznamu pomocí souboru z PC

Následně podrobně vysvětlím postupy, které jsou shodné i pro veřejnou část. Ověření záznamu pomocí souboru uloženého v PC probíhá otevřením daného souboru v Průzkumníku operačního systému v sekci vyhledat záznam. Po vložení se objeví název

souboru a současně i vypočtený hash. Pro porovnání stačí pomocí ikony vyhledat záznam najít případnou shodu, která je již v blockchainu vedena. [30]

### **Vyhledání a ověření záznamu pomocí hashe**

Ověření souboru pomocí hashe probíhá v aplikaci automaticky, pokud bych chtěl využít výpočet mimo tuto formu, musel bych použít externí program pracující s algoritmem SH-256, ten vytváří otisk o délce 256 bitů. V aplikaci pracuji s položkou vyhledat záznam, tentokrát je nutno vybrat položku zadat hashkód, vyplním známý otisk a tím přidat soubor. Pokud je kód špatný, otevře se prázdná obrazovka, pokud je správný, naleznou zde kompletní informace o blockchainovém záznamu, který jsem sám vytvořil nebo by mi byl poslán další osobou. [30]

### **Vyhledání záznamu pomocí ID**

Vyhledání záznamu pomocí známého ID realizuji opět v sekci vyhledat záznam, kde po jeho vyplnění nebo nakopírování soubor naleznou či nikoliv, dle platnosti vepsaného ID. Toto prozkoumání jako jediné nemá funkci ověření, jelikož záznam poskytuje pouze informaci o tom, zda se v blockchainu tato data nacházejí, není však ověřen hash. [30]

Vysvětlením těchto tří postupů jsem částečně nastínil i vkládání dat do aplikace, které probíhá obdobnou formou. Použiji výběr vytvořit záznam, který nabízí několik variant. Základní variantou je vložení dokumentu z PC, současně mohu vložit i několik souborů dohromady buď postupným vkládáním jednoho po druhém, nebo přes vytvořené hashe. V případě, že je vkládání dat nastaveno tak, že existuje možnost registrace až po schválení jiným účastníkem, musím před spuštěním dokumentu zapnout přepínač Povolit schvalování dokumentu. Druhá strana pak musí obdržet nějakým bezpečným způsobem ID záznamu a PIN, pomocí kterých provede schválení. Samotné schvalování lze provést na kterémkoliv nodu sítě, musí jít o soukromou část a nelze, aby ho provedl uživatel, který záznam vytvořil. [30]

### **Metadata**

Samostatnou kapitolou, která je společná pro všechny tři zmíněné postupy, jsou metadata. Jedná se o upřesňující záznamy, které mají nepovinný charakter, nicméně uživatelům aplikace říkají něco bližšího o vložených souborech. Jelikož v blockchainu nejsou vložená data přímo dohledatelná, je tato varianta zápisu informací velmi důležitá. Metadata jsou určena výhradně pro uživatele registrované v privátní části. Pokud chce

uživatel zpřístupnit obsah dat pro ostatní, musí ho označit jako veřejný, jelikož soukromý záznam je viditelný pouze osobě, které metadata vytvářela. [30]

Do záznamu uvedu jeho název, tím odliším, zda se jedná o typ souboru nebo např. o smlouvu. Další část je vyhrazena pro vyplnění ID1 nebo i ID2, což jsou identifikační čísla, které však nejsou totožná s již zmíněným ID. Tato čísla slouží pouze jako další rozšíření metadat a mohu do nich uvést například číslo smlouvy, objednávky či jiný upřesňující údaj. Poslední je okno anotace, které je koncipováno na 500 znaků a zde doplním zbylé důležité údaje o datech, které předchozí možnosti neumožňovaly. [30]

Proces vyhledávání podle metadat je obohacen o kolonky s datumem, současně také o možnost nalézt autora dokumentu, či podnik, kde je uživatel zaměstnán. Mohu vyhledávat i podle typu uzlu, ve kterém byl dokument vkládán. Vyhledávání je úspěšné pouze v případě, že zadám přesné hodnoty, jakákoliv odchylka znemožní získat úspěšný výsledek. V momentu, kdy zadávám několik vyhledávacích hodnot najednou, je přesnost obzvláště důležitá. Opět platí, že vyhledávání nenahrazuje proces schvalování, k tomu je určena samostatná sekce aplikace.

Po vyzkoušení funkčnosti aplikace musím konstatovat, že je nastavena uživatelsky přívětivou formou. Nejsou zde zbytečné kroky navíc, vše je přímočaré a přehledné. V případě nejasností je na webových stránkách elachain.cz podrobný, dobře propracovaný návod. [30]

#### **4.6 EDI – Elektronická výměna dat**

Jedná se o způsob komunikace, který je hojně využíván v procesech dodavatelského řetězce i průmyslu jako takového. Ač je tato technologie stará již přes 40 let, stále má svoje využití, jelikož reaguje na pokrok v oblasti digitální transformace. Firmám tak poskytuje mnohé benefity, zejména z hlediska zvýšení efektivity a úspory nákladů. V prostředí fungování dodavatelského řetězce je snaha o minimalizování manuálního vkládání dat, naopak jde o snahu se co nejvíce věnovat bezpapírovým transakcím, což EDI ve svém vývoji zachycuje, a tak je logistickými firmami hojně využívána.

Do diplomové práce jsem toto téma zařadil z hlediska určité paralely s fungováním platformy blockchain a současně proto, že jsem se s EDI setkal v rámci svého zaměstnání, a využiji její vlastnosti při konstrukci praktické části. Hlavním principem EDI je výměna

elektronických obchodních dokumentů mezi partnery. Prostředí pro fungování EDI je zajištěno buď formou samostatného informačního systému, který je nastaven pro správu dat dle požadavků firmy nebo je možno tuto technologii implementovat přímo do již zavedeného pracovního prostředí dané firmy, což je varianta, se kterou jsem se setkal já. Současně, pokud je ve firmě více procesů a její fungování je založeno na několika informačních systémech, dokáže EDI tyto propojit navzájem.

#### **4.6.1 Formáty EDI**

V rámci komunikačního rozhraní mezi informačními systémy má EDI zaveden jednotný formát pro uspořádání přenášených dat. Dokumenty sdílené v tomto prostředí obsahují stejná data, která obsahuje i běžná papírová forma. Nejpoužívanějším formátem je XML, jež podléhá mezinárodním normám UN/EDIFACT. Formát zapisuje různá data a jejich význam tak, že jsou informační systémy okamžitě schopny je přečíst a zaevidovat. Výhodou tohoto formátu je jeho univerzálnost, který není vázán s žádnou technologií a může být otevřen v různých textových editorech. [31]

#### **4.6.2 Základní funkce EDI**

Data jsou vytvořena a konsolidována do určitého bloku a odeslána. Blok je u adresáta rozdělen do příslušných polí, např. ve faktuře. Soubor zaslaných dat může být brán jako oficiální dokument, jelikož se může párovat s elektronickým podpisem, čímž stvrdí svou platnost. Základní formou je odeslání a příjem objednávky, v logistice nejčastěji mezi dodavatelem a výrobcem. Po příjmu objednávky má dodavatel tři možnosti – objednávku potvrdit, odmítnout nebo částečně potvrdit. Poslední varianta následně dává výrobcí zpětnou vazbu, na kterou může reagovat výběrem jiné položky, ta po dodatečném schválení dokompletuje celou dodávku. Podobné je fungování přenosu faktur, které jsou přehledně evidovány a schvalovány druhou stranou, vše je bezpečné a nehrozí možnost, že se tento důležitý dokument ztratí v e-mailové komunikaci. Rozsah možnosti aplikování EDI je opravdu široký, v rámci skladových logistických procesů lze výměnu použít například při:

- příjmu, naskladnění a procesu přebalování zboží,
- inventuře,
- manipulačních a skladových pohybech apod. [31]

### **4.6.3 Vzájemná interakce EDI a Blockchainu**

U těchto dvou technologií by mohla vyvstat otázka, zda si nebudou vzájemně konkurovat. Při bližším prozkoumání fakt dojdeme k závěru, že tomu tak není. Naopak, společnosti by mohly z této fúze těžit. Jde o to, že EDI samo o sobě, jak již bylo zmíněno, poskytuje výměnu ověřených dat. Tento fakt nahrává tomu, že blockchain by EDI soubory mohl bez problému ukládat do bloků a pracovat s nimi v rámci inteligentních smluv či klasického sdílení a ověřování. Jednou ze základních vlastností blockchainu je transparentnost, což je zásadní rozdíl od EDI, která pracuje na bázi vztahu B2B, což je prostředí, ve kterém jsou sdílena data pouze mezi obchodními partnery a nejsou žádným způsobem transparentní. Pokud bychom se bavili o aplikaci EDI společně s blockchainem do logistických procesů dodavatelského řetězce, byla by transparentnost a dohledatelnost dat na prvním místě. Druhou výzvou je, že v případě aplikace EDI do firem dochází k poměrně nákladným softwarovým vylepšením podnikových informačních systémů, což by při propojení široké škály dodavatelů, technologií a dat napříč různými společnostmi v rámci dodavatelské sítě nedávalo finančně moc smysl. Současně je značně komplikované fungovat s partnery, kteří nezačlenili EDI do svého portfolia. Zde by mohl dobře zafungovat decentralizovaný systém blockchainu, který je schopen propojit všechny zúčastněné subjekty za poměrně nenákladných podmínek. Funkce blockchainu by se tedy mohla stát stěžejní z již zmíněných důvodů a současně by došlo k zabezpečení toku dat, které je této platformě vlastní. Systém EDI by mohl víceméně fungovat standardní formou, nicméně by pomocí blockchainu obsáhl celý logistický řetězec. [32]

## **5 Návrh využití aplikace Blockchain Notarius v procesech vybrané firmy**

Společnost Austromar spol. s r.o. (dále jen Austromar), ve které pracuji, se pohybuje v odvětví námořních přeprav, což je druh dopravy, který je nejvíce spojen s přenosem dat a informací. Tento fakt mě přivedl k tomu, že by zde využití blockchainové technologie jistě našlo uplatnění. Tuto kapitolu budu věnovat modelovému zobrazení toku námořní zásilky od odesilatele až k objednateli zboží za použití technologie blockchainu. Nejdříve představím firmu a nastíním základní procesy při realizaci námořní přepravy, následně bude popsáno fungování EDI v systému firmy a proces objednávání pozemních přeprav. Poslední dvě zmíněné funkce pak modelově propojím a navrhnu implementaci aplikace blockchainu do celého procesu.

### **5.1 Představení společnosti**

Austromar je firma rakouských vlastníků působící na trhu od roku 1994. Vystupuje jako agent nabízející zejména spedičním společnostem veškeré druhy námořních přeprav a souvisejících služeb. Kromě rakouské základny sídlí i v ČR, na Slovensku a v Maďarsku. Pobočka v ČR má zhruba 50 zaměstnanců rozdělených do sekcí celokontejnerových přeprav, sběrné služby, pozemních přeprav, finančního oddělení a dokumentace. Velkou výhodou je lokace firmy v pražské Uhřetěvsi, kde přímo sousedí s kombinovaným překladištěm společnosti Metrans a.s. a partnerským skladem A1 Transport&Logistics, který poskytuje i celní služby. Do jednoho místa jsou tak soustředěny uzly, které na sebe přesně navazují v posloupnosti toku zásilek. Společnost A1 Transport&Logistics navíc vlastní dva sklady - jeden v Uhřetěvsi a druhý v obci Šenov u Ostravy. Austromar má s oběma sklady navázán úzký kontakt. Z hlediska pozemní přepravy je pražským depem obsluhována část republiky v rádiu zhruba do 200 km, do zbývajících „moravské sekce“ je zboží rozváženo ze skladu v Šenově. Fungují také pravidelné linky, které pendlují mezi oběma sklady. V případě trasy směrem do Šenova je to kvůli přiblížení zásilek na moravskou stranu, opačný směr slouží k převozu zboží od moravských zákazníků na terminál do Prahy, kde je se zbožím manipulováno a zabaleno do kontejnerů, které pokračují námořní exportní cestou. [33]

Námořní přepravy je společnost schopna zrealizovat ze všech světadílů, nejvíce je zastoupena Asie, kde spolupracuje s agenty z významných přístavů v Číně, Japonsku,

Singapuru, Srí Lanky, Pákistánu a dalších. Záběr není pouze na námořní dopravu. V posledních letech firma zintenzivňuje služby vlakových přeprav, také hlavně z Asie, a disponuje i sektorem letecké dopravy. [33]

V této kapitole bude představen základní postup při procesu zprostředkování dodání zásilky v importním směru, tzn. ze zahraničí až k finálnímu příjemci. Tento postup bude rozdělen na fázi zprostředkování námořní přepravy a následně na doručení zásilky pozemní přepravou. Do procesů námořní přepravy je aktuálně částečně zapojen již zmíněný přenos EDI, ke kterému zapracuji podporu blockchainu. Z hlediska pozemní dopravy vidím nedostatek v nezabezpečeném toku objednávek směrem k dopravci, kdy vše funguje pouze na bázi výměny e-mailové pošty. Tento systém však nese značná rizika. Celý proces bych rád propojil s aplikací Blockchain Notarius, kde by docházelo k záznamu všech dokumentů a objednávek na cestě zásilky. [33]

## **5.2 Procesy realizované v námořním sektoru**

Pro modelovou situaci jsem si vybral konkrétní zásilku z čínské Šanghaje do společnosti se spojovacím materiálem ve Zlíně, která byla realizována v průběhu roku 2021. Zásadním prostředníkem pro organizaci přepravy je námořní agent, který poskytuje námořní spediční služby, a pověřený člověk v naší firmě s ním je po celou dobu přepravy v kontaktu. Současně, jelikož naše společnost vystupuje jako zprostředkovatel služeb, je nutno komunikovat s příslušnou spedicí v ČR, která je objednatelem přepravy. V tomto případě došlo k prvnímu kontaktu v průběhu ledna, kdy byla objednávka přepravy ze spediční firmy dále postoupena agentovi Globelink Šanghaj. Byla dohodnuta cena, která se skládá z několika částí, kdy zásadní je cena přepravy, která se řídí nastavenými tarify, současně je započtena cena za služby Austromaru a další nutné poplatky. U této zásilky byla domluvena dodací podmínka FOB, kdy po nalodění zboží přebírá veškerou zodpovědnost příjemce, který svěřil povinnost doručení zboží na spedici, resp. na prostředníka - Austromar. Následné kroky budou popsány v následujících bodech:

1. Po potvrzení objednávky se agent spojí s odesilatelem zboží, domluví termín vyzvednutí a naložení zásilky na loď. Austromar má následně povinnost avizovat spedici termín doplutí lodi.
2. Zásilka se nalodí a zhruba týden poté přichází od agenta ze Šanghaje podstatné dokumenty – Bill Of Lading, faktura a packing list. Současně dostává zprostředkovatel informaci o aktuálním datu doplutí a názvu lodě.



3. Zmíněné dokumenty včetně aktualizovaných informací o datu příplutí se expedici zasílají 14 dní před doplutím lodě do přístavu, v tomto případě se jednalo o Hamburg. V řešení je i proclení zásilky do volného oběhu po doplutí, které je svěřeno celní deklaraci A1 Transport&Logistics. Pro tuto potřebu musí expedice dodat příslušné dovozní dispozice s vyplněným popisem zboží a dalšími potřebnými údaji.
4. Týden před doplutím zásilky do přístavu se objednává vlaková přeprava u společnosti Metrans a.s., která zásilku dopraví na terminál do Uhřetěvsi.
5. Po příjezdu do Prahy je kontejner přistaven ke skladu A1 Transport&Logistics, který zajistí potřebnou manipulaci se zbožím. Jakmile je konkrétní zásilka vyložena, je možno začít celní řízení, které může mít tři podoby: jednotný správní doklad (JSD), kdy je proclení zboží svěřeno deklaraci A1 Transport&Logistics, společné celní prohlášení (SCP), které si zajišťuje expedice či příjemce, a tranzitní doklad (T1), který opravňuje pozemního dopravce k jízdě s celním zbožím, které je následně odbaveno na příslušném celním úřadě, zpravidla nedaleko místa dodání zásilky,
6. Finálním krokem je samotné dodání zásilky sjednané s autodopravcem.

Popsaný proces je zjednodušenou formou technologického postupu dopravy námořní zásilky. Pro moji práci je podstatný hlavně tok zmíněných dokumentů a je namístě vysvětlit funkci těch, které budou pro následnou modelovou situaci důležité. [33]

**Bill Of Lading (B/L)** – jedná se o potvrzení o převzetí zboží k přepravě, z právního hlediska je B/L považován za cenný papír. Kdo ho vlastní, má právo disponovat se zbožím. V systémovém prostředí firmy Austromar je to jediný dokument, který je zasílán EDI technologií do firemního informačního systému.

**Packing list** – je seznam všech zásilek, které se nacházejí v daném kontejneru. V režimu sběrné služby jich může být libovolné množství, dle kapacity nákladové jednoty. Do tabulkového seznamu je zadáno číslo zásilky, příslušný zpracovatelský servis, v tomto případě ISha (import Šanghaj), anglický název zboží, jméno expedice, rozměry a počet nákladových kusů a na posledním místě zařazení do skupiny komodit pro celní řízení. Je důležité, aby dokument putoval společně se zásilkou pro případnou identifikaci. V cílovém místě slouží pro jednodušší rozdělení zboží po vyložení.

**Obchodní faktura** – je dokument vystavovaný odesílatelem, který obsahuje adresy zúčastněných stran, základní popis zboží a jeho hodnotu. Fakturu v určitých případech

mohou využít celní deklaranti ke stanovení cla a bez ní následně nemůže zásilka dorazit k příjemci.

**Tranzitní doklad T1** – význam dokumentu již byl vysvětlen, pro doplnění je nutno dodat, že tento doklad vystavuje deklarace A1 Transport&Logistics a ke zhotovení dochází v momentě, kdy se řidič, který vyzvedává danou zásilku, přihlásí na skladě. Tranzitní doklad je odeslán spedičce automaticky přes informační systém. Spediční firma jej předisponuje příslušné celní deklaraci, která provede celní řízení. Na T1 jsou uvedeny rozměrové a hmotnostní údaje o zásilce, SPZ vozu, referenční číslo, zařazení zboží do příslušné komoditní skupiny a ostatní údaje potřebné k průběhu celní. [33]

### **5.3 Využití EDI v informačním systému společnosti**

Je nutno říci, že elektronická výměna dat je ve firmě zavedena teprve od začátku tohoto roku. Testovací režim proběhl úspěšně, a tak je tato technologie používána v běžném režimu firmy. Již teď je jasné, že se daří zjednodušovat práci zaměstnancům, kteří data doposud zadávali ručně. Bylo mi však vysvětleno, že proces má své nedostatky. Jak jsem již zmínil, EDI je využívána pro přenos B/L, tedy cenného papíru, který obsahuje stěžejní data důležitá k přepravě. Údaje musejí perfektně sedět, jinak si s nimi systém neporadí, a toto závisí na práci příslušného zaměstnance na straně námořního agenta. Občas tedy dojde k nedopatřením, nicméně v rozhodnutí zabudovat tuto technologii firma určitě neudělala špatný krok a do budoucna bude působit velmi pozitivně.

Proces fungování je v zásadě prostý, je nutno pouze přesunout XML soubor s daty, který zasílá námořní agent, společně s nascanovanou formou originálu Bill Of Lading pro všechny zásilky v kontejneru do informačního systému. Po případných korekcích má zaměstnanec k dispozici kompletní dokumentaci všech zásilek s příslušnými údaji v elektronické podobě. Pro ilustraci je přiložen obrázek č. 5.1, který znázorňuje seznam údajů o jedné zásilce, které jsou výměnou dat převedeny do prostředí interního informačního systému.



pro realizaci dodání, dochází k tvorbě objednávky. V ní musí být potřebné náležitosti jakými jsou adresa dodání, rozměry zásilky, termín nakládky i vykládky, smluvená cena a podmínky pro naplnění přepravní smlouvy, kterou se v momentě naložení zásilky dopravcem objednávka stává. Část objednávky je zachycena na obrázku č.5.2. [33]

### OBJEDNÁVKA PŘEPRAVY

Naše reference: 352832 ISha  
Zboží: 3 PALLET(S), THREADED ROD, 2422 Kg, 1.2 cbm

Kod nakládky: 352832  
Nakládka: 9.4.  
A-1 Transport & Logistic  
Fr. Divise 988  
104 00 Praha 10 - Uhřetěves

Celní úřad určení: Napajedla

Vykládka: 9.4  
cleni:  
STAR ZLÍN a.s., Kvitkovická 1527, 763 61 Napajedla  
(skladování, celní služby, intrastat, pronájem)



Toto číslo slouží pouze pro automatický SMS systém.

BMKco. s.r.o.  
areál Rybníky B314  
760 01 Zlín  
DIČ : CZ26266920  
Petříková,

Obr. 5.2 Objednávka pozemní přepravy v informačním systému společnosti

Zdroj: [33].

Po vystavení je objednávka odeslána na e-mailovou adresu dopravce, se kterým byla přeprava smluvena. Nicméně tímto krokem celý proces prakticky končí. A v tomto momentě shledávám poměrně zásadní nedostatek a současně příležitost pro využití blockchainu. V nastaveném režimu se totiž může stát, že odeslaná pošta příjemci nedorazí nebo se zařadí do nevyžádané pošty a k příslušnému dopravci se vůbec nedostane. Navíc většinou nedochází k potvrzení přijetí objednávky, takže spolehlivost tohoto systému není příliš velká. V praxi se ze cca 99 % objednávek k příjemci dostane, ale i ta zdánlivě nepatrná část nedodaných objednávek může způsobit problémy. Pokud není zboží dodáno včas, hrozí vícenáklady ze strany spedice či příjemce a chod firmy se může zdát nespolehlivý. Ve výsledku je důležité vzít v potaz, že tok námořní zásilky trvá zpravidla více než jeden měsíc a pokud navýšíme čas dodání vlivem takového nedostatku, jde

o věc pro zákazníka nepřijatelnou. Je to podstatné o to více, že v současné době, kdy zejména díly pro automobilový průmysl pracují s logistickou technologií Just in time, jakékoliv časové prodlení může znamenat vysoké penále. Pokud by došlo ke ztrátě objednávky pro linku mezi Prahou a Šenovem, ohrozí to dokonce několik zásilek, jelikož tato linka funguje na bázi sběrné služby. [33]

## **5.5 Návrh řešení s využitím aplikace Blockchain Notarius**

Postup zmíněný v předchozí kapitole je plně funkční, nicméně vykazuje jisté prvky nedokonalosti. Na mysli mám malou míru zabezpečení přenosu dokumentů jak v námořním sektoru, tak v části pozemních přeprav. Je namístě se zaměřit i na větší transparentnost a přehlednost všech toků dat. Každé časové období přináší řadu inovací a blockchain je opravdu velkou možností, jak zjednodušit a zabezpečit práci v informačním sektoru společnosti Austromar.

Návrh změny ohledně přenosu dat je z mého úhlu pohledu logickým krokem, jedná se o tyto základní inovační body:

### **5.5.1 Kompletní implementace EDI do informačního systému společnosti.**

Zmíněno bylo, že Austromar využívá EDI zatím krátkou dobu a povedl se zprovoznit pouze přenos B/L dokumentů. Pro případ mnou vybrané zásilky bychom potřebovali nastavit systém tak, aby evidoval pouze doklady zasílané námořním agentem. U celních dokumentů a objednávek přeprav by elektronická výměna dat nebyla zavedena, jelikož celní dokumenty přímo generuje systém firmy, a u pozemních přeprav by měla postačit pouze verze vylepšená o blockchain. [33]

Zásadním rozhodnutím by pro firmu mělo být to, zda se spojit s externí IT firmou, která se specializuje na aplikaci samostatných EDI systémů do firem, nebo zůstat u varianty rozšíření stávající EDI evidence ve firemním systému. První varianta by byla samozřejmě nákladnější, ovšem nabízela by přehledné pracovní prostředí. Problém vidím v tom, že v platformě pro EDI evidenci by musel pracovat i informační systém ostatních partnerů. Takže se nabízí spíše varianta fungování EDI pouze v přesunu dat mezi agenty a firmou Austromar. V tom případě by z hlediska finančních nákladů výhodněji vycházelo upgradovat současný informační systém. Pro přehlednost navrhuji možnost vygenerování všech XML dokumentů, patřících k dané zásilce, přehledně do jednoho sektoru pod číslo

zásilky. Podstatnou roli by mělo hrát i číslo kontejneru, které by zásilky filtrovalo a vytvořilo tak přehledný soupis zásilek s daty pod příslušný kontejner. [33]

### 5.5.2 Propojení partnerů v aplikaci Blockchain Notarius

Z hlediska nastavení aplikace pro logistické procesy společnosti Austromar by se mělo jednat o poměrně snadno proveditelnou akci. Počátečním krokem by mělo být zprostředkování přístupu do aplikace pro všechny zúčastněné strany. Aplikace Blockchain Notarius umožňuje vkládání i ověřování dat pro každého uživatele, což je základní požadovaná funkce. Následně je třeba si rozdělit, jak mezi sebou partneři budou komunikovat. Vkládání dat by mělo fungovat po směru toku zásilky, tím pádem by nutně mělo začít u námořního agenta a následně budou navazovat další toky zásilky:

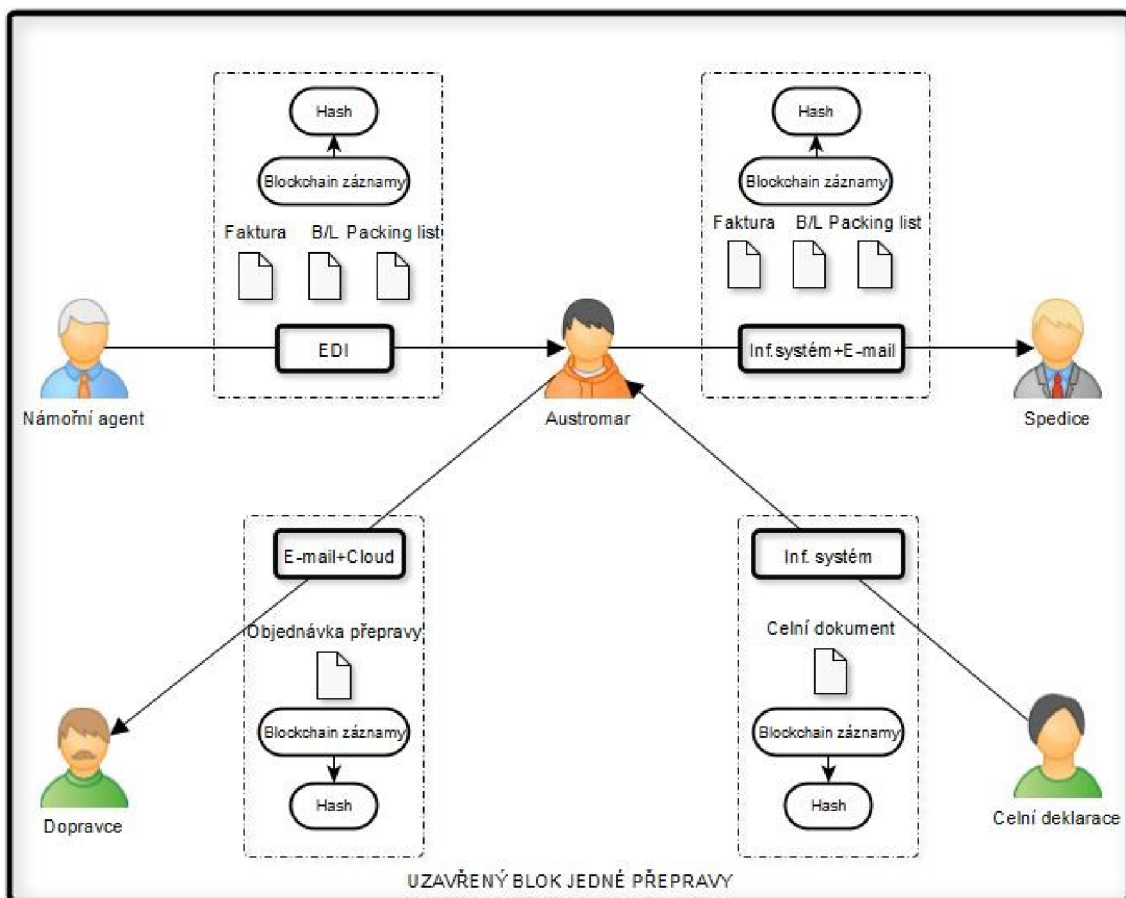
**Agent-Austromar:** již bylo zmíněno, tok dat mezi těmito partnery bude probíhat primárně přes EDI. Paralelně s těmito operacemi bude muset docházet ke vkládání dat do blockchainové aplikace, kde pro lepší identifikaci bude zadat přesné údaje do sekce metadat a pod ID záznamem bude třeba sjednotit označení, pod kterým by aplikace mohla zásilku filtrovat do jednoho bloku. V tomto případě navrhuji do ID uvádět číslo zásilky, pod kterým by se seskupovaly všechny příslušné dokumenty. Po vložení dat do aplikace bude vygenerován hash, který se uloží k záznamu, k čemuž logicky bude docházet i ve všech následujících postupech.

**Austromar-Spedice:** zde zpravidla dochází k předisponování dat zaslaných agenty. To znamená, že postup by měl být totožný s předcházejícím. Fyzický tok dokumentů by probíhal stávající formou, tedy částečně e-mailovou poštou a částečně datovým přesunem v informačním systému. Mezi těmito partnery dochází současně k toku celních dokladů, postup bude vysvětlen v následujícím odstavci. Na to navazuje fakt, že z hlediska blockchainu by speditér našel již vytvořený záznam ze vztahu celní deklarace-Austromar.

**Celní deklarace-Austromar:** mezi těmito partnery dochází u každé zásilky k přesunu pouze jediného dokumentu - celního dokladu. Elektronická výměna dat probíhá pomocí informačního systému společnosti, na který je deklarace A1 Transport&Logistics napojena, takže tento proces je naprosto dostačující. Z hlediska blockchainu bude v tomto vztahu podstatný identifikační zápis do metadat.

**Austromar-Dopravce:** jak již bylo zmíněno, objednávky jsou posílány e-mailovou poštou, což skýtá rizika, ovšem dle mého názoru tento postup bohužel není reálné změnit.

Komunikace mezi dopravci je v celé republice takto nastavena, je to nejjednodušší způsob přenosu objednávky. Pro občasnou komunikaci s náhodnými dopravci, nelze nastavit jiný způsob přenosu než přenos se všemi dopravci. Pro snížení rizika navrhuji zavést alespoň se stálými dopravci vkládání objednávek do sdíleného cloudu, což by zmenšilo šanci nedoručení objednávky na minimum. Blockchain by zde fungoval jako kontrolní a bezpečnostní prvek. Dopravce by každou objednávku schválil, což by obě strany ujistilo v tom, že přenos proběhl a přeprava může proběhnout. Jednoduché schéma zobrazující výše zmíněné postupy jsem vytvořil na obrázku č. 5.3. [33]



Obr. 5.3 Schéma toku dokumentů v modelovém znázornění

Zdroj: Vlastní zpracování.

Pro zprostředkování této modelové přepravy v režimu platformy blockchain jsem veškeré dokumenty naimportoval do aplikace Blockchain Notarius. Každý příslušný dokument jsem opatřil vhodnými metadaty, která obsahují podstatné identifikační údaje pro ověření a potvrzení jejího výskytu v blockchainu. Ve výsledku mi vznikl blok pěti záznamů, ty jsem přes přihlášení na druhý účet ověřil a potvrdil jejich platnost. Vzniklý blok

je na obrázku č. 5.4. Tato zkušební verze aplikace neumožňuje zobrazení ID specifikace, nicméně jsem u všech dokumentů zadal číslo zásilky jako identifikační prvek. Pokud by to systémově aplikace umožňovala, bylo by ideální mít každou zásilku uzavřenu a schváleno pod jedním blokem, což by práci s tímto prostředím výrazně zpřehlednilo.

Stav	ID záznamu	Název záznamu	Vloženo	Uzel	Stav schválení
●	DOC_aa6f1a8a-5168-430f-88e1-13cf9649f08d	Objednávka přepravy, 352832	10. 4. 2021	blockchainsandbox.elachain.cz	✓
●	DOC_4ce8009d-911f-4a57-9cff-a9d77011e24f	T1 DOC, 352832	10. 4. 2021	blockchainsandbox.elachain.cz	✓
●	DOC_6a818019-42a5-4810-edef-99784111c2f9	Seznam balení TLCU7820870	10. 4. 2021	blockchainsandbox.elachain.cz	✓
●	DOC_0d23d7b5-e7bf-47bd-a39e-31b7753459ef	FAKTURA ISha, P20201106	10. 4. 2021	blockchainsandbox.elachain.cz	✓
●	DOC_d7503b15-eabf-40b4-a20c-e93b7486113d	Bill of Lading ISha Nr.YSGSNA2101044	10. 4. 2021	blockchainsandbox.elachain.cz	✓

Obr. 5.4 Modelový přehled záznamů v aplikaci Blockchain Notarius

Zdroj: Vlastní zpracování.

## 5.6 Vyhodnocení návrhu využití

Pro zmíněný případ využití je blockchain ideální volbou. Procesy vztahující se k toku námořní zásilky vyžadují poměrně velké množství přidružené administrativy, s čímž si prostředí blockchainu umí dobře poradit. Pokud by se společnost rozhodla se do blockchainu zapojit, dostane aplikaci a základní jádro zdarma, z hlediska dalších úprav by záleželo na náročnosti zavedení aplikace do nastavených procesů společnosti, od čehož by se odvíjela i případná cena. Nicméně se dá předpokládat, že z finančního hlediska by se investice vložená do této technologie mohla vyplatit. Zapojení do blockchainu by lépe provázal celý systém přepravy zboží, kdy by každý za zapojených partnerů měl možnost ověřit správnost vložených dat, která jsou navíc nezpochybnitelná. Blockchain by navíc urychlil schvalovací procesy u určitých typů dokladů a mohl by se zapojit i do podepisování smluv v rámci využití Smart contracts. Systém by mohl fungovat na bázi platformy Hyperledger project. Některé procesy jsou pouze ve formě přeposílání dat, takže část zapojených partnerů by mohla pracovat na veřejném blockchainu a část na pouze soukromém. Zaměstnancům by sice přibyla evidence dat do blockchainu, která však není vůbec časově náročná, a naopak by odpadly některé potvrzující e-maily, které by se vyřešily přímo v aplikaci ověřením. Ve výsledku lze říci, že by tato moderní technologie mohla společnosti přinést velké množství benefitů, které by ocenili i její partneři. Tento druh přeprav si vyžaduje transparentní komunikaci z hlediska výměny dat mezi partnery a blockchain je tím pádem ideální volbou



## Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout řešení využití technologie Blockchain v procesech vybrané firmy. Pro tento případ byla vybrána firma zaměřená na sektor námořní přepravy. Zapojení aplikace pracující na technologii Blockchain se jeví jako ideální varianta, která by výrazně zlepšila fungování celého stávajícího systému. Využita byla aplikace společnosti ELA Blockchain services a.s., která přináší jedinečnou technologii éry digitálního vlastnictví, která Průmysl 4.0 posune zase o krok výše. Velkou předností je samotné prostředí fungování aplikace, které je uživatelsky přívětivé a zvládnout by ho měl každý.

Nesmírnou výhodou blockchainu je jeho univerzálnost, která mu umožňuje uplatnění v téměř každém odvětví. Pokud daná společnost pracuje s daty a zakládá si na bezpečnosti jejich přenosu, je vhodné blockchain využít. Moderní doba přichází s velkým rozmachem digitalizace a pandemie koronaviru ho ještě více vyeskalovala. Spousta firem zjistila, že hodně věcí a administrativy lze vyřídit z kanceláře či domova. Dokumenty je možno podepisovat online, není třeba vše vyřizovat papírovou formou. Některé firmy musely do digitálního prostoru vstoupit z důvodu existenční volby. Tato fakta velkou měrou nahrávají i blockchainu, který by mohl být vhodným aplikačním nástrojem pro velké množství společností a je možné, že by jeho implementace mohla být i v určitých sektorech konkurenční výhodou oproti ostatním. Budoucnost blockchainu je slibná, již teď má ve světě velkou pozornost, a stačilo k tomu zkombinovat jen tři základní vlastnosti, kterými jsou decentralizace, transparentnost a nemožnost změnit vložená data. Samozřejmě je třeba brát v úvahu, zda daný projekt společnost potřebuje a zda je možno ho vhodně aplikovat. Je zřejmé, že ne všechny projekty na bázi blockchainu se musejí setkat s úspěchem, nicméně funkčnost zmíněné aplikace Blockchain Notarius je nepopíratelná, což dokládá i expanze na asijský trh.

## Seznam zdrojů

- [1] SEIDL, Jan. : *Blockchain pro začátečníky*. In: Systemonline.cz [online]. 2018 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-security/blockchain-pro-zacatecniky.htm>
- [2] LEE, David a Robert DENG. Handbook of blockchain, digital finance, and inclusion. London: Academic Press, 2018. ISBN 9780128122822.
- [3] MOUJAHID, Adil. *A Practical Introduction to Blockchain with Python*. In: Adilmoujahid.com [online]. 14.3.2018 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <http://adilmoujahid.com/posts/2018/03/intro-blockchain-bitcoin-python/>
- [4] SOMMERVILLE, Ian. Softwarové inženýrství. Brno: Computer Press, 2013. ISBN 9788025138267.
- [5] JAŠEK, Roman, Martin BURDÍK a Michal SEDLÁČEK. Blockchain v logistice. In: LOGISTIKA-EKONOMIKA-PRAX 2018: Mimoriadne číslo internetového portálu Logistický monitor. Žilina: Logistický monitor, 2018, s. 61-68. ISSN 1336-5851. Dostupné z: <http://www.logistickymonitor.sk/images/přispěvky/zborniklep-2018.pdf>
- [6] Earchivace.cz. *Úvod do kryptografie*. [online]. 2014 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <http://www.earchivace.cz/technologie/uvod-do-kryptografie/>
- [7] Forbino.com. *K čemu jsou a jak fungují smart contracts?* [online]. 2021 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/downloads/cas/0XMOQJNP>
- [8] Ibm.com. *What is Hyperledger Fabric?* [online]. 2021 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/downloads/cas/0XMOQJNP>
- [9] TAPSCOTT, Don a Alex TAPSCOTT. Blockchain revolution. New York, United States: Penguin Putnam, 2018, 432 s. ISBN 9781101980149.
- [10] Finex.cz. *Bitcoin a problém dvojité útraty – Jaké je řešení?* [online]. 7.12.2018 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://finex.cz/bitcoin-problem-dvojite-utraty>
- [11] WOLF, Karel. *Veřejné blockchainya pod útokem: problémy se nevyhýbají Bitcoinu ani Ethereum*. In: Lupa.cz [online]. 24. 3. 2021 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/clanky/verejne-blockchainya-pod-utokem-problemy-se-nevyhybaji-bitcoinu-ani-ethereum/>

- [12] PURMA, Vladislav. Bakalářská práce: Využití systému C-Roads v prostředí logistické firmy. 2019. Přerov, 38 s.
- [13] Skycell.ch. *Software of Hybrid Containers*. [online]. 2021 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.skycell.ch/software/>
- [14] MYŠKOVÁ ŠKARLANTOVÁ, Eva. Roboty využívá téměř pětina průmyslových podniků: In: Czso.cz [online]. [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/roboty-vyuziva-temer-petina-prumyslovych-podniku>
- [15] ÚŠELA, Jan. *Český průmysl naráží na své limity. Klíčem k vyšší produktivitě práce je větší nasazení robotů*: In: Archiv.ihned.cz [online]. Praha: Hospodářské noviny, 7.6.2018 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-66161060-cesky-prumysl-narazi-na-sve-limity-klicem-k-vyssi-produktivite-prace-je-vetsi-nasazeni-robotu>
- [16] Český statistický úřad: *Ročního statistického šetření o využívání ICT v podnikatelském sektoru*. [online]. 2020 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/90577061/06100419d.pdf/a520abb4-38ad-466e-b5eb-946fcce35938?version=1.0>
- [17] Amtech-robotics.cz. *Mobile industrial robots*. [online]. 2021 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.amtech-robotics.cz/roboty/mobile-industrial-robots/mir1000/>
- [18] ONDRA, Pavel. *Chytrá továrna v Průmyslu 4.0* In: Prumysloveinzenyrstvi.cz [online]. 6.10.2017 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/chytra-tovarna-prumyslu-4-0/>
- [19] Zetes.com: *Technologie RFID v dodavatelském řetězci*. [online]. 2020 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.zetes.com/cs/technologie-produkty/technologie-rfid-v-dodavatelskem-retezci>
- [20] Ministerstvo průmyslu a dopravy: *Průmysl 4.0 má v Česku své místo*. [online]. In: Mpo.cz 2.9.2016 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/prumysl-4-0-ma-v-cesku-sve-misto--176055/>
- [21] Svaz průmyslu a dopravy: *Online seriál Svazu průmyslu - 11. díl: Přínosy Průmyslu 4.0 pro firmy nejen v době krize*. [online]. 24.11.2020 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=RrIxmAQq3dQ>

- [22] Český statistický úřad: *Využívání informačních a komunikačních technologií v podnikatelském sektoru-rok 2017*. 2018 [online]. In: Czso.cz. 22.1.2019 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vyuzivani-informacnich-a-komunikacnich-technologii-v-podnikatelskem-sektoru-rok-2017-leden-2018>
- [23] LYDON, Bill. *Trojrozměrná mapa ukazující strukturovaný přístup k iniciativám Industrie 4.0*. In: industryeducation.cz [online]. 24.10.2020 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: [https://www.industryeducation.cz/rubriky/industrie-4-0/standardy/trojrozmerna-mapa-ukazujici-strukturovany-pristup-k-iniciativam-industrie-4-0\\_293.html](https://www.industryeducation.cz/rubriky/industrie-4-0/standardy/trojrozmerna-mapa-ukazujici-strukturovany-pristup-k-iniciativam-industrie-4-0_293.html)
- [24] Tradelens.com *TradeLens Solution Brief Edition Two*. [online]. 2020 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://tradelens-web-assets.s3.us.cloud-object-storage.appdomain.cloud/TradeLens-Solution-Brief-Edition-Two.pdf>
- [25] YUKHYMENKO, Constantin. *What are the use cases for blockchain tech in healthcare?* In: Ibm.com [online]. 17.12.2018 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/12/what-are-the-use-cases-for-blockchain-tech-in-healthcare/>
- [26] GUTIERREZ, Carlo. *Blockchain at Walmart: Tracking Food from Farm to Fork*. In: [online]. 8.9.2017 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.altoros.com/blog/blockchain-at-walmart-tracking-food-from-farm-to-fork/>
- [27] SHRESTHA, Rakesh, Rojeena BAJRACHARYA, Anish SHRESTHA a Seung NAM. *Digital Communications and Networks* [online]. , 186 s. [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352864818303092>
- [28] KAARU, Steve. *Toyota launches blockchain lab for verification, supply chain and more*. In: Coingeek.com [online]. 21.3.2020 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://coingeek.com/toyota-launches-blockchain-lab-for-verification-supply-chain-and-more/>
- [29] ELA Blockchain services [online]. Praha: Elektronické asociace České republiky, 2020 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.elachain.cz/>
- [30] ELA Blockchain services, Praha, 2021, interní materiály společnosti
- [31] Editel.cz: *Co je EDI?* [online]. 2021 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.editel.cz/co-je-edi/>

- [32] KUMAR, Mudit. *EDI Management with Blockchain for Efficiency and Automation*. In: Blockchain.oodles.io [online]. 2017 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://blockchain.oodles.io/blog/edi-management-with-blockchain-technology/>
- [33] Austromar spol s.r.o., Praha, 2021, interní materiály společnosti

## Seznam grafických objektů

Obr. 1.1 Rozdělení základních typu počítačových sítí .....	12
Obr. 1.2 Schéma vrstvení bloků v technologii Blockchain .....	13
Obr. 1.3 Ověření transakce pomocí kryptografických klíčů.....	15
Obr. 1.4 Schéma zachycení dvojité platby .....	19
Obr. 2.1 Vývoj průmyslových revolucí .....	21
Obr. 2.2 Kontejner SkyCell 2500C.....	25
Obr. 2.3 Podniky v ČR používající průmyslové a servisní roboty .....	26
Obr. 2.4 Mobilní robot MiR 1000.....	27
Obr. 2.5 Tok výrobku s využití RFID technologie .....	29
Obr. 2.6 Část rozpočtu firem připadající na prvky Průmyslu 4.0.....	31
Obr. 2.7 Podíl nasazení prvků Průmyslu 4.0 v rámci interních činností firem.....	32
Obr. 2.8 Podniky využívající cloud computing v ČR.....	33
Obr. 2.9 3D model RAMI 4.0 .....	34
Obr. 3.1 Přenos dokumentů v průběhu celního řízení v platformě TradeLens.....	36
Obr. 3.2 Základní schéma fungování platformy TradeLens .....	36
Obr. 3.3 Model distribuce léků směrem k zákazníkovi s využitím blockchainu.....	37
Obr. 3.4 Proces toku potravin z "farmy na vidličku" ve společnosti Walmart.....	39
Obr. 4.1 Schéma blockchainové sítě v platformě EIA blockchain .....	42
Obr. 4.2 Výstup informací z aplikace pro evidenci testů koronaviru v blockchainu .....	47
Obr. 4.3 Prostředí aplikace sloužící pro potvrzení o bezinfekčnosti zaměstnance.....	48
Obr. 4.4 Ověření zadaných údajů zaměstnanců společnosti.....	49
Obr. 4.5 Základní menu platformy Blockchain Notarius .....	50
Obr. 5.1 Údaje o námořní zásilce převedené technologií EDI do systému firmy .....	59
Obr. 5.2 Objednávka pozemní přepravy v informačním systému společnosti .....	60
Obr. 5.3 Schéma toku dokumentů v modelovém znázornění .....	63

Obr. 5.4 Modelový přehled záznamů v aplikaci Blockchain Notarius ..... 64

Tab. 1.1 Porovnání vygenerovaných hashů pro různé vstupy ..... 14

## Seznam zkratek

COVID-19	Coronavirus disease 2019 – Koronavirové onemocnění 2019
ČR	Česká republika
EDI	Electronic Data Interchange – Elektronická výměna dat
EPC	Electronic Product Code – Kód elektronického produktu
FBI	Federal Bureau of Investigation – Federální úřad pro vyšetřování
FOB	Free On Board – Vyplaceně na loď
IBM	International Business Machines Corporation
IPv6	Internetový protokol verze 6
PIN	Personal Identification Number – Osobní identifikační číslo
QR kód	Quick Response Code – Kód rychlé reakce
RFID	Radio Frequency Identification – Identifikace na radiové frekvenci
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung
SHA	Secure Hashing Algorithm – Bezpečnostní hešovací algoritmus
SMS	Short message service – Služba krátkých textových zpráv
V2V	Vehicle to Vehicle – Komunikace mezi dvěma nebo více vozidly
2G	2. generace bezdrátové telefonní technologie mobilního telefonu



<b>Autor (vypracoval)</b>	Bc. Vladislav Purma
<b>Název DP</b>	Technologie Blockchain v logistice firemních procesů
<b>Studijní obor</b>	Logistika (LRDP)
<b>Rok obhajoby</b>	2021
<b>Počet stran</b>	57
<b>Počet příloh</b>	-
<b>Vedoucí DP</b>	prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.
<b>Anotace</b>	Diplomová práce je zaměřena na rozvíjející se technologii Blockchain a její využití v logistických procesech vybrané firmy. V teoretické části je popsáno samotné fungování technologie, její interakce s kryptoměnou Bitcoin a potenciální slabá místa. Rozebrány jsou i vlivy průmyslové revoluce a celkový přínos blockchainu v prostředí Průmyslu 4.0. Dále jsou popsány některé doposud realizované projekty týkající se využití zmíněné technologie v různých průmyslových odvětvích. Praktická část je zaměřena na využití služeb, které nabízí společnost ELA Blockchain Services a.s. Dále je řešeno praktické využití aplikace Blockchain Notarius v prostředí společnosti Austromar spol. s r.o. Závěrečné zhodnocení poukazuje na potenciální přínosy pro firmu Austromar spol. s r.o. v případě zapojení zmíněné aplikace do chodu společnosti.
<b>Klíčová slova</b>	Blockchain, hash, Průmysl 4.0, EIA blockchain, Blockchain Notarius, EDI
<b>Místo uložení</b>	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
<b>Signatura</b>	