



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Rudakova Elizaveta

Návrh využití technologie blockchain v dopravě a logistice

**Bakalářská práce**

**2021**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K614..... Ústav aplikované informatiky v dopravě**

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Elizaveta Rudakova**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – LOG – Logistika a řízení dopravních procesů**

Název tématu (česky): **Návrh využití technologie blockchain v dopravě a logistice**

Název tématu (anglicky): Application of Blockchain Technology in Transportation and Logistics

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Analyzujte základní principy fungování technologie blockchainu a její vazbu na stávající procesy v rámci dopravy, uveďte hlavní výhody a rizika
- Analyzujte dopravní aplikace a systémy, ve kterých by bylo vhodné technologii blockchain využívat
- Navrhněte aplikaci technologie blockchain na dopravní systém či aplikaci v reálném prostředí, a to včetně ekonomické náročnosti
- Proveďte zhodnocení navržené aplikace a popište možnosti jejího dalšího rozvoje



- Rozsah grafických prací: 10 obrázků
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Zelinka, T., Svítek, M.: Telekomunikační řešení pro informační systémy síťových odvětví, Grada 2009  
Odborné články IEEE  
Normy, standardy a odborné časopisy

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Šrotýř, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2019**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2021**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

  
doc. Ing. Vít Fábera, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu aplikované informatiky v dopravě

  
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.  
děkan fakulty



Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

  
Elizaveta Rudakova  
jméno a podpis studenta

## Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinu Šrotýřovi, Ph.D., za rady a připomínky, které mi velmi pomohly při psaní bakalářské práce. Dále bych poděkovala rodině a přátelům, kteří mě podporovali během celého studia.

## Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne: .....

Podpis: .....

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se věnuje představení blockchain technologie a jejího využití v reálném prostředí. Práce se skládá z úvodu, pěti kapitol a závěru. V první kapitole je popsán pojem „blockchain“ a princip fungování této technologie. Druhá kapitola je zaměřená na hlavní oblasti jejího využití, přičemž byly navrženy dopravní aplikace a systémy, kde je blockchain vhodně využíván. Třetí kapitola popisuje dodavatelský řetězec rostlin, dokumentaci potřebnou k přepravě a různé způsoby sledování produktů. Čtvrtá a pátá kapitola se zabývá návrhem implementace platformy IBM Food Trust ve společnost Hortim, včetně ekonomické náročnosti a dále její zhodnocení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Blockchain, Dodavatelský řetězec, Logistika, Doprava, Sledování

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the introduction of blockchain technology and its potential use in a real environment. This work consists of an introduction, five chapters and a conclusion. The first chapter describes the term "blockchain" and the principle of operation of this technology. The second chapter focuses on the main areas of use of blockchain and proposes transport applications and systems that could be implemented. The third chapter describes the agriculture supply chain, the documentation needed for its transport and the different ways of tracking products. The fourth- and fifth-chapter deal with the design and implementation of the IBM Food Trust platform in the company Hortim, including economic demands and its evaluation.

## **KEY WORDS**

Blockchain, Supply Chain, Logistic, Transportation, Tracking

# OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	8
ÚVOD .....	9
1 Charakteristika blockchain technologie .....	10
1.1 Co je blockchain?.....	10
1.2 Typy blockchainu.....	16
1.2.1 Veřejný blockchain .....	16
1.2.2 Soukromý blockchain .....	17
1.3 Databáze vs. blockchain systém .....	17
2 Hlavní oblasti využití blockchainu .....	19
2.1 Doprava a logistika.....	19
2.1.1. Dopravní aplikace a systémy na bázi technologie blockchain .....	21
2.2 Bankovníctví.....	27
2.3 Zdravotnictví.....	28
2.4 Podnikání.....	28
3 Dodavatelský řetězec rostlin.....	31
3.1 Charakteristiky dodavatelského řetězce rostlin .....	31
3.2 Dokumentace potřebná k přepravě a skladování rostlin.....	32
3.3 Sledování zboží v dodavatelském řetězci rostlin .....	33
3.3.1 Technologie blockchain pro sledování zboží a dokumentace v dodavatelském řetězci .....	34
4. Praktická část .....	36
4.1 Seznámení se společností Hortim .....	36
4.2 Sledování zboží ve společnosti Hortim .....	37
5 Návrh implementace blockchainu do dodavatelského řetězce společnosti Hortim .....	40
5.1 Ekonomická analýza systému .....	45
5.2 Zhodnocení navržené technologie.....	52
ZÁVĚR .....	54
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	56
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	61

## SEZNAM ZKRATEK

<b>IBM</b>	International Business Machines
<b>MaaS</b>	Mobilita jako služba
<b>BCDB</b>	Blockchain Common Database
<b>SITA</b>	Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>CMA CGM</b>	Compagnie Maritime d'Affrètement Compagnie Générale Maritime
<b>BiTA</b>	Blockchain In Transport Alliance
<b>E.coli</b>	Escherichia coli
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification
<b>NFC</b>	Near Field Communication
<b>QR kód</b>	Quick Response code
<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>s.r.o</b>	společnost s ručením omezeným
<b>XML</b>	Extensible Markup Language
<b>GS1 EPCIS</b>	General Specifications Electronic Product Code Information Services



# ÚVOD

Blockchain je hodnocen jako technologická inovace, která způsobí revoluci v různých oblastech. Jedná se však o komplikovanou technologii, pro jejíž pochopení bude zapotřebí mít určité základní znalosti o principech fungování, které budou popsány v první kapitole.

Tato bakalářská práce bude zaměřená na oblasti dopravy a logistiky a především na dodavatelský řetězec.

Složité struktury dodavatelských řetězců s rozsáhlými sítěmi různých subjektů, skládajících se ze skrytých prvků jak pro dodavatele, tak i pro spotřebitele, vyvolávají otázky na různých úrovních týkající se sledování produktů. Tyto úrovně mohou zahrnovat sociální i etické faktory, jako je využívání přírodních a lidských zdrojů, zanechávání ekologických stop, výrobní a dopravní odpady. Ve většině transakcí jsou tyto faktory skryté buď kvůli nedostatečné transparentnosti v dodavatelském řetězci, nebo z důvodu informační asymetrie v obchodních dohodách. Současně tak u spotřebitelů roste zájem o znalosti původu produktů.

Prozkoumáme původ každodenních produktů, jež jsou importovány a prodávány s omezenými informacemi na etiketě o výrobcí či samotné produkci, obvykle se píše jen „Vyrobeno v X“. Před deseti lety ani dodavatel, ani zákazník nepřemýšleli o tom, že je tato informace hodně omezená, ale kvůli rozšíření globálního trhu se požadavky na informace výrazně zvýšily.

Aktuálnost této bakalářské práce je způsobena nedostatečnou transparentností v dodavatelských řetězcích a vysokou úrovní byrokracie, což výrazně zpomaluje procesy v podniku, snižuje spolehlivost řetězce, zvyšuje náklady a v důsledku i konečnou cenu zboží.

# 1 Charakteristika blockchain technologie

Je zřejmé, že technologie blockchain se stává jedním z hlavních digitálních paradigmat ekonomiky. Tato technologie se neustále modernizuje, vyvíjí a vstupuje do nových oblastí ekonomického a sociálního rozvoje.

Ve své práci Melanie Swan[1] mluví o následujících fázích blockchain revoluce:

- **Blockchain 1.0** – „éra kryptoměn“; využití blockchainu v různých aplikacích týkajících se digitálních platebních systémů.
- **Blockchain 2.0** – „éra smluv“; práce s různými typy finančních nástrojů ve formě akcií, dluhopisů, včetně „Smart“ aktiv a smluv.
- **Blockchain 3.0** – aplikace, které pokrývají oblasti zdravotnictví, vzdělání, státního řízení, vědy atd.

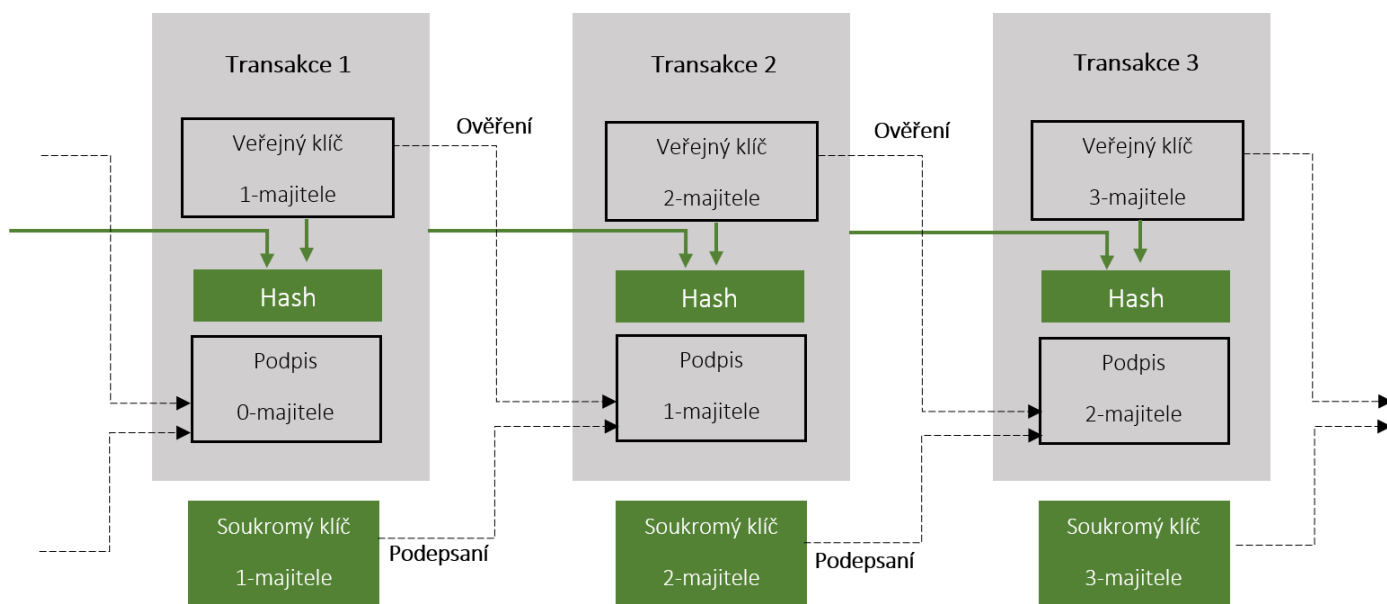
## 1.1 Co je blockchain?

Dne 31. října 2008 zveřejnil tajemný Satoshi Nakamoto článek nazvaný „A Peer-to-Peer Electronic Cash System“, ve kterém popsal technologii, na jejímž základě vznikl bitcoin a další kryptoměny. K samotnému spuštění došlo až v roce 2009 [2].

Blockchain je druh distribuované decentralizované databáze uchovávající si neustále rozšiřující řetězec chronologických záznamů, jež jsou propojeny pomocí kryptograficky zabezpečených peer-to-peer uzlů (databáze nemá žádný centrální bod). Distribuovaná databáze nabízí různé úrovně přístupu k údajům (viz kapitoly 1.2.1 a 1.2.2). Blockchain je všude a je nekonečný, každý účastník sítě má stejnou verzi záznamů, která je aktualizovaná v reálném čase. Tedy můžeme ho představit jako nekonečnou „účetní

knihu“ nebo excel tabulku, která se neustále šíří a informace z ní není možné vymazat [3].

Pro řádné fungování distribuované účetní knihy je potřeba mít mechanismus , který umožní provádět transakce mezi lidmi. Zaprvé pro zabezpečení celého systému před podvody je nutné přidat autentizace, blockchain používá asymetrickou kryptografii[4]. Asymetrická kryptografie umožňuje ověřit správnost každé transakce a zabezpečit ji pomocí dvou klíčů. Každému účastníku sítě bude přidělen veřejný klíč, který slouží jako adresa pro veškeré transakce, a soukromý klíč, používaný k jejich potvrzení a digitálnímu podepsání. Základní princip fungování je znázorněn na prvním obrázku. V případě odeslání transakce z jednoho účtu bude transakce podepsána soukromým klíčem a její skutečnost ověřena kontrolou digitálního podpisu klíčem veřejným.



Obrázek 1: Princip fungování transakcí v blockchainu (Zdroj: Vlastní zpracování)

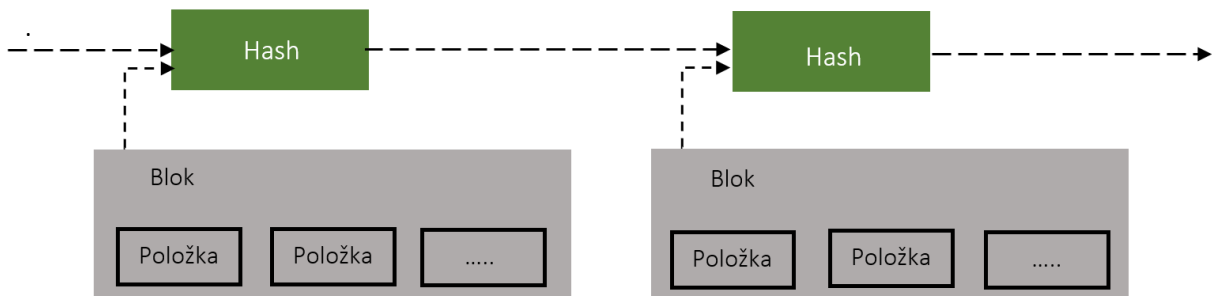
Blockchain je v podstatě řetězec transakčních bloků, kde každý blok je stránka v „účetní knize“ a stránky jsou na sebe navázány pomocí hashovací funkce.

Hashovací funkce je funkce, která pomocí matematického postupu převede vstupní data (text, obrázek atd.) do speciálního čísla/otisku dat, výsledkem hashovací funkce je hash.

Příklad [5]: „pokus“ použitím hashovací funkce:

„483266AE0E0F9CF73864117EE7A2B14A3FCAF0158487F7E281C7A0BC0D9712CD.“

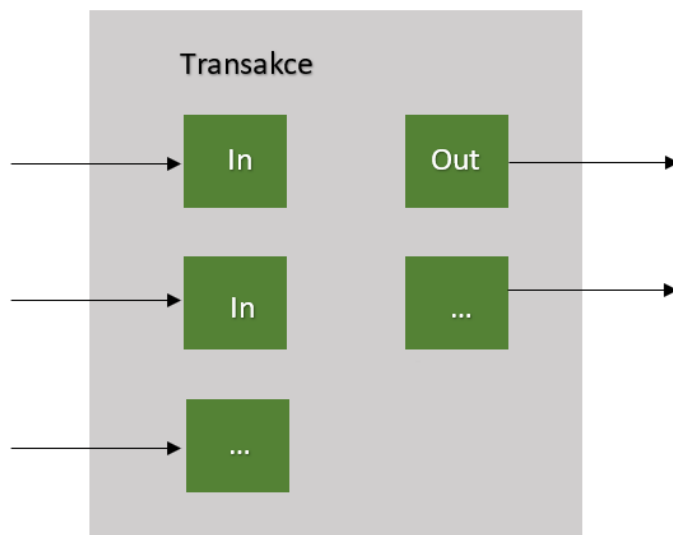
V řetězci obsahuje každý blok vlastní hash a hash předchozího bloku. Takto se tvoří řetěz, ve kterém každý nový blok posiluje ten předchozí. Účastníci sítě mohou kdykoli ověřit hash řetězec, což umožní uživatelům snadno odhalit, jestli se v blockchainu někdo pokusil změnit nějakou informaci. Například při provedení změny v jednom bloku, momentálně se změní jeho hash a hash všech ostatních bloků, které již nebudou považované za platné.



Obrázek 2: Princip fungování řetězce v blockchainu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Lze říct, že funkce hashe jsou důležité pro ochranu integrity a neměnnosti záznamů v blockchainu. V daném systému ale pořád existuje možnost, že každý blok může být přepočítán a celý řetězec vydáván za skutečný

V distribuované databázi se někdy vyskytuje problém double spending (dvojitá utrácení). Ke dvojitmu utrácení dochází v případě, kdy útočník současně odešle stejné finanční prostředky dvakrát. Je nutné zajistit, aby každá transakce byla provedena jenom jednou a podruhé již nebyla platná. Proto formát každé transakce bude obsahovat vstupy (transakce od předchozích účastníků) a výstupy (transakce určené dalším účastníkům), takto můžeme sledovat, jestli transakce byla jedinečná.



Obrázek 3: Formát transakce ( Zdroj: Vlastní zpracování)

Ve skutečnosti je jednodušší problém dvojího utracení vyřešit v centralizovaných systémech. Klasickým řešením je kontrola každé transakce třetí osobou (oprávněnou osobou), která rozhoduje, jaká transakce byla první, tedy platná. Hlavní nevýhodou je, že správnost celého systému závisí na oprávněné osobě, protože právě ta kontroluje důvěryhodnost celé transakce. V decentralizovaném systému neexistuje žádná třetí osoba, a proto je vhodné v dané situaci využít blockchain.

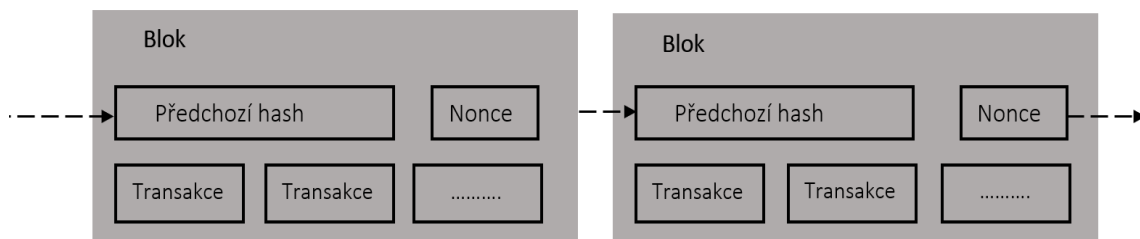
Nejnámějším příkladem double spending je 51% útok - k útoku dochází, když se útočník zmocní více než poloviny výkonu procesorů sítě [6]. V daném případě má útočník příležitost vytvářet bloky a vlastní řetězec bloků rychleji než ostatní účastníci.

Pro řešení problému použil Satoshi Nakamoto konsenzuální algoritmus Proof-of-Work, který poskytuje důkaz o provedené práci. Každý blok tedy obsahuje hash, předchozí hash, transakce, časové razítko prokazující čas vzniku bloku a nonce. Nonce je 32-bitové náhodné číslo, existence nonce v blockchainu zvyšuje odolnost proti útokům[4].

Důkaz o provedené práci spočívá v tom, aby účastníci řetězce potvrdili platnost transakce a blok byl připojen k ostatním. Proces potvrzování platnosti transakce v řetězci se nazývá těžba, lidé, kteří transakce potvrzují a ověřují, jsou těžaři. Těžáři mezi sebou soupeří o to, kdo jako první dokáže pomocí algoritmu získat správnou hodnotu

nonce, a za vytěžení každého bloku jsou odměňováni kryptoměnou. Těžba je hašování hlavičky bloku a změna hodnoty nonce, dokud hash nebude obsahovat určitý počet nul. Proces těžení vyžaduje velký výpočetní výkon, který spotřebovává velké množství energie a využívá komplikovaných algoritmů, kvůli čemuž trvá připojení každého bloku v Bitcoinu cca deset minut[4]. Těžaři vždy pracují na prodloužení řetězce, protože nejdelší řetězec je vždy považován za správný.

Lze říct, že Proof-of-Work výrazně znesnadňuje možnost manipulace s bloky a stává se těžko změnitelným, protože málokdo má přístup k tak velkému výkonu[4].



Obrázek 4: Princip "proof-of-work" v blockchainu (Zdroj: Vlastní zpracování)

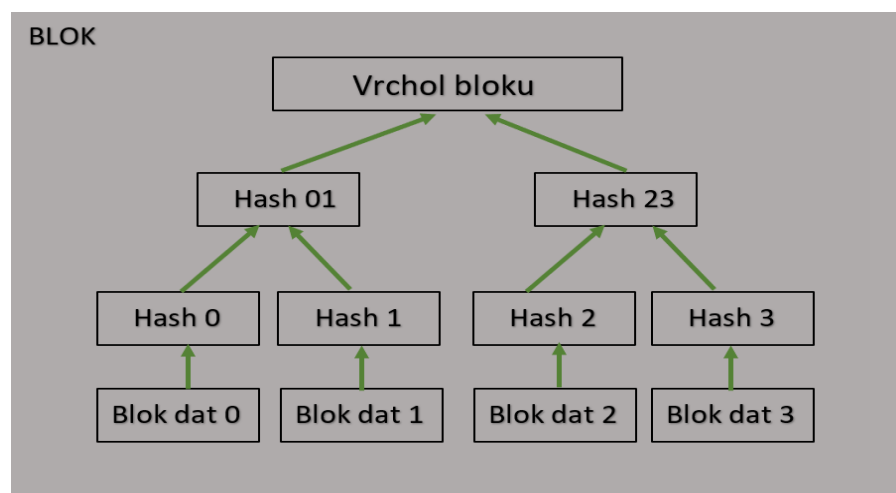
Proof-of-Stake je druhou metodou pro potvrzování transakcí a dosažení konsensu, na rozdíl od Proof-of-Work nové bloky ověřují a připojují samotní uživatelé. Algoritmus náhodně vybírá účastníka sítě (vlastníka kryptoměny), který pak rozhodne o platnosti bloku. Systém nevyžaduje tak velký výpočetní výkon, je levnější a připojení bloku trvá jenom několik sekund [3].

Blockchain je postaven na principu stromu Merkle. Merkle strom je kompletní binární strom, jehož listy jsou v našem případě všechny transakce v bloku. Blockchain se skládá z velkého množství bloků, které obsahují kolem tisíce transakcí, většina vytvořených transakcí zabírá 256 bitů paměti[4]. Kvůli tomu často vzniká problém s verifikací dat. K vyhodnocení správnosti každého bloku bude zapotřebí velkého množství času a výpočetních prostředků. Merkle strom pomáhá vyřešit problém s ověřováním dat a velmi zjednodušit proces.

Proces vytvoření stromu Merkle je podobný kompresi dat. Merkle strom umožní obrovský seznam transakcí či jakékoli jiné informace zapsat jenom v jednom řádku. Hlavním plusem je to, že pokud někde v transakci změním pouze jeden symbol, další úroveň stromu bude úplně jiná a konečná hodnota hash neboli vrchol stromu – se také změní.

Merkle strom je považován za nejvíce užitečný, protože umožňuje uživatelům ověřit konkrétní transakci bez stažení celého blockchainu. Uživatel pouze potřebuje udržet kopie záhlaví bloků nejdelšího řetězce, který byl přijat od ostatních účastníků sítě. Uživatel nemůže transakci ověřit sám, ale když obdrží odkaz na blok, bude schopen zajistit, že tento blok a všechny následující bloky v řetězci byly přijaty a potvrzeny sítí. Tato metoda ověřování funguje, pokud alespoň polovina sítě patří spolehlivým uživatelům.

Existuje také koncept Merkle Proof – to je princip ověřování správnosti informací pomocí hash a také rozhoduje o tom, jestli data do stromu Merkle patří. Místo zkoumání všech dat stačí prozkoumat jednotlivé hashe ve stromu, což výrazně sníží spotřebu výpočetní síly pro celý proces. V případě, že poslední transakce v řetězci spadne do poměrně starého bloku, umožní smazat všechny předchozí operace, aby se ušetřilo místo na diskovém prostoru. Způsob ukládání transakcí v bloku je znázorněn na obrázku 5.



Obrázek 5: Transakce hašované v Merkle stromu (Zdroj: Vlastní zpracování)

## 1.2 Typy blockchainu

Blockchain je ve své podstatě distribuovaná databáze, která zaznamenává údaje o každé transakci v nezměněném řetězci. Blockchain je obvykle považován za jednotnou technologii, ačkoli existují dva hlavní typy: veřejný a soukromý.

Nejvýznamnější veřejné blockchainya jsou používané v oblasti kryptoměn a jsou úplně transparentní. Tento typ platformy většinou není vhodný pro společnosti, které nakládají s důvěrnými informacemi, jako jsou obchodní smlouvy či osobní údaje.

Soukromé společnosti dávají přednost soukromému blockchainu, který umožňuje jen „zaregistrovaným a povoleným“ uživatelům provádět transakce tak, aby žádné údaje o transakci nebyly zveřejněné. Poskytují tak uživatelům různé úrovně oprávnění, a proto může být přístup omezen a informace mohou být šifrovány.

### 1.2.1 Veřejný blockchain

Veřejný blockchain je úplně otevřený, transparentní i decentralizovaný a přístup k němu má každý uživatel, který může nahrát, přečíst a změnit protokol.

Údaje ve veřejném blockchainu jsou neměnitelné, proto je po ověření bloků už nejde přepsat.

Hlavní nevýhodou veřejného blockchainu jsou pomalé transakce (připojení dalšího bloku trvá deset minut), výměna velkého množství dat vyžaduje vysokou rychlost zpracování transakce, kterou veřejný blockchain ne vždy může poskytnout. Veřejné blockchainya jsou také vystaveny riziku 51% útoku, který byl zmíněn výše.

Nejnámějšími příklady veřejného blockchainu jsou Bitcoin a Ethereum, přičemž Bitcoin je první realizace blockchainu, která prokázala, že lze přenášet „cennosti“ od člověka k člověku bez využití prostředníka.



## 1.2.2 Soukromý blockchain

Na rozdíl od veřejného blockchainu se v soukromém blockchainu informace sdělují jenom mezi důvěryhodnými účastníky, kteří k němu mají přístup. Uvnitř soukromé sítě blockchainu existují mezi účastníky určité dohody o úrovni přístupu k informacím, pravidla pro zápis a ověřování údajů. V soukromém blockchainu, stejně jako i veřejném lze uzavírat Smart Contracts (je distribuovaná verze tradičních papírových smluv).

Jedním z příkladů soukromého blockchainu je Hyperledger Fabric, je to framework blockchain používaný platformou IBM a dalšími společnostmi při poskytování služeb blockchainu v podnikání. Hlavní rozdíl mezi Hyperledger Fabric a ostatními distribuovanými technologiemi spočívá v architektuře sítě. Architektura sítě Hyperledger Fabric obsahuje Síťové uzly, Účetní knihy, Smart Contracts, Kanály – to je komunikační mechanismus, pomocí kterého účastníci sítě komunikují - a Certifikační autoritu, která vydává certifikáty síťovým uzlům [7].

Hlavní nevýhodou soukromého blockchainu je to, že nemusí být vždy důvěryhodný a transparentní, protože fungování sítě může být upravované i manipulované vlastníkem sítě. V síti může nastat problém s bezpečností, protože malý počet účastníků zvyšuje riziko útoků na registr.

## 1.3 Databáze vs. blockchain systém

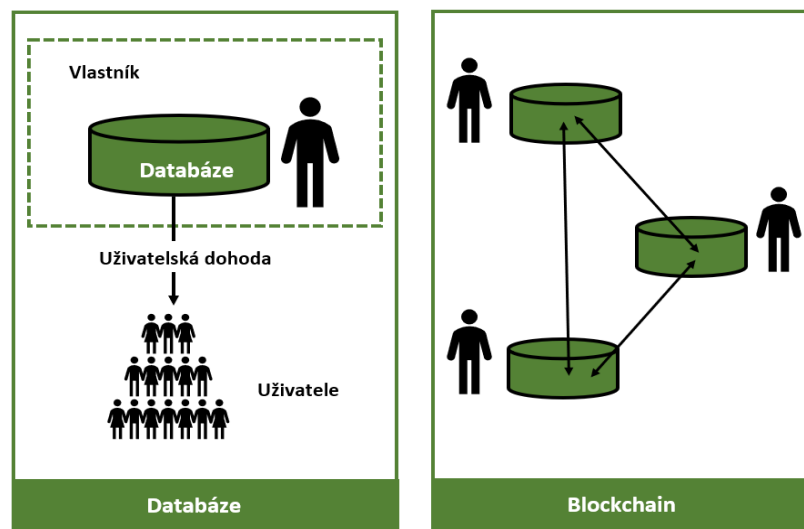
Jeden z největších rozdílů je to, že blockchain je určen pro decentralizovanou práci, zatímco databáze jsou vždy centralizované. Decentralizace přináší řadu změn v implementaci stávajících systémů a procesů používaných v různých průmyslových odvětvích. To umožňuje sítím pracovat nezávisle a eliminovat potřebu centralizovaného řízení.

Architektura blockchain a databáze je také odlišná. Tradiční databáze používají architekturu klient-server. Její řízení je ponecháno konkrétnímu administrátorovi (oprávněná osoba), který poskytuje přístup k databázi a kontroluje úroveň přístupu uživatelů. Databáze blockchainů se skládají z několika decentralizovaných uzlů, kde se každý uživatel podílí na jejich řízení a účastní se ve všech rozhodovacích procesech [8]. Oproti tradičním databázím je blockchain odolnější vůči případným útokům díky zabezpečení informací konsenzuálními algoritmy.

V tradiční databázi se uživatel řídí čtyřmi funkcemi, jimiž jsou: vytváření, čtení, aktualizace a mazání. V blockchainu uživatel nemůže změnit předchozí údaje a jeho funkce jsou omezeny pouze na kontrolu a nahrání transakcí.

Pokud jde o náklady, implementace tradiční databáze v procesu řízení podniku je levnější než blockchain [9]. Blockchain je poměrně nová technologie, která se stále vyvíjí, což znamená, že společnosti musí správně naplánovat a spočítat počáteční náklady na integraci blockchainu. Avšak blockchain poskytuje ekonomičtější řešení díky peer-to-peer, která řídí celou síť. Díky tomu společnosti nemusí řešit různé doplňkové náklady spojené se spravováním sítě, což ušetří spoustu času a nákladů [10].

Volba technologií závisí na tom, co se právě od ní požaduje. Pokud jde o užitečnost a přesnost, vítězem je tradiční databáze. Blockchain je však vítězem v oblasti inovací, automatizace, ověřování a transparentnosti.



Obrázek 6: Blockchain vs. tradiční databáze (Zdroj: Vlastní zpracování)

## 2 Hlavní oblasti využití blockchainu

### 2.1 Doprava a logistika

V dnešní době se technologie vyvíjí rychleji než kdykoli předtím. Doprava představuje nedílnou součást logistického dodavatelského řetězce.

Všeobecná digitalizace dat vedla k potřebě je lépe chránit. Spolu s tímto problémem existuje problém s transparentností dat a jejich závislostí na lidském faktoru, který může být vyřešen pomocí technologií blockchain. Blockchain umožňuje sledovat čas výroby, číslo série produktu, přepravce a vozidlo, ve kterém je zboží přepravováno, místa nakládky i vykládky zboží, dostupnost ve skladech i obchodech, existence certifikátů kvality a další informace, a to pomocí pouze jednoho systému.

Úroveň rozvoje dopravního systému státu je jeden z nejdůležitějších znaků jeho technologického pokroku. Zároveň je základní podmínkou pro inovativní ekonomický růst.

**Následující tři hlavní skupiny jsou zdůrazněny jako hlavní výhody použití blockchainu v dopravním průmyslu [11]:**

- Omezení administrativní činnosti v globálním obchodu. Papírová dokumentace by měla být nahrazena smlouvami, které jsou podepsané elektronicky (Smart contracts).
- Distribuovaná databáze je vhodným prostředkem pro ukládání informací o opravách a zakoupených (vyměněných) náhradních dílech aut.
- Podpora věrnostních programů. Distribuovaná databáze archivuje historii činností prováděných v rámci věrnostních programů, které vytváří průhlednější prostředí pro jejich sledování a analýzu.

PARAMETRY	TRADIČNÍ PROCES	BLOCKCHAIN A SMART CONTRACTS
<b>PRŮHLEDNOST PROCESU</b>	ZPOŽDĚNÍ PŘI PLNĚNÍ POVINNOSTÍ, PORUŠENÍ PODMÍNEK SMLOUVY, KOMPLIKOVANÉ MONITOROVÁNÍ TRANSAKČÍ	VŠICHNI PARTNEŘI V SÍTI POSKYTUJÍ DATA V REÁLNÉM ČASE, V RÁMCI JEDNOHO SYSTÉMU; PŘESNOST DAT
<b>INDIVIDUÁLNÍ POTŘEBY</b>	VĚTŠINOU SE NEBEROU V ÚVAHU INDIVIDUÁLNÍ POTŘEBY VŠECH STRAN	SMART CONTRACTS, UVAŽUJÍ SE POTŘEBY VŠECH ÚČASTNÍKŮ, PŘIZPŮSOBENÍ SPECIFIKŮM PRÁCE PARTNERŮ
<b>EFEKTIVNOST PROCESU</b>	MOŽNOST ZPOŽDĚNÍ PŘI VÝMĚĚ ÚDAJŮ, VĚTŠINA OPERACÍ PROVÁDĚNÁ OFF-LINE	JEDNOTNÁ DATABÁZE, SPOLEČNÁ PRO VŠECHNY ÚČASTNÍKY, DATA JSOU DIGITÁLNÍ, ONLINE PŘÍSTUP KE VŠEM ÚDAJŮM
<b>BEZPEČNOST PROCESU</b>	INFORMACE SE NESYNCHRONIZUJÍ MEZI ÚČASTNÍKY, DATA OD ÚČASTNÍKŮ MOHOU BÝT SKRYTÁ, MOŽNOST PODVODU	INFORMACE JE OVĚŘENÁ, DOPLŇUJE SE, ALE NEMĚNÍ SE. RIZIKO PODVODŮ – MINIMÁLNÍ

Tabulka 1: Příklad porovnání tradičního procesu a blockchainu (Zdroj: Vlastní zpracování)

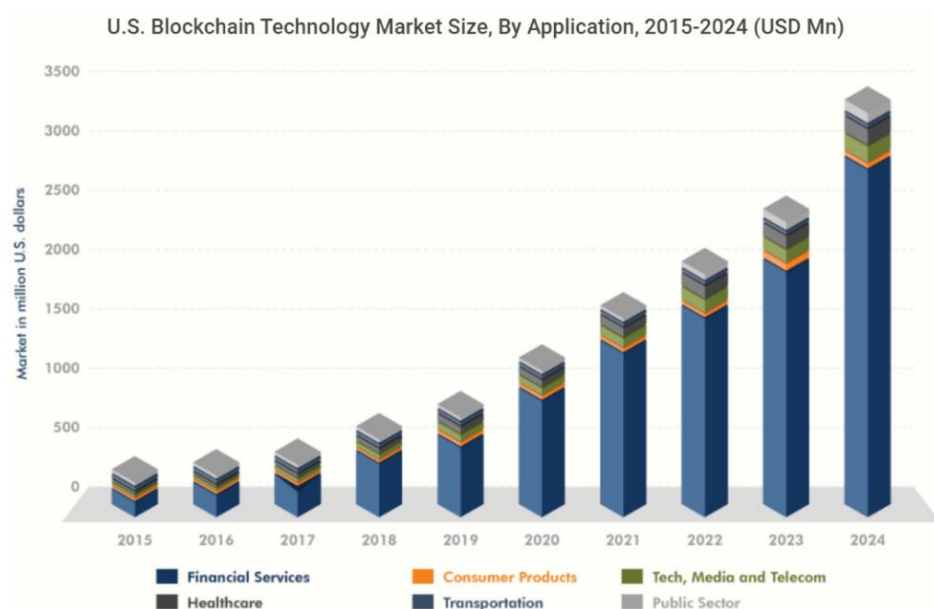
Logistika je definována jako metoda řízení hmotných a nehmotných toků. Pohyb zboží z místa výroby ke konečnému zákazníkovi zahrnuje integraci toku informací o dopravě, skladování, zajištění bezpečnosti. Kvůli komplikovanosti celého dodavatelského řetězce je často obtížné sledovat veškeré události, ověřovat přepravované zboží a rychle reagovat na nepředvídané okolnosti. Nedostatečný počet informací o řetězci vede k obtížnému odhalování nezákonných činností, které se vyskytují v průběhu přepravy.

Dopravní logistika je součástí mezinárodního dopravního průmyslu. Jak už bylo řečeno, dnes je proces dodání zboží je velmi komplikovaný. Problém s hledáním dodávek/kontejnerů a zboží pro obě strany i nadále zůstává aktuální, a to i navzdory vývoji internetových technologií. Kvůli čemuž se v obchodování zvyšuje riziko podvodů a v některých odvětvích se lze setkat s prodejem padělaného zboží. Situaci také často zhoršují celní záležitosti spojené s povolením a celním prohlášením.

### 2.1.1. Dopravní aplikace a systémy na bázi technologie blockchain

Konkurence v odvětví dopravy pořád roste a pokud se podnik chce udržet na trhu, hlavním klíčem k úspěchu je stálé zvyšování flexibility, efektivity a kvality poskytovaných služeb. Proto musí společnosti stále provádět inovace a investovat do nových technologií a strategií, aby mohly lépe konkurovat ostatním účastníkům na trhu.

Blockchain se stává jedním z hlavních trendů v dopravním odvětví a jak ukazuje obrázek 7 [12], využití blockchainu v dopravě se zvyšuje s každým rokem. Jednou z nejslibnějších tendencí využití technologií je v oblast nákladní dopravy.



Obrázek 7: Implementace blockchainu v různých odvětvích [12]

V této kapitole budou popsány některé z mnoha možností implementace blockchain do dopravních systémů a aplikací.

- **Blockchain v automobilovém průmyslu**

Automobilový průmysl se velmi rychle mění, roste počet autonomních vozidel s velkým množstvím zařízení/senzorů, které mezi sebou komunikují, sbírají a sdělují si data, což výrazně komplikuje celý systém a zvyšuje možnost naborání do něj. Jak už bylo zmíněno výše, v dnešní době je blockchain je jedním z nejlepších řešení pro zabezpečení a zpracování velkého množství dat.

Společnost Porsche jako první začala testovat různé možnosti implementace blockchainu v automobilovém průmyslu. Při integraci technologie se auto stává součástí blockchainu, což umožňuje přímé a rychlé off-line připojení. V průběhu testování se ukázalo, že zavedení blockchainu do procesu zamykání/odemykání aut celý proces zrychluje až šestinásobně. Neměnnost a kryptografické zabezpečení transakcí, kterou poskytuje blockchain zvyšuje důvěru uživatele v celý systém. Majitelé mohou bezpečně rozesílat přístup k autu jiným uživatelům a díky automatické aktualizaci dat dostávat upozornění při každém nepovoleném pokusu o přístup do vozidla v reálném čase [13].

Data sbíraná v průběhu cesty a uložena do distribuované knihy by mohla být využita pro řízení autonomních vozidel. Autonomní vozidla vyžadují vysoké zabezpečení a různé úrovně přístupu k údajům. Některé údaje, například o provozních podmínkách vozidla, poloze, nákladech a osobní údaje, by neměly být veřejné. Blockchain umožňuje ukládat různorodé informace ve velkých objemech a databáze jsou rozděleny na soukromé a veřejné, účastníci sítě tedy sami rozhodují o tom, kdo má povolení prohlížet a editovat údaje.

Distribuované databáze spolu s IoT(viz kapitola 3.3) mohou vytvořit zcela propojený a autonomní systém, IoT zařízení jsou zodpovědní za sběr informací, které budou následně uloženy do blockchainu. Pomocí těchto technologií lze vytvořit

decentralizovanou parkovací platformu, která umožní majitelům vozidel najít, zarezervovat a zaplatit za parkovací místo. Platformy nejenom navigují řidiče k jejich parkovacím místům, ale i poskytují aktuální informace o dopravních zácpách v reálném čase. Platby za rezervace parkovacích míst jsou prováděny pomocí Smart Contracts – protokol fungující na technologii blockchain, který nahrazuje smlouvy v papírové podobě a oproti tradičním systémům má nižší transakční poplatky.

Společnosti IBM a ZF Friedrichshafen vyvíjely platební systém Car eWallet na bázi platformy Hyperledger Fabric. Systém poskytuje rychlé a transparentní platby za parkování, mýtné a carsharing, podle společností dokáže platforma zpracovat kolem 1 000 transakcí za sekundu. Elektronická peněženka by mohla být využita i při platbě za tankování a nabíjení elektromobilu. Pro bezpečný a bezklíčový přístup k autu je nutné propojit ho s mobilní aplikací eWallet. Aplikace také automaticky vyřizuje poplatky, sleduje stav elektronické peněženky, nabíjení auta a celou historii vozidla[14].



Obrázek 8: Platforma Car eWallet (Zdroj: Car eWallet)

Dalším příkladem je společnost Ryder, společnost se používá blockchain k ukládání zpráv, které řidiči kamionů vyplňují před a po cestě. Tyto zprávy popisují stav vozidla, informace o technické kontrole, historii vlastnictví auta atd. To vše velice zjednodušuje

proces uživatelům, kteří se chtějí ujistit, že jejich pronajaté auto je v dobrém stavu [15]. Stejný princip může být využit při nákupu a prodeji vozidel.

Další možnou aplikací technologie blockchain jsou systémy MaaS (Mobilita jako služba), což je nová koncepce dopravy, která poskytuje přístup k různým druhům dopravních prostředků (vlaky, autobusy, taxi, carsharing, půjčovny kol) v jednom systému a zajišťuje nalezení optimální trasy dopravního prostředku do cílové destinace.

Jak bylo uvedeno v první kapitole, blockchain nemá žádnou centrální autoritu. Díky odstranění prostředníka ze systému nemusí obchodní partneři a uživatelé důvěřovat svá data třetím osobám, sami tedy rozhodují, kdo k nim bude mít přístup a jak budou jejich osobní údaje využívány.

Decentralizace, neměnnost údajů a transparentnost blockchainu má potenciál vyřešit některé technické a právní záležitosti v systémech MaaS [16].

Například společnost Sony Corporation vyvinula platformu Blockchain Common Database, která poskytuje uživateli celou řadu informací ohledně trasy, doby jízdy a celkových nákladů. BCDB byla především vyvíjena pro řešení budoucích potřeb spojených s konceptem Smart Cities pomocí shromažďování a analýzy údajů o pohybu obyvatel. Platforma byla testovaná jeden rok a podle společnosti Sony zlepšilo využití blockchainu efektivitu cestování, blockchain umožnil zpracování údajů velmi vysokou rychlostí, denně může cca 7 milionů uživatelů nahrávat a sdělovat cestovní údaje [17].

Platformy a aplikace, které jsou založeny na bázi blockchainu, rychle přibližují automobilový průmysl k plné autonomii.

- **Letecká doprava**

Blockchain může být aplikován i v letecké dopravě, podle společnosti Lufthansa je blockchain velmi perspektivní při sledování letištních dodávek [18] a spolu s jinými moderními technologiemi, díky transparentnosti, kterou poskytují, mohou vyřešit problémy spojené s čerstvostí přepravovaného zboží v dlouhém dodavatelském řetězci.



Společnost SITA prohlašuje, že největším problémem v letectví je absence jednotného zdroje dat a že účastníci k nim nemají snadný přístup. Decentralizovaná účetní kniha poskytuje všem účastníkům stejnou verzi neměnných a zároveň pravdivých údajů. Například studie společnosti British Airways spolu s letišti Heathrow, Mami a Ženeva prokázala účinnost využití blockchainu při bezpečné výměně informací, díky Smart Contract bylo zpracováno a uloženo cca dva miliony údajů [19].

- **Vodní doprava**

V současné době ve vodní dopravě počet účastníků při přepravě jednoho kontejneru a zpracování veškeré nutné dokumentace dosahuje počtu 30 lidí [20], což výrazně komplikuje administrativní činnost, prodlužuje čas na schvalovací proces a někdy vede ke zpoždění odplutí lodi.

Zavádění technologie blockchain do odvětví lodní dopravy může být globální výzvou. Aby byl celý systém plně funkční, tisíce přepravců po celém světě by měly vyvinout jednotný postup pro zpracování údajů, který by všem vyhovoval a fungoval na jediné platformě.

Společnosti Maersk a IBM vyvíjely platformu Tradelens [20], jež umožňuje zkrátit čas potřebný na zpracování dokumentace z několika dní na několik minut a většinu dokumentace zpracovávaná bez zásahu člověka. Díky blockchainu se snížily náklady na přepravu zboží a doba dodání, díky čemuž se zároveň zvýšila bezpečnost a spolehlivost přepravy. Platforma používá systémy GPS k označení kontejnerů a sledování jejich pohybu po celou dobu cesty. Podle společnosti Maersk platforma na bázi blockchain nejenom usnadňuje umístění a hledání konkrétních kontejnerů na lodi, ale i ukazuje stav celní dokumentace, která se aktualizuje v reálném čase .

K této platformě se připojily lodní společnosti jako Mediterranean Shipping Co, CMA CGM atd. a začaly tuto technologii testovat na několika kontejnerových linkách. Výše uvedené společnosti prokázaly účinnost implementace blockchain a to by mělo povzbudit ostatní společnosti integrovat technologii do podnikových procesů.

Využití digitálních technologií založených na blockchainu našlo své uplatnění i v přístavních činnostech. Například přístav v Hamburku se zavazuje připojit všechny společnosti k jedinému systému, který je založen na bázi blockchain. Námořní a přístavní úřad v Singapuru zahájil projekt Smart Port Challenge, jehož cílem je zlepšit efektivitu v námořní logistice [21].

Je zřejmé, že ne každé odvětví může vytěžit z implementace blockchainu. Lze ale říct, že pro nákladní dopravu je blockchain ideálním nástrojem. V roce 2017 byla založena společnost Blockchain In Transport Alliance (BiTA), k této alianci se připojilo kolem 500 členů z více než 25 zemí. Organizace se snaží implementovat blockchain pro řešení nejsložitějších problémů v nákladní dopravě pomocí univerzálních standardů a vytvořit jednotnou strukturu pro vývoj blockchainu pro sledování zásilek, zpracování transakcí, řízení logistiky atd. Pro řádné fungování aliance přijali všichni účastníci úplnou standardizaci dat, například dodržení určitého formátu údajů zapsaných do objednávky a faktury. Implementace technologie v oblasti nákladní dopravy může zabrat hodně času, ale podle BiTA by společné úsilí mohlo vést k tomu, že blockchain odvětví úplně změní a vylepší [22].

Stejně jako jiné technologie má implementace blockchainu v této oblasti i své nevýhody, které jsou často přehlíženy. Ředitel společnosti Daimler Trucks Heino Royer mluví o tom, že neměnnost blockchainu by mohla selhat, protože každý zápis dat do decentralizované databáze je předmětem lidského faktoru. To znamená, že nesprávné nahrání dat už na začátku vede k obrovským chybám v budoucnu. Soukromý klíč společnosti by mohl být poškozen neboli „ztracen“, a informace v blockchainu by už nebyla ověřitelná, což způsobí velkou ztrátu dat [23].

Avšak dnes kvůli nedostatku transparentnosti a ztrátě nákladů v dodavatelském řetězci čelí odvětví dopravy a logistiky řadě problémů, pro které distribuovaná databáze poskytne dokonalé řešení díky automatizaci většiny procesů v řetězci a vysoké úrovni zabezpečení dat [24]. Tím, že se dopravní společnosti uchylují k využití nových

informačních technologií, se otevírají nové příležitosti ke zvýšení vlastního příjmu a dosažení lepších výsledků.

## 2.2 Bankovníctví

Dnešní moderní bankovní systém není dokonalý, klienti platí bankám vysoké provize a většinou nechápou, kam jejich peníze směřují. V bankách pracuje velký počet zaměstnanců, kteří ne vždy používají spolehlivé systémy pro bankovní převody.

Využití blockchainu eliminuje zprostředkovatele v bankovních operacích a automatizuje hodně různých procesů. Banky mohou získat další zdroje příjmů díky vzniku nových obchodních modelů a produktů na základě blockchainu, což posiluje účinnost bankovního systému.

Hlavní oblasti aplikace blockchainu v bankovním sektoru:

- **Provádění rychlých a levných transakcí** – to platí zejména pro přeshraniční převody a mikroplatby, v některých případech je výše bankovní provize skoro srovnatelná s částkou převodu. V současné době jsou mezinárodní transakce drahé (od 1 % z celé částky) a trvají moc dlouho, cca 3–5 pracovních dnů [25], v globálním měřítku jsou to obrovské výdaje. V kryptoměnových sítích transakce trvají jenom několik minut a jejich cena je výrazně menší.
- **Zajištění důvěryhodných obchodů** – to znamená neschopnost provádět retroaktivní změny a zfalšování dokumentace. Dnes bankovní systém není transparentní, blockchain zprůhlední všechny operace a zvýší úroveň důvěry mezi všemi účastníky.

## 2.3 Zdravotnictví

Zdravotnictví již dlouho potřebuje změny a dnes existuje mnoho příležitostí, aby technologie blockchain řídila tuto transformaci.

- **Monitorování dodavatelského řetězce** – sledování léků nebo léků obsahujících omamnou drogu, které podléhají mimořádné kontrole. Čárový kód, který je umístěn na obalu, bude naskenován a záznamy o tom, kdo, komu a v jakém množství léky prodal, budou navždy nahrány do blockchainu.
- **Chránění/využití záznamu pacientů** – nyní jsou záznamy o očkování a všechny lékařské záznamy uloženy v elektronických nebo papírových databázích klinik. Uživatelé nemají žádnou možnost sledovat, co se děje s našimi lékařskými záznamy. Teoreticky by mohly být předané do různých organizací nebo ztracené v důsledku selhání systému. Jakmile budou všechny informace přeneseny do databáze blockchainu, situace se zásadně změní. Lze vytvořit aplikaci, s jejíž pomocí mohou pacienti sami poskytovat přístup k osobním údajům například lékařům či organizacím, zároveň jsou zodpovědní za přístup třetích osob k jejich zdravotním záznamům, ale pro pacienty jsou veškeré údaje zcela transparentní [26].

## 2.4 Podnikání

Dnes by mnoho společností mohlo používat technologii blockchain ke zjednodušení úkolů ve svých podnicích. Nižší náklady, vyšší výnosy a Smart služby pro zákazníky – to jsou jen některé z mnoha výhod, které technologie blockchain nabízí. Použití blockchainu je velice rozsáhlé (od dodržování regulačních požadavků po řízení dat), proto není překvapující, že více společností v různých průmyslových odvětvích tuto technologii implementuje.

Využití blockchainu:

- **Blockchain v marketingu** – v současné době marketing na digitálních platformách čelí obrovským výzvám. Společnosti, které shromažďují uživatelská data, jsou vystaveny útokům hackerů, jejichž cílem je krádež dat a získání příjmů na falešných kliknutích na reklamu, což jsou největší problémy, s nimiž se marketing v současnosti potýká.

Blockchain poskytuje digitální podepisování a ověřovací systém pro identifikaci lidí. Systém garantuje, že nebude docházet k falešným kliknutím, která by mohla generovat příjmy z podvodné reklamy [27].

- **Blockchain pro zajištění kvality** – blockchain sleduje a zaznamenává transakce za účelem zlepšení řízení potravin, zvýšení bezpečnosti a kvality v potravinářském průmyslu. Mezinárodní obchodníci a výrobci potravin tvrdě pracují na optimalizaci dodavatelského řetězce.

Využití aplikací založených na blockchainu zkracuje čas ke shromažďování potřebných informací o dodavatelích. To dává spotřebitelům důvěru a varuje obchodníky a výrobce o potravinách, které jsou označeny jako nebezpečné.

Například v roce 2011 v Německu vypukla epidemie, která byla způsobena E.coli, trvalo několik měsíců, dokud se nezjistil původ infekce, a celkové ztráty potravinářského průmyslu činily kolem miliardy dolarů [28]. Dnes by se této situaci bylo možné vyhnout díky blockchainu a především protokolu Hyperledger Fabric, který umožňuje zjistit původ produktů jenom za 2,2 sekundy [29].

- **Trading a platby** – díky funkci blockchain, jako je zpracování plateb, může společnost přímo, rychle a bezpečně platit mzdy zaměstnancům v jakékoli části světa.

Ve studii společnosti Deloitte se ukázalo, že implementace blockchain technologie ve zpětných transakcích minimalizuje náklady o 2-3 % z celkové částky [30]. Také umožňuje transparentní cenotvorbu, vybudování nových

alternativních trhů, rychlejší zpracování plateb, průběžné účtování transakcí, což je oproti tradičnímu platebnímu systému je mnohem lepší.

- **Blockchain pro HR** – všechny údaje o zaměstnancích, které shromažďuje HR, jsou ohroženy, a jelikož stále více společností čelí únikům dat, je nezbytné, aby byla zavedena preventivní opatření, která zabrání podvodům a zajistí bezpečnost. Vzhledem k rostoucím zločinům v oblasti kybernetické bezpečnosti lze technologie blockchain považovat za nejlepší řešení [31].

## 3 Dodavatelský řetězec rostlin

V této kapitole se budeme věnovat dodavatelskému řetězci rostlin. Dodavatelský řetězec je systém tvořený řadou procesů mezi všemi firmami, které stojí mezi základní surovinou a konečným zákazníkem. Tyto procesy jsou zpravidla rozděleny do jednotlivých firem a zahrnují i logistické procesy, kterými suroviny, zboží nebo výrobky putují mezi firmami [32].

Moderní velkoobchod ovoce a zeleniny je založen na využití logistických a marketingových technologií. Integrace informačních systémů umožňuje sledovat a předpovídat tržní podmínky, řídit toky produktů v dodavatelském řetězci, rychle reagovat na změny poptávky a snižovat úroveň rizika v odvětví logistiky.

Narůstající změny v potravinářském průmyslu v důsledku zavádění nových technologií jsou nevyhnutelné. Vzhledem k tomu, že jsou potravinové sítě stále složitější a globalizovanější, sledování produktů je více komplikovanější. Síť je tak zmatená, že pro výrobce potravin, velkoobchodníky a maloobchodníky je prakticky nemožné bezpodmínečně zaručit původ svých produktů.

### 3.1 Charakteristiky dodavatelského řetězce rostlin

Dodatelský řetězec rostlin začíná u farmáře, dále mohou být rostliny přímo odeslány konečnému spotřebiteli, nebo se dodavatelský řetězec může skládat z různého počtu jednotlivců a míst. Mohou to být přepravci, sklady, distributoři, velkoobchody, maloobchody, prodejci a zákazníci. Ale čím větší je počet subjektů v dodavatelském řetězci, tím je větší risk ztracení dat i dokumentací, takže vzniká nejistota o budoucím stavu rostlin, protože rostliny představující velice rychle se kazící produkt. Ve skutečnosti čerstvá produkce obvykle stráví až polovinu své trvanlivosti při přepravě

mezi dodavatelem a objednavatelem. Aby byly rostliny prezentovány spotřebitelům v co nejlepším stavu, provozovatel dodavatelského řetězce čerstvých produktů musí používat specializované drahé zařízení a technologii pro prodloužení čerstvosti produktů. V porovnání s jinými dodavatelskými řetězci by měl být tento řetězec rychlejší, takže se musí umět manipulovat se zbožím s větší péčí, používat specializovanější a dražší hardware a více se soustředit na kvalitu prostřednictvím každé etapy v řetězci na cestě od výrobce k objednavateli.

Hlavním cílem dodavatelského řetězce je poskytování aktuálních informací o klíčových obchodních procesech a potenciálních rizicích.

### 3.2 Dokumentace potřebná k přepravě a skladování rostlin

K dopravě potravin je nutné mít příslušnou dokumentaci. Tyto dokumenty by měly být důkladně vyplněny a měly by splňovat základní požadavky. Jestli bude nějaká důležitá informace chybět, dokument se nebude považovat za platný.

#### Hlavní dokumenty potřebné k přepravě produktů.

- Nákladní list je takzvaná smlouva mezi přepravcem a zasílatelem a doklad o vlastnictví daného zboží. Tento dokument poskytuje dopravci veškeré údaje potřebné k vyřízení a správnému vyúčtování nákladní zásilky.
- Certifikáty o původu zboží prokazují země původu produktů a jsou základním předpokladem pro přiznání jakéhokoli celního zvýhodnění. Podle toho, z jaké země zboží pochází, případně jakým způsobem byl původ zboží prokázán, se určuje nárok na příslušnou celní sazbu [33].
- Jedním z nejdůležitějších dokumentů je Úmluva o přepravní smlouvě v mezinárodní silniční nákladní dopravě (CMR). Jedná se o přepravní dokument, který se využívá při přepravě potravin. Tato Úmluva upravuje vztahy mezi smluvními stranami,



obsahuje základní informace o odesílateli, objednavateli a dopravci, o místě a datu dodání, zboží, přepravě, řeší náležitosti týkající se nákladního listu.

### 3.3 Sledování zboží v dodavatelském řetězci rostlin

Dodavatelské řetězce potravin jsou stále složitější, protože potravinářské společnosti se stále více setkávají se slepými místy, jako jsou krádeže, podvody a špatné zacházení s produkty. Pro udržení kvality a bezpečnosti výrobků musí společnosti implementovat různé systémy a technologie pro sledování produktů, které ukáží úplný obrázek o tom, jak se jejich produkt pohybuje v dodavatelském řetězci.

#### Technologie pro identifikaci a sledování produktů:

- Internet věcí – síťové propojení předmětů, jak vzájemně, tak také s internetem. Principem je sběr dat z různých senzorů a čidel a sdílení těchto dat prostřednictvím internetu za účelem dalšího zpracování a vyhodnocování [34]. Pomocí IoT, které využívají speciální senzory je možné sledovat polohu a rychlost vozidel, sbírat a vyhodnocovat data v určitých bodech dodavatelského řetězce, což je velmi důležité při dopravě rychle se kazícího zboží, kde je udržení a kontrola stabilní teploty důležitá.
- Čárový kód – základní prostředek automatické identifikace zboží. Čárový kód se skládá z tmavých čar a ze světlých mezer, které se čtou pomocí specializovaných čteček – snímačů čárových kódů. Čárový kód obsahuje ID, pomocí kterého dohledáme data zahrnující plnou informaci o výrobcu, čísle výrobku, místu uložení ve skladu atd. Existují čárové kódy jednodimenzionální (1D) a dvoudimenzionální (2D).
- RFID – technologie automatické identifikace, která umožňuje bezdrátově identifikovat skoro jakýkoliv předmět pomocí dat, která se přenášejí

prostřednictvím rádiových vln a jsou uložena do RFID tagů, z nichž se potom mohou načítat a znovu přepisovat [35].

- NFC – slouží k bezdrátové komunikaci mezi jednotlivými elektrickými přístroji. Komunikace funguje na podobném principu jako technologie RFID a probíhá mezi aktivním vysílačem a pasivním prvkem [36].
- QR kód – dvourozměrný maticový kód čtvercového tvaru. QR kód je používán k plošně úspornému ukládání textových informací včetně akcentových a asijských znaků. Jeden kód může obsahovat do 7 089 číslic či 4 296 znaků. QR může zašifrovat různá data (text, URL, telefonní číslo, SMS, obrázek). Existuje statický a dynamický QR kód. Dynamický kód umožňuje sledování a změnu údajů. Statické kódy naopak nejde sledovat a spravovat, lze ho změnit pouze vytvořením nového QR kódu [37].

V těchto kódovacích systémech je největší problém ten, že informace spojené s těmito kódy nejsou k dispozici všem uživatelům.

- Blockchain – je popsán v první kapitole.

### **3.3.1 Technologie blockchain pro sledování zboží a dokumentace v dodavatelském řetězci**

Společnosti zabývající se digitálním dodavatelským řetězcem lépe využívají zdroje, aktiva, lidi a zásoby a rychleji je přesunou tam, kde je nutné snížit náklady, aktivně reagují na možná rizika během přepravy a výroby zboží. Dnes je nejslibnější technologií blockchain [38] a její využití může zásadně změnit interakci společností v dodavatelském řetězci. Bezpečné sledování údajů o poloze a stavu produktů přesahuje tradiční postup účetnictví pro dodavatele a zákazníky včetně předložení všech článků řetězce, poskytování základních informací o každém kroku. Zajištěna je

přesnost a spolehlivost přenášených informací a dodržování standardu kvality zboží podle smlouvy.

Distribuovaná kniha by mohla být použita jako základní technologie, která integruje do své platformy jiné digitální technologie (IoT, RFID tagy, umělá inteligence atd.) pro neustálé zlepšování účinnosti dodavatelského řetězce. Například IoT, která používá zařízení a senzory ke shromažďování dat o podmínkách výroby, pohybu a skladování rostlin v řetězci. Tyto údaje by mohly doplnit informace o transakcích, které jsou registrovány pomocí distribuované knihy. Tohle velké množství dat o dodavatelském řetězci bude motivovat účastníky přijímat rozhodnutí, která jsou založena na objektivních datech.

Vzhledem k tomu, že blockchain může být jak soukromý, tak i veřejný, účastníci sítě mohou rozhodovat, jaké údaje by měly být zveřejněny a kdo by k nim měl mít přístup. Avšak cílem každého dodavatelského řetězce je transparentnost, je nutné motivovat všechny účastníky sítě sdělovat základní údaje, které by měly být vždy k dispozici.

## 4. Praktická část

### 4.1 Seznámení se společností Hortim

Hortim-International, spol. s. r. o. je obchodně – logistická společnost, která se řadí mezi významné importéry a producenty ovoce a zeleniny zásobující středoevropský trh. Společnost používá nejmodernější technologie, s jejichž pomocí poskytuje souhrnné služby svým zákazníkům. Poskytuje kvalitní servis v oblasti čerstvých potravin. Společnost byla založena roku 1993, o dva roky později byl vybudován areál v Brně o rozloze 3 000 m<sup>2</sup> s nejnovějšími zařízeními pro skladování a dozrávání banánů. Dnes Hortim nejenom prodává ovoce a zeleninu, ale také pěstuje, importuje, dováží zákazníkům. Vlastní pobočky má na čtyřech místech po České republice a také v Bratislavě.

Ročně společnost vyexpeduje 395 milionů kg čerstvé ovoce a zeleniny. Hortim nabízí po celý rok široký a čerstvý sortiment zboží, který je rozdělen do jednotlivých kategorií: tuzemské a tropické ovoce, citrusové plody, saláty, peckoviny, zelenina.

V současné době vlastní společnost vozový park, díky kterému je schopná vždy včas dodávat zboží na určené místo. Služby v oblasti přepravy zboží poskytuje společnost Cargo-Hortim, spol. s.r.o., která realizuje vnitrostátní i mezinárodní přepravu.

Důležitou součástí služeb společnosti Hortim je prodej ovoce a zeleniny do restaurací a hotelů, tyto prodejny mají název Cash and Carry. Služby Cash and Carry nabízejí prodejny v Brně, Karlových Varech, Ostravě, Bratislavě [39].



Obrázek 9: Společnost Hortim [39]

## 4.2 Sledování zboží ve společnosti Hortim

Tato kapitola se zaměřuje na analýzu současných procesů v dodavatelském řetězci rostlin a dokumentaci společnosti Hortim.

Hortim společnost zajišťuje přepravu produktů mezi tuzemskem a evropskými státy, zejména Velkou Británií, Německem, Francií, Španělskem, Itálií, Maďarskem, Polskem, Holandskem, Belgií, Dánskem, Rumunskem, Bulharskem a ostatními zeměmi na Balkáně [40].

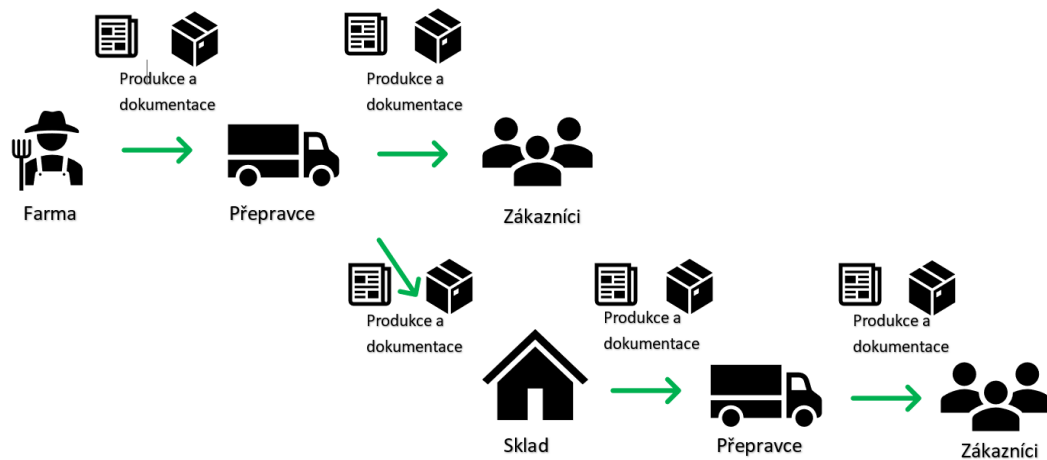
Proces dodavatelského řetězce produktů začíná z farmy, od roku 2017 Hortim provozuje farmu v Božicích na Znojemsku, kde farmáři pěstují kvalitní zeleninu. Když rostliny vyrostou, pěstovatelé sklízí plody, třídí je podle typu rostlin, skládají je do palet, či kartonových krabic. Poté je zboží odesíláno do skladu, nebo přímo k zákazníkovi. Mezinárodní (mezi tuzemskem a zahraničím) a vnitrostátní (po území České republiky a Slovenska) přepravu zboží realizuje společnost Cargo Hortim, spol. s. r. o. Mezinárodní přeprava se specializuje především na import a export rychle se kazícího zboží při stálé teplotě. Vozidla jsou vybavena chladírenskými jednotkami, které

zajišťují správnou přepravní teplotu. Zboží v kartonových boxech se přepravuje při teplotě 0-8 °C, při jiných teplotách jsou využívány termoboxy. Po příjmu zboží do skladu se provádí kontrola kvality produktů. Zboží, které není exportováno přímo zákazníkovi, bude umístěno ve skladovacích prostorech, které mají celkovou rozlohu 33 000 m<sup>2</sup>. Později bude zabaleno do moderních sofistikovaných obalů, které zvyšují trvanlivost rostlin.

Takto ve společnosti probíhá dozrávání banánů, které se uchovávají při teplotě 11-18 °C ve speciální uzavřené fólii a po dozrání se tato fólie otevře kvůli ventilaci plodů. Banány se přepravují v krabicích, nikoliv v ochranné fólii, aby nebylo zabráněno přirozenému větrání.

Jak už bylo zmíněno výše, při skladování se dodržuje teplotní řetězec, takže se dodržuje princip FiFo neboli Fiirst in – First out, což znamená, že zboží, které dorazilo do skladu první, musí být první odesláno zákazníkovi.

Potom bude objednané zboží vyskladněno a odesláno koncovému objednavateli v požadovaném množství, doprava při objednání rostlin bude znovu zajištěna společností Cargo Hortim, spol. s.r.o., čí firmou Abasto, která se zabývá dodáváním ovoce a zeleniny do hotelů, restaurací a maloobchodů [39].



Obrázek 10: Proces dodavatelského řetězce od farmy k zákazníkovi (Zdroj: Vlastní zpracování)

## Rizika spojená s přepravou rostlin

Při mezinárodní a vnitrostátní přepravě zboží podléhajícího rychlé zkáze existuje velká řada rizik, která mohou vést k velkým škodám a nákladům společnosti. Rostliny potřebují dodržení zvláštních podmínek v průběhu přepravy, například zajištění vhodného teplotního režimu, dodržování hladiny vlhkosti.

Dodržení všech těchto podmínek je mnohem obtížnější než dodržování stejných podmínek ve skladových prostorách. Například může dojít k poruše chladírenských jednotek ve vozidle a pokud si toho přepravce nevšimne včas, celá dodávka se zkazí. Zkažení produktů může vyvolat nečasné doručení zboží objednavateli.

Tato rizika byla společností předvídána, v mezinárodní přepravě byla uzavřena pojistná smlouva o pojištění odpovědnosti dopravce dle dohody CMR uzavřená na částku 10 000 000 Kč [40].

## 5 Návrh implementace blockchainu do dodavatelského řetězce společnosti Hortim

V současné době existuje mnoho různých systémů pro sledování produktů a dokumentace, jako jsou IBM Food Trust, FairChain, OpenSC, Provenance, TE-FOOD.

Dnes je každá část dodavatelského řetězce monitorována různými způsoby. Většina společností zpracovává informace ohledně různých činností probíhajících v dodavatelském řetězci na papíře, nebo používá systémy, které mezi sebou nespolupracují, což znamená, že nikdy nebudeme mít úplný přehled o tom, co se v tomto řetězci děje.

Blockchain umožňuje, aby všichni účastníci a systémy v dodavatelském řetězci spolupracovali, což vede k větší efektivitě, přesnosti a bezpečnosti zpracování údajů. Tato technologie indikuje infikované produkty, sleduje způsoby skladování a trasy jejich doručení, určuje maximální možnou dobu skladování, snižuje úbytek zboží v důsledku poškození. Transparentnost zase zvyšuje důvěru kupujících k produktu, jehož bezpečnost je garantovaná sdílenou odpovědností výrobce, dodavatele a prodejce.

	IBM Food Trust	FairChain	OpenSC	Provenance	TE-FOOD
<b>Produkt</b>	Potraviny	Káva, čokoláda	Ryba	Tuňák	Maso, vejce
<b>Blockchain</b>	Hyperledger Fabric	Hyperledger Fabric	Ethereum	Ethereum	Hyperledger Fabric a Ethereum
<b>Technologie</b>	RFID tagy, senzory	QR kódy	RFID, NFC a Bluetooth tagy, QR kódy	QR kódy, NFC tagy	RFID tagy, QR kódy

Tabulka 2: Porovnání systémů [41] [42] [43]



Společnosti OpenSC a Provenance používají veřejný blockchain Ethereum, ve kterém jsou transakce transparentní pro všechny uživatele. TE-FOOD kombinuje veřejný a soukromý blockchain, což přináší společnosti řadu výhod. Soukromý je používán pro sledování transakcí a informací o zboží v průběhu přepravy, veřejný pro přímé platby mezi účastníky pomocí tokenů (zpravuje okolo 400 000 transakcí denně). Společnost také umísťuje v obchodech samoobslužné terminály, díky kterým mohou kupující rychle a bez využití smartphonu zkontrolovat veškerou informaci o konkrétním produktu. Navíc při každém naskenování TE-FOOD odměňuje spotřebitele tokeny, které poté mohou využít při placení dalšího nákupu [41].

	Hyperledger Fabric	Ethereum
<b>Zaměření</b>	Mezioborové	Finanční sektor
<b>Propustnost</b>	> 2000 tps	~ 20 tps
<b>Smart Contracts</b>	Ano	Ano
<b>Programovací jazyk</b>	Golang, Java	Javascript, Python, Kotlin, C++, Ruby
<b>Typ sítě</b>	Privátní	Veřejný

Tabulka 3: Porovnání Hyperledger Fabric a Ethereum [44]

Provenance využívá blockchain pro sledování tuňáků, zde zadání údajů je umožněno pouze zaregistrovaným rybářům. Rybáři odesílají SMS zprávy o svých úlovcích (informace o místě, čase a množství úlovku ) dodavatelům, kteří je poté uloží do distribuované databáze. Koncoví uživatelé pak získají potřebné údaje o produktu naskenováním QR kódu či NFC tagu [42].

OpenSC je stejně jako Provenance zaměřená především na rybolovné odvětví. Společnost vyvinula algoritmus strojového učení, který používá spolu s GPS technologií pro ověření původu ryby. V průběhu testování platformy byl ke každé rybě přilepen RFID tag, poté byly tagy naskenovány na všechny důležité části řetězce a informace byly

nahrány do blockchainu. Společnost také používá speciální zařízení pro sledování změny teploty přepravovaného zboží [43].

Platforma IBM Food Trust pracuje jenom na základě protokolu Linux Hyperledger Fabric a funguje na IBM Cloud pro řízení potravinového řetězce (zpracovává tisíce transakcí za sekundu). Právě Hyperledger Fabric umožňuje zaručit původ potravinových produktů a určit cestu, kterou dané zboží prošlo, zobrazit přesnou polohu či stav, ověřit důvěryhodnost za 2,2 sekundy, bez jeho využití tento proces trvá cca sedm dní [29]. Každý zákazník při nákupu v obchodech očekává skvělé ceny, rychlý a přívětivý servis. Ale nejdůležitější je to, aby produkt, který si kupují, byl bezpečný pro konzumaci. Platforma významně snižuje pravděpodobnost, že infikované nebo zkažené potraviny dorazí ke spotřebiteli.

IBM Food Trust je partnerská síť, která zahrnuje farmáře, velkoobchodní i maloobchodní společnosti, distributory, výrobce a další účastníky dodavatelského řetězce s cílem zlepšit transparentnost a sledovat celý potravinový dodavatelský řetězec. IBM je stabilní společnost s dlouhou historií a dobrou zákaznickou podporou, a to výrazně zvyšuje její důvěryhodnost.

A jak už bylo zmíněno výše, Hortim má dostatečně velkou diferenciaci potravin, ale podle tabulky 2 je vidět, že všechny společnosti kromě IBM se v podstatě zaměřují jenom na konkrétní produkty, jako jsou ryby, vejce, čokoláda a další, což společnosti Hortim moc nevyhovuje.

Z tohoto důvodu je podle mého názoru pro společnost Hortim nejvhodnějším řešením využití blockchain platformy IBM Food Trust.

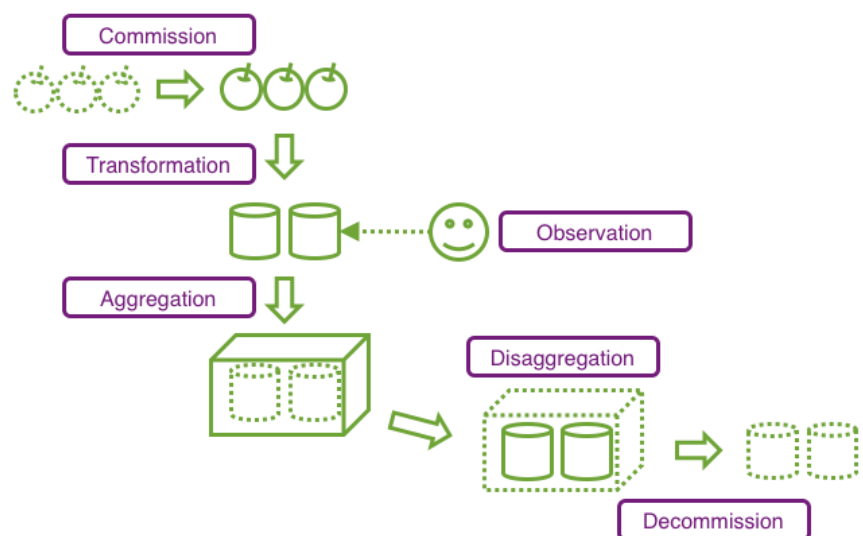
Pro implementaci IBM Food Trust do společnosti bude potřeba se zaregistrovat online a zakoupit si co nejvhodnější modul/moduly pro společnost. IBM Food Trust nabízí moduly pro malé, střední, velké podniky, výběr modulu závisí na ročním obratu společnosti. Hortim společnosti vyhovuje modul pro střední podnik, protože čistý obrat firmy podle výroční zprávy činí 2 975 081 tis. Kč [45].

Je také nutné vytvořit konkrétní tým odborníků, kteří budou zodpovědní za registraci a integraci všech příslušných informací:

- Vlastník účtu – uživatel, který řídí nastavení účtu organizace.
- Správce účtu – může měnit uživatele a organizační nastavení klienta.
- Certifications manažer – přidává, odstraňuje a upravuje certifikáty a dokumentaci.
- Člen týmu pro bezpečnost potravin – může mít více členů, kteří si mohou prohlížet data, sledovat potraviny i zobrazovat certifikáty.
- Onboarding člen týmu – stará se o nahrání a odesílání dat.

Aby bylo možné pomocí Food Trust sledovat zboží, je třeba, aby účastníci nahrávali údaje do sítě. V našem případě, kdy přepravce vyzvedne zboží z farmy, musí nahrát základní informace o produktu (typ zboží, váha, počet palet apod.). Jakmile jsou data nahrána, umožní to pracovníkům skladu připravit místo pro daný typ zboží. Pro tento proces je zapotřebí, aby všichni účastníci měli internetové připojení. Všechna data jsou přeposílána jako XML zprávy (standard GS1 EPCIS).

Zprávy typu GS1 EPCIS XML popisují pozorování, transformace, vytváření a odebírání položek pro jednotlivé a skupinové objekty. Standard GS1 EPCIS se používá ke kodifikaci dat událostí, která členové společnosti nahrávají do IBM Food Trust. Událost EPCIS poskytuje úplnou informaci obchodního procesu v čase a místě (co, když, kde, proč). IBM Food Trust podporuje šest typů událostí: Commission, Decommission, Observation, Transformation, Aggregation, Disaggregation [46].

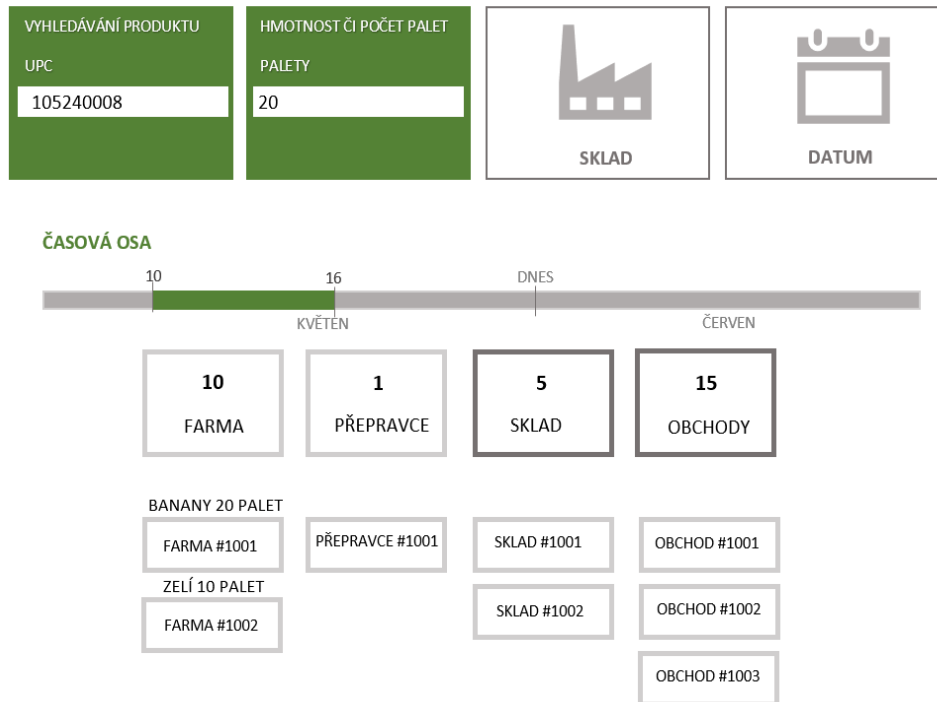


Obrázek 11: Typy událostí EPCIS [46]

Na obrázku 12 je znázorněn příklad implementace platformy IBM Food Trust procesu do dodavatelského řetězce rostlin od pěstování až po koncového zákazníka. Zeleně jsou označena umístění a skutečný stav objednávky, šedá ukazuje další fázi stavu – čekání. Účastníkům platformy, kteří k ní mají přístup, stačí do Modulu Trace zadat ID produktu, název nebo číslo objednávky. Výsledkem jsou údaje o každém kroku dodavatelského řetězce: popis zboží, přesná poloha, čas jeho převzetí/dodání (čas strávený na každém kroku), informace o dodavatelích, distributoru atd.

Pomocí Certifications modul platforma IBM Food Trust umožňuje nahrávání, archivaci, sdílení i úpravu jakýchkoliv typů dokumentů a certifikátů společnosti. Modul obsahuje a zpracovává všechny certifikáty aktuální, ukončené i s vypršenou platností, obchodní dokumentaci, například licence, výsledky testů a certifikátů k auditům a jestli do Certifications budou nahrané jakékoliv dokumenty s vypršenou platností, okamžitě budou označeny ke kontrole.

Modul Consumer je web aplikace, díky které společnost poskytuje přístup spotřebitelům a zákazníkům k informacím o produktu. Například spotřebitelé naskenují QR kód, poté se v aplikaci objeví údaje o původu zboží a cestě, kterou prošel, to všechno pomůže kupujícímu k přesvědčení se o kvalitě produktu.



Obrázek 12: Platforma IBM Food Trust pro sledování produktů (Zdroj: Vlastní zpracování)

## 5.1 Ekonomická analýza systému

V této kapitole bude provedena ekonomická analýza, která se zaměří na zhodnocení nákladů a očekávaných úspor, jež souvisejí s implementací platformy IBM Food Trust.

### 1. metoda: Vlastní postup

Hlavní položkou ve výdajích je zakoupení Modulů. Dodavatelé se mohou bezplatně připojovat a nahrávat data do sítě IBM Food Trust, ale pro malé, střední a velké podniky se ceny služeb pohybují od 100 do 10 000\$ měsíčně a jsou závislé na velikosti společnosti. Cena pro společnost Hortim bude představovat 1 000\$ měsíčně za každý Modul (Trace, Certifications). Je třeba říct, že Moduly nezahrnují „standardní podporu“, jejíž cena bude stát podnik 3 500 \$ za jeden měsíc [47].

**Roční poplatek za platformu** = (Modul Trace + Modul Certifications + Standardní podpora) × 12 = (1000 \$ + 1000 \$ + 3500 \$) × 12 = 66 000 \$.

Platforma funguje na principu sběru, zpracování a následném sdělování dat, tudíž při její implementaci je nutné zahrnout náklady spojené se sledováním a identifikací produktů (RFID tagy, QR kódy, snímače atd.). Společnost Hortim zajišťuje jak paletovou, tak i kartonovou přepravu, ročně převáží cca 1 227 500 palet a 2 007 500 kartonových krabic s ovocem a zeleninou [40]. Mezi technologiemi jsou dost velké cenové rozdíly, RFID tagy jsou dražší – v našem případě je použijeme na větší palety, zatímco menší krabice lze označit QR kódy, které mají nízkou pořizovací cenu, kódy je možné vytisknout. K jejich skenování se používají chytrá zařízení, jako jsou čtečky, počítače nebo chytré telefony. Celkové náklady na zavedení technologií RFID jsou velmi individuální, protože závisí na velikosti společnosti a jejím odvětví, podle RESEARCH AND MARKETS se pohybují v rozmezí 2 000 000 \$ – 5 000 000 \$[48] (zahrnují zakoupení veškerých potřebných zařízení, instalace a údržbu). V našem výpočtu použijeme minimální cenu technologií – 2 000 000 \$.

Je třeba říct, že náklady technologie RFID mohou být jednorázové i každoroční (tagy, obnova/oprava poškozeného zařízení, elektřina atd.) a budou mít v budoucnu dopad na návratnost investic. Například ročně by společnost měla utratit aspoň 122 750 \$ (počet palet × 0.1\$), jenom na zakoupení RFID tagů[49].

Pro řádnou implementaci a vývoj platformy je také nutné zapojit IT vývojáře se znalostí v technologii blockchain, což vede k dalším nákladům. Podle studie společnosti Cryptocurrency Jobs v Evropě vývojáři vydělají 85 000 \$ ročně [50]. Hortim již má interní tým vývojářů, proto společnosti stačí zaměstnat alespoň tři nové pracovníky, kteří by mohli seznámit vlastní tým s blockchainem. Kromě toho IBM poskytuje předplacené služby s veškerými činnostmi spojenými s implementací platformy, jakou jsou Virtually Guided Onboarding, Assisted Onboarding, Architect support ( jednorázový poplatek za každou službu začíná na 5 000 \$) [47]. Odborníci IBM spolupracují s podniky v průběhu

zavádění platformy, dohlíží, provádí školení zaměstnanců a případně dávají rady pro úspěšnou realizaci.

Veškeré náklady na integraci platformy lze rozdělit na fixní a variabilní. V našem případě patří k fixním nákladům zavedení technologie RFID. Variabilní náklady jsou roční odměna nových zaměstnanců, poplatků za platformu a různé doplňkové služby.

**Celkové náklady** = Roční poplatek za platformu + Doplňkové služby + Náklady na zavádění technologie RFID + Roční odměna nových zaměstnanců

$$= 66\,000 \$ + 15\,000 \$ + 2\,000\,000 \$ + 3 \times 85\,000 \$ = 2\,336\,000 \$$$

Podle společností IBM a Maersk mohou dnes náklady na zpracování potřebné obchodní dokumentace dosáhnout 20 % celkových nákladů na dopravu [51]. Vzhledem k tomu, že ve velkých společnostech se skutečné náklady na dopravu odhadují na miliony korun, administrativní činnost může být významnou nákladovou položkou.

Náklady na dopravu společnosti Hortim za rok 2019 činí 6 829 978 \$ [45]. Z čeho vyplývá, že společnost ročně na zpracování dokumentaci utratí minimálně 1 364 860 \$ (20% z dopravních nákladů). Podle výročních zpráv společnosti Hortim se dopravní náklady každý rok zvyšují o cca 101 925 \$. V tabulce 4, jsou uvedené údaje „Náklady na administrativní činnost“ pro roky 2020-2032, spočítány zvyšováním předchozí hodnoty dopravních nákladů o 101 925 \$ a zjištěním z nich 20 % ( 1 USD = 21.5839 CZK)[52] .

Vzhledem k tomu, že systém eliminuje papírové transakce a ruční zpracování údajů, které jsou nahrazeny Modul Certifications, lze s jistotou říci, že dojde ke snížení nákladů na administrativní činnost.

Při dalším výpočtu přepokládejme několik možností, které by hypoteticky mohly nastat při implementaci (snížení nákladů na administrativní činnost o 30%, 50% a 70%).

Rok	Náklady na administrativní činnost (\$)	Úspory při snížení nákladů o 30 % (\$)	Úspory při snížení nákladů o 50 % (\$)	Úspory při snížení nákladů o 70% (\$)	Každoroční náklady (\$) (Moduly + RFID tagy + plat vývojářů)
2019	1 364 860	409 458	682 430	955 402	422 925
2020	1 466 702	440 010	733 351	1 026 691	422 925
2021	1 568 543	470 562	784 271	1 097 980	422 925
2022	1 670 385	501 115	835 192	1 169 269	422 925
2023	1 772 226	531 667	886 113	1 240 558	422 925
2024	1 874 151	562 245	937 075	1 311 905	422 925
2025	1 976 076	592 822	988 038	1 383 253	422 925
2026	2 078 001	623 400	1 039 000	1 454 600	422 925
2027	2 179 926	653 977	1 089 963	1 525 948	422 925
2028	2 281 851	684 555	1 140 925	1 597 295	422 925
2029	2 383 776	715 132	1 191 888	1 668 643	422 925
2030	2 485 701	745 710	1 242 850	1 739 990	422 925
2031	2 587 626	776 287	1 293 813	1 811 338	422 925
2032	2 689 551	806 865	1 344 755	1 882 685	422 925

Tabulka 4 : Výpočet

Celkové náklady na počáteční fázi = 2 336 000 \$ , k návratu investic dojde v případě, že

Celkové náklady na počáteční fázi + Součet každoročních nákladů na udržení investice < Součet úspor, ke kterým dojde díky snížení nákladů na administrativu

Hrubý výnos = (čistý roční zisk ÷ pořizovací cena technologií) × 100 %

Čistý výnos = ((čistý roční zisk – celkové náklady na udržení investice) ÷ pořizovací cena technologií) × 100 %

Při ročním snížení nákladů o **30 %** teoreticky k návratu investic dojde za 14 let.

Hrubý výnos z investice (1 rok) = (409 458 \$ ÷ 2 336 000 \$) × 100 % = 17,5 %

Hrubý výnos z investice (14 rok) = (806 865 \$ ÷ 2 336 000 \$) × 100 % = 34,5 %

Čistý výnos z investice (1 rok) = ((409 458 \$ – 422 925 \$) ÷ 2 336 000 \$) × 100 % = -0,57 %



Čistý výnos z investice (14 rok) =  $((806\,865 \$ - 422\,925 \$) \div 2\,336\,000 \$) \times 100 \% = 16,4 \%$

Při ročním snížení nákladů o **50 %** teoreticky k návratu investic dojde za 7 let.

Hrubý výnos z investice (1 rok) =  $(682\,430 \$ \div 2\,336\,000 \$) \times 100 \% = 29,2 \%$

Hrubý výnos z investice (7 rok) =  $(988\,038 \$ \div 2\,336\,000 \$) \times 100 \% = 42,2 \%$

Čistý výnos z investice (1 rok) =  $((682\,430 \$ - 422\,925 \$) \div 2\,336\,000 \$) \times 100 \% = 11,1 \%$

Čistý výnos z investice (7 rok) =  $((988\,038 \$ - 422\,925 \$) \div 2\,336\,000 \$) \times 100 \% = 24,1 \%$

Při ročním snížení nákladů o **70 %** teoreticky k návratu investic dojde za 4 roky.

Hrubý výnos z investice (1 rok) =  $(955\,402 \$ \div 2\,336\,000 \$) \times 100 \% = 40,8 \%$

Hrubý výnos z investice (4 rok) =  $(1\,169\,269 \$ \div 2\,336\,000 \$) \times 100 \% = 50 \%$

Čistý výnos z investice (1 rok) =  $((955\,402 \$ - 422\,925 \$) \div 2\,336\,000 \$) \times 100 \% = 22,7 \%$

Čistý výnos z investice (4 rok) =  $((1\,169\,269 \$ - 422\,925 \$) \div 2\,336\,000 \$) \times 100 \% = 31,9 \%$

Studie společnosti Juniper Research ukazuje, že blockchain do roku 2024 umožní ušetřit v potravinářském průmyslu cca 31 miliard dolarů a náklady na dodržování předpisů sníží o 30 % (náklady zahrnují plat zaměstnanců pracujících s dokumentací, čas a peníze vynaložené na jejich zpracování atd.)[53]. Tudíž lze říct, že výpočet návratu investic při ročním snížení nákladů o 30 % je nejvíce pravděpodobný.

## 2. metoda: Kalkulace potenciálních úspor na webu IBM

Na webu IBM Food Trust lze získat odhad potenciálních úspor společnosti, příklad výpočtu je představen na obrázcích 13, 14. Podle společnosti je tento výpočet sestaven jen pro informační účely, je založený na interview, odhadech zákazníků, obchodníků, prodejců a časopisů, ale nikoli na skutečných údajích týkajících se produktů IBM [54].

Při vypočítání výnosu společnosti na webu IBM Food Trust si lze vybrat ze tří kategorií: „Maloobchodník“, „Výrobce/Dodavatel“ a „Distributor/Velkoobchodník“, společnost Hortim lze zařadit do druhé a poslední kategorie.

Retailer
Manufacturer / Supplier
Distributor / Wholesaler

1. Distributor/Wholesaler annual sales:

2. Percentage Perishable Revenue

3. Number of facilities

4. Number of people working on traces:

5. Number of traces annually:

Submit

Obrázek 13: Příklad výpočtu potenciálních úspor [54]

<b>Total annual cost savings</b>	<b>\$196,000</b>
Annual cost of product loss due to supply chain inefficiencies	\$5,000
Annual cost of executing traces and investigations	\$190,000

<b>Total cost associated with a single recall</b>	<b>\$54,000</b>
Lost revenue from pulled product during recall	\$26,000
Lost revenue due to <u>halo effect</u>	\$10,000
Cost of a <u>recall execution</u>	\$18,000

Obrázek 14: Příklad výpočtu potenciálních úspor [54]

Pro přesný výpočet pomocí IBM kalkulačky mi společnost bohužel neposkytla všechny potřebné údaje, ale podařilo se mi odvodit vzorce:

Celkové roční úspory se rovnají ročním nákladům, ke kterým dojde kvůli zkažení produktů při neefektivním řízení dodavatelského řetězce + nákladům na sledování zboží.

Celkové náklady spojené se stažením zkaženého zboží z prodeje se rovnají ztraceným výnosům kvůli stažení produktů z prodeje + ztraceným výnosům v důsledku haló efektu + provozním nákladům spojeným se stažením produktů z prodeje.

Hodnoty na obrázcích 13 a 14 jsou stanoveny podle vzorců uvedených v tabulce 5 [54].

Název	Výpočet
<b>Total annual cost savings</b>	Annual cost of product loss due to supply chain inefficiencies + Annual cost of executing traces and investigations
Annual cost of product loss due to supply chain inefficiencies	Distributor annual sales × Percentage Perishable Revenue × (1 - .17) × .05 × .1 × .05
Annual cost of executing traces and investigations	Number of people working on traces × Distributor annual sales × 1 / 52 × 0.55 × 120000
<b>Total cost associated with a single recall</b>	Lost revenue from pulled product during recall + Lost revenue due to halo effect + Cost of a recall execution
Lost revenue from pulled product during recall	$(1 / 52 \times (\text{Distributor annual sales} / 670 / 1000000000) \times 7041400000$

Lost revenue due to halo effect	$\text{Distributor annual sales} / 670 / 1000000000 \times 7041400000 \times 2 / 52 \times .20$
Cost of a recall execution	$\text{Number of facilities} \times 4 \times 30 \times 5$

Tabulka 5: Vzorce pro výpočty úspor [54]

Podle tabulky 5 je vidět, že formule jsou založeny především na údajích o zkažených potravinách a počtu lidí pracujících v řetězci. Což není překvapující, protože skoro třetina potravin se v globálním potravinářském odvětví ztratí, zkaží a následně vyhodí[55]. Společnost IBM tvrdí, že využití blockchainu umožní snížit přímé a nepřímé náklady spojené se stažením produktu v dodavatelském řetězci o cca 15 %.

## 5.2 Zhodnocení navržené technologie

Technologie blockchain může mít pozitivní vliv na řešení klíčových problémů v dodavatelském řetězci společnosti Hortim, včetně spolehlivosti, stability a flexibility dodavatelského řetězce [56].

Jak už bylo zmíněno výše, hlavní výhodou blockchainu v řízení dodavatelského řetězce jsou snížené náklady na logistiku. Podle průzkumu společnosti Forrester [57] organizace používající IBM blockchain mají potenciál k významnému snížení provozních a investičních nákladů tím, že se vyhnou komplikovanosti v administrativní činnosti a náročným postupům při ověřování údajů.

Ve většině tradičních dodavatelských řetězců se údaje mezi účastníky přenášejí jen jedním směrem, takže účastníci nemají k dispozici stejnou verzi informace. V průběhu

času řetězce začínají být komplikovanější a neshody kvůli nedostatečné transparentnosti a různých verzí záznamů mohou způsobit komplikace v podnikání.

Díky platformě IBM máme příležitost získávat informace o všech změnách v reálném čase. Přičemž při každém přidání informace je ke každému bloku je přiřazeno časové razítko, díky kterému lze snadno poznat, který záznam je ten pravý. To vše výrazně snižuje možnost ztracení dokumentace neznámých fází řetězce. V dodavatelských řetězcích se ročně ztratí kolem 1,6 miliardy tun potravin v hodnotě 1,2 bilionu dolarů a podle organizace BCG částečná nebo úplná digitalizace řetězce sníží tuto částku o 120 miliard dolarů [55].

Nicméně existují překážky a rizika implementace blockchainu v řízení společnosti. Přejít na platformu založenou na blockchainu je nesporně obrovským krokem k zefektivnění současných procesů, který vyžaduje velké investice v počáteční fázi. Z toho vyplývá, že jedním z možných rizik je nízká likvidita.

Za zmínku stojí také to, že je velmi obtížné vyhodnotit celkovou ekonomickou efektivitu technologií, protože náklady a přínosy technologií se obvykle počítají v dlouhodobém výhledu, jelikož dosažení úspěchu nových technologií trvá mnohem déle. Jak je uvedeno na webu IBM Food Trust, IBM nezaručuje, že implementace platformy povede k jakýmkoliv úsporám, a ve skutečnosti i odhady společnosti pro výpočty benefitů jsou založeny jenom na různých předpokladech, nikoliv na konkrétních údajích [54]. To znamená, že žádné výpočty ekonomické efektivity blockchainu nemohou dávat konkrétní jistotu, že jsou správné, mohou být považované pouze za „domněnky“, takže během fáze plánování by mělo vedení podniku rozumně zhodnotit objem investic investovaných do platformy. Ovšem z finančního pohledu se lze předpokládat, že investice vložená do platformy IBM a technologie RFID se vyplatí.

## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo představit princip fungování technologie blockchain a poznat její architekturu. Lze říci, že nezávislost na třetích stranách při uzavírání smluv přináší autonomii do systému. Data jsou věrohodná – transakce v distribuované databázi jsou šifrovány kryptografickým kódem a přenos dat se provádí okamžitě.

Technologie je vytvořena tak, že možnosti manipulace s údaji v zájmu někoho jsou v systému mnohem menší než v případě klasické (papírové) podoby smluv. Díky tomu napomáhá blockchain vyhnout se omylům a neshodám v dokumentacích, protože všichni účastníci sítě mají přístup ke stejné verzi záznamů. Transakce jsou zaznamenávány v blocích, jejichž vymazání a změna téměř není možná, a v případě jakýchkoliv konfliktních situací je mnohem jednodušší i rychlejší objevit a odstranit jejich příčinu.

S ohledem na výše uvedené jsou možnosti technologie obrovské a mají velký potenciál pro využití. Obzvláště slibné je, že všechny iniciativy mohou být spuštěny s malým počtem uživatelů a poté mohou být lehce rozšířeny na celý trh.

Ve druhé kapitole byly popsány hlavní oblasti využití technologie, a to bankovníctví, zdravotnictví, podnikání a samozřejmě doprava a logistika. V oblasti dopravy a logistiky byly analyzovány dopravní aplikace a systémy, u nichž blockchain pravděpodobně najde své uplatnění. Jak jsme se dozvěděli, aplikace blockchain v oblasti dopravy určitě má své výhody, ale také i nevýhody, o kterých se hodně nemluví. Mezi ně patří například určitá pomalost nahrání údajů v některých blockchainech. Vkládání dat ve veřejných blockchainech není rychlé, protože vyžaduje distribuovaného konsenzu, a pro některé aplikace může být využití sporné. Základní myšlenkou blockchainu je potvrzení činnosti a faktů v situaci, kdy nikdo nikomu nedůvěřuje. V dopravním odvětví je tato situace typická při mezinárodních obchodních transakcích. Například na úrovni své země může být každá zúčastněná strana nucena spolupracovat s vládními institucemi, zatímco na

globální úrovni žádný regulační orgán existovat nemusí, v této situaci je využití blockchainu ideální.

Ve třetí kapitole byl analyzován dodavatelský řetězec rostlin, princip jeho fungování, dokumentace potřebná k přepravě a skladování rostlin, dále byly popsány různé technologie pro jeho identifikaci, včetně blockchainu. V tomto odvětví nabízí blockchain velké příležitosti, technologie pomáhá dosáhnout určité digitální důvěryhodnosti, což snižuje míru nejistoty u kupujících a prodejců. Technologie zkrátí čas při průchodu dodavatelským řetězcem díky rychlejšímu identifikování konkrétních kamionů/kontejnerů.

V další fázi práce jsme se seznámili se společností Hortim, do které byla navržena implementace platformy na bázi blockchainu. Během studie jsme zjistili, že technologie je poměrně nová a neexistuje žádná jednotná vědecká báze s informacemi, protože se teprve začíná zkoumat a používat ve velkých společnostech. Tudíž byla provedena ekonomická analýza a celkové zhodnocení technologie. Na jejím základě jsme zjistili, že implementace může přinést spoustu benefitů. Je pravda, že blockchain je velmi zajímavé řešení pro společnosti, ale není řešením pro všechny typy problémů. S jistotou lze ale říci, že na příkladu některých velkých společností, jako jsou Walmart, či Maersk, zvyšuje spolehlivost a účinnost dodavatelského řetězce [58].

Úspěch blockchainu v logistice závisí na mnoha faktorech. Pro úspěšnou implementaci do již existujících procesů by společnostmi měly projevovat iniciativu, neustále zlepšovat své znalosti o technologii a samozřejmě spolupracovat. Nejlepším příkladem je aliance BiTA, která byla zmíněná ve druhé kapitole, v jejíž případě spolupráce konkurentů a vytváření jednotných standardů přináší spoustu benefitů.

Je samozřejmé, že existují určité překážky, které jsou spojené se zavedením blockchainu, ale čím více společností začne pracovat v tomto směru, tím více případů úspěšné implementace uvidíme.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MELANIE SWAN. *Blockchain: Blueprint pro nové hospodářství*. 1 edition. Beijing : Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2015. ISBN 978-1-4919-2049-7.
- [2] JAVŮREK, Karel. Bitcoin. *Connect.cz* [online]. jna 2018 [vid. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://connect.zive.cz/clanky/bitcoin-vznikl-v-roce-2008/sc-320-a-194622/default.aspx>
- [3] MAGAŽÍN FINEX. Blockchain - Co je to blockchain a jak funguje? » Finex.cz. *Finex.cz* [online]. 27. listopad 2018 [vid. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://finex.cz/blockchain/>
- [4] NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* [online]. [vid. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- [5] MIS. *Hashovací funkce* [online]. [vid. 2021-08-09]. Dostupné z: [http://mis.e-mis.cz/index.php/Hashovac%C3%AD\\_funkce](http://mis.e-mis.cz/index.php/Hashovac%C3%AD_funkce)
- [6] VANO NARIMANIDZE. Bitcoin se může stát terčem 51% útoku [online]. [vid. 2020-05-30]. Dostupné z: <https://prague.bc.events/news/vano-narimanidze-bitcoin-may-be-hacked-by-a-51-attack-96256>
- [7] IBM. *Hyperledger fabric* [online]. [vid. 2021-08-07]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/topics/hyperledger>
- [8] THE BIRTHING SITE. *Rozdíl mezi blockchain a tradiční databází* [online]. 22. říjen 2019 [vid. 2020-05-30]. Dostupné z: <https://cs.mort-sure.com/blog/the-difference-between-blockchain-and-traditional-database-e14de2/>
- [9] HASIB ANWAR. Private Blockchain Vs Database. *101 Blockchains* [online]. 13. únor 2020 [vid. 2021-07-27]. Dostupné z: <https://101blockchains.com/private-blockchain-vs-database/>
- [10] GWYNETH IREDALE. Blockchain vs Database: Understanding The Difference Between The Two. *101 Blockchains* [online]. 30. prosinec 2020 [vid. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://101blockchains.com/blockchain-vs-database-the-difference/>
- [11] NAMIOT, AKIMOV, KUPRIYANOVSKY, POKUSAYEV. *Aplikace blockchain v dopravě* [online]. 2017 [vid. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://cyberleninka.ru/article/n/prilozheniya-blokcheyn-na-transporte/viewer>
- [12] QASOURCE BLOG. *Test Automation Approach To Blockchain* [online]. 4. únor 2019 [vid. 2020-10-05]. Dostupné z: <https://blog.qasource.com/test-automation-approach-to-blockchain-autocast-spring-2019>
- [13] SHEPPARDMULLIN. *Blockchain for the Transportation Industry* [online]. [vid. 2021-07-17]. Dostupné z: <https://www.lawoftheledger.com/wp->



content/uploads/sites/777/2018/08/Blockchain-for-the-Transportation-Industry-Article-0318.pdf

- [14] BLOCKCHAIN NETWORK. Blockchain Transforms Automotive Industry Car eWallet & IBM Hyperledger Fabric. *Blockchain Network* [online]. 17. červen 2021 [vid. 2021-08-05]. Dostupné z: <https://blokchainnetwork.com/blockchain-transforms-automotive-industry-car-ewallet-ibm-hyperledger-fabric/>
- [15] RYDER EXCHANGE. Blockchain: The Future of Supply Chain Operations. *Paperblog* [online]. 15. březen 2017 [vid. 2020-08-05]. Dostupné z: <https://en.paperblog.com/blockchain-the-future-of-supply-chain-operations-1638444/>
- [16] *Main challenges associated with MaaS & Approaches for overcoming them* [online]. [vid. 2021-07-16]. Dostupné z: <https://maas-alliance.eu/wp-content/uploads/sites/7/2019/02/Main-challenges-pdf.pdf>
- [17] LEDGER INSIGHTS. Sony unveils blockchain database for sharing transport data. *Ledger Insights - enterprise blockchain* [online]. 23. duben 2020 [vid. 2020-08-05]. Dostupné z: <https://www.ledgerinsights.com/sony-blockchain-database-share-transport-data/>
- [18] LUFTHANSA INDUSTRY SOLUTIONS. *Blockchain pro větší transparentnost v letectví* [online]. [vid. 2021-07-28]. Dostupné z: <https://www.lufthansa-industry-solutions.com/de-de/loesungen-produkte/luftfahrt/mit-blockchain-zu-mehr-transparenz-in-der-luftfahrt>
- [19] KEVIN O'SULLIVAN. *Blockchain: the future of flight data management* [online]. 28. březen 2018 [vid. 2021-07-28]. Dostupné z: <https://www.airport-technology.com/features/blockchain-future-flight-data-management/>
- [20] PIXELPLEX. TradeLens by Maersk - IBM Blockchain Supply Chain Solution. *PixelPlex* [online]. 2. říjen 2021 [vid. 2021-08-05]. Dostupné z: <https://pixelplex.io/blog/maersk-ibm-tradelens-blockchain-supply-management/>
- [21] MPA SINGAPORE. *Start ups in the Maritime Sector* [online]. [vid. 2021-07-28]. Dostupné z: [https://www.ssa.org.sg/images/ssa/pdf/pressreleases/New-Opportunities-for-Start-ups-in-the-Maritime-Sector\\_fin.pdf](https://www.ssa.org.sg/images/ssa/pdf/pressreleases/New-Opportunities-for-Start-ups-in-the-Maritime-Sector_fin.pdf)
- [22] BITA. Blockchain in Transport Alliance. *BiTA: Blockchain in Transport Alliance* [online]. [vid. 2021-07-20]. Dostupné z: <https://www.bitastudio.com>
- [23] JESSIE GUY. *Unlocking The Possible Of Blockchain In Transportation Industry | aocuk* [online]. 29. prosinec 2019 [vid. 2020-08-05]. Dostupné z: <https://www.aocuk.net/unlocking-the-possible-of-blockchain-in-transportation-industry.html>
- [24] ASSTRA NEWS. Why blockchainization is taking over the logistics industry. *International shipping and transporting company | Asstra* [online]. 19. září 2018 [vid. 2021-07-16]. Dostupné z: <https://asstra.com/press-centre/news/2018/09/blockchainization/>

- [25] DOSKOČILOVÁ. Zahraniční platby. *Peníze.cz* [online]. 17. prosinec 2020 [vid. 2021-07-27]. Dostupné z: <https://www.penize.cz/osobni-ucty/421632-prijde-vam-20-tisic-banka-si-vezme-200-kc-proc-stoji-zahranicni-platby-tolik>
- [26] STL PARTNERS. *Blockchain healthcare use cases* [online]. [vid. 2021-08-05]. Dostupné z: [https://stlpartners.com/digital\\_health/5-blockchain-healthcare-use-cases/](https://stlpartners.com/digital_health/5-blockchain-healthcare-use-cases/)
- [27] TECHHQ. *Can blockchain combat fake clicks in online marketing?* [online]. 9. březen 2020 [vid. 2021-08-05]. Dostupné z: <https://techhq.com/2020/03/can-blockchain-combat-fake-clicks-in-online-marketing/>
- [28] KARA ROGERS. German E. coli outbreak of 2011. *Encyclopedia Britannica* [online]. [vid. 2021-07-27]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/event/German-E-coli-outbreak-of-2011>
- [29] HYPERLEDGER. Walmart Case Study. *Hyperledger* [online]. [vid. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.hyperledger.org/resources/publications/walmart-case-study>
- [30] *Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey* [online]. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI\\_2019-global-blockchain-survey.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf)
- [31] JACKIE WILES. *5 Ways Blockchain Will Affect HR* [online]. 27. září 2019 [vid. 2021-08-05]. Dostupné z: [//www.gartner.com/smarterwithgartner/5-ways-blockchain-will-affect-hr/](http://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-ways-blockchain-will-affect-hr/)
- [32] MANAGEMENTMANIA. Dodavatelský řetězec. *ManagementMania.com* [online]. [vid. 2020-03-24]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/dodavatelsky-retezec-supply-chain>
- [33] KHKZ. *CERTIFIKÁTY O PŮVODU ZBOŽÍ* [online]. [vid. 2020-03-24]. Dostupné z: <https://www.khczk.cz/certifikaty-o-puvodu-zbozi>
- [34] KODYS. *Internet věcí* [online]. [vid. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/technologie/internet-veci-internet-things>
- [35] KODYS. *RFID - radiofrekvenční identifikace* [online]. [vid. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/technologie/rfid>
- [36] KUBA DRHLÍK. *Bezdrátové technologie - Co je NFC a jak ho využít* [online]. 17. červenec 2015 [vid. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.svetandroida.cz/bezdratove-technologie-nfc/>
- [37] QR9.ME. Vytvoření QR kódu. *QR kódy na etiketách výrobků* [online]. [vid. 2021-07-23]. Dostupné z: <https://qr9.me/free-qr-code-generator.php?lang=cs>
- [38] GAIHA, GAUR. Building a Transparent Supply Chain. *Harvard Business Review* [online]. 2020 [vid. 2020-06-21]. ISSN 0017-8012. Dostupné z: <https://hbr.org/2020/05/building-a-transparent-supply-chain>
- [39] Hortim. *Hortim* [online]. [vid. 2020-06-24]. Dostupné z: <https://www.hortim.cz/o-nas/>

- [40] CARGOHORTIM. *Mezinárodní a vnitrostátní přeprava, logistika, přeprava zboží* [online]. [vid. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://www.cargohortim.cz/cz/o-nas/index.html>
- [41] *TE-FOOD WHITEPAPER* [online]. [vid. 2021-08-07]. Dostupné z: <https://www.allcryptowhitepapers.com/wp-content/uploads/2018/05/te-food-whitepaper.pdf>
- [42] JESSI BAKER. *Tracking Tuna from Catch to Customer* [online]. [vid. 2021-08-07]. Dostupné z: <https://www.provenance.org/news-insights/tracking-tuna-catch-customer>
- [43] OPENSC. Austral Fisheries | Case Study. *OpenSC | Supply Chain Transparency* [online]. [vid. 2021-08-07]. Dostupné z: <https://opensc.org>
- [44] MAYANK SAHU. Difference Between Hyperledger and Ethereum. *upGrad blog* [online]. 26. březen 2020 [vid. 2021-08-07]. Dostupné z: <https://www.upgrad.com/blog/hyperledger-vs-ethereum-difference-between-hyperledger-and-ethereum/>
- [45] MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI ČESKÉ REPUBLIKY. *Veřejný rejstřík a Sbírka listin* [online]. [vid. 2021-08-08]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>
- [46] IBM. *Data types - IBM Food Trust™ Docs* [online]. [vid. 2020-07-05]. Dostupné z: <https://food.ibm.com/ift/docs/data-types/>
- [47] IBM FOOD TRUST. *Pricing* [online]. [vid. 2020-06-13]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/uk-en/products/food-trust/pricing>
- [48] MARKETS AND MARKETS. *Impact Analysis MarketsandMarkets* [online]. [vid. 2021-08-09]. Dostupné z: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/rfid-market-446.html>
- [49] ADVANCED MOBILE. *Price of RFID Tags* [online]. 9. listopad 2016 [vid. 2021-08-09]. Dostupné z: <https://www.advancedmobilegroup.com/blog/the-true-price-of-rfid-tags>
- [50] BLOCKCHAIN & BITCOIN CONFERENCE PRAGUE. Odborníci na blockchain. *Blockchain & Bitcoin Conference Prague* [online]. 19. březen 2019 [vid. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://prague.bc.events/news/kto-takie-blokcheyn-spetsialisti-i-skolko-oni-zarabativayut-96943>
- [51] MARK B. SOLOMON. *Maersk, IBM launch first blockchain joint venture for trade, transportation* [online]. 16. leden 2018 [vid. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.dcvelocity.com/articles/29429-maersk-ibm-launch-first-blockchain-joint-venture-for-trade-transportation>
- [52] XE. *1 CZK to USD - Czech Koruny to US Dollars Exchange Rate* [online]. [vid. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://www.xe.com/currencyconverter/convert/?Amount=1&From=CZK&To=USD>
- [53] JUNIPER RESEARCH. *Blockchain to Save the Food Industry \$31 Billion by 2024* [online]. 25. listopad 2019 [vid. 2021-08-09]. Dostupné

z: <https://www.juniperresearch.com/press/press-releases/blockchain-to-save-the-food-industry-31-billion>

- [54] *IBM Food Trust Value Assessment* [online]. 12. březen 2019 [vid. 2020-07-29]. Dostupné z: <https://food-trust-roi.mybluemix.net/results.html>
- [55] HEGNSHOLT, UNNIKRISHNAN , POLLMANN-LARSEN , ASKELSDOTTIR, GERARD. Tackling the 1.6-Billion-Ton Food Loss and Waste Crisis. *BCG Global* [online]. 18. červenec 2020 [vid. 2021-07-23]. Dostupné z: <https://www.bcg.com/publications/2018/tackling-1.6-billion-ton-food-loss-and-waste-crisis>
- [56] NIR KSHETRI. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*. 2018, 80–89.
- [57] IBM. *The Total Economic Impact Of IBM Blockchain* [online]. červenec 2018 [vid. 2020-07-08]. Dostupné z: <https://tools.totaleconomicimpact.com/go/ibm/blockchainTEI/>
- [58] DHL. *Blockchain in logistics, Trend Research* [online]. 2018. Dostupné z: <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Princip fungování transakcí v blockchainu (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	11
Obrázek 2: Princip fungování řetězce v blockchainu (Zdroj: Vlastní zpracování).....	12
Obrázek 3: Formát transakce ( Zdroj: Vlastní zpracování) .....	13
Obrázek 4: Princip "proof-of-work" v blockchainu (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	14
Obrázek 5: Transakce hašované v Merkle stromu (Zdroj: Vlastní zpracování).....	15
Obrázek 6: Blockchain vs. tradiční databáze (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	18
Obrázek 7: Implementace blockchainu v různých odvětvích [12].....	21
Obrázek 8: Platforma Car eWallet (Zdroj: Car eWallet) .....	23
Obrázek 9: Společnost Hortim [39] .....	37
Obrázek 10: Proces dodavatelského řetězce od farmy k zákazníkovi (Zdroj: Vlastní zpracování) ....	38
Obrázek 11: Typy událostí EPCIS [46] .....	44
Obrázek 12: Platforma IBM Food Trust pro sledování produktů (Zdroj: Vlastní zpracování).....	45
Obrázek 13: Příklad výpočtu potenciálních úspor [54] .....	50
Obrázek 14: Příklad výpočtu potenciálních úspor [54] .....	50

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Příklad porovnání tradičního procesu a blockchainu (Zdroj: Vlastní zpracování) ..	20
Tabulka 2: Porovnání systémů [41] [42] [43].....	40
Tabulka 3: Porovnání Hyperledger Fabric a Ethereum [44] .....	41
Tabulka 4 : Výpočet .....	48
Tabulka 5: Vzorce pro výpočty úspor [54] .....	52