

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: N0413A050001 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: Specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

BLOCKCHAIN A JEHO UPLATNĚNÍ V ŘÍZENÍ DODAVATELSKÉHO ŘETĚZCE

Diplomová práce

Bc. Ondřej KOPČAN

Vedoucí práce: prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Bc. Ondřej Kopčan**

Studijní program: **Ekonomika a management**

Název tématu: **Blockchain a jeho uplatnění v řízení dodavatelského řetězce**

Cíl: Cílem práce bude analyzovat a vyhodnotit možnosti uplatnění technologie blockchain v řízení dodavatelského řetězce na základě systematické literární rešerše odborných zdrojů a případových studií z praxe.

Rámcový obsah:

1. Shrňte nejnovější poznatky z oblasti technologie blockchain a řízení dodavatelských řetězců.
2. Proveďte systematickou literární rešerši odborných zdrojů a případových studií zaměřených na uplatnění technologie blockchain v řízení dodavatelského řetězce.
3. Analyzujte možnosti uplatnění dané technologie, vyhodnoťte její potenciální přínosy a rizika pro řízení dodavatelského řetězce.
4. Navrhněte doporučení a postupy pro zavedení této technologie do praxe dodavatelských řetězců.

Rozsah práce: 55 – 65 stran

Seznam odborné literatury:

1. FUGATE, B. – VAN HOEK, R. – DAVLETSKIN, M. *Integrating Blockchain into Supply Chain Management: A Toolkit for Practical Implementation*. New York: Kogan Page, 2019. 264 s.
2. GROS, I. *Velká kniha logistiky*. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.
3. MACUROVÁ, P. – KLABUSAYOVÁ, N. – TVRDOŇ, L. *Logistika*. 2. vyd. VŠB-TU Ostrava, 2018. 342 s. Series of economics textbooks ; ISBN 978-80-248-4158-8.


Datum zadání diplomové práce: únor 2020

Termín odevzdání diplomové práce: leden 2021

L. S.


prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.
Vedoucí práce


doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.
Garant studijní specializace


Mgr. Petr Šulc
Prorektor ŠAVŠ


Bc. Ondřej Kopčan
Autor práce

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval(a) samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil(a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnici OS.17.10 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom(a), že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 31.12.2020

.....
Bc. Ondřej Kopčan

Rád bych tímto poděkoval panu prof. Ing. Radimovi Lenortovi, Ph.D. za souhlas s vedením této práce. Jeho rozhled a profesní znalosti výrazně přispěly k tvorbě této diplomové práce.

Zároveň bych rád poděkoval mé rodině a přátelům, kteří mi byli oporou po dobu psaní této diplomové práce i během celého navazujícího studia.

Obsah

Úvod.....	7
1 Dodavatelský řetězec.....	9
1.1 Historický vývoj	9
1.2 Pojem „dodatelský řetězec“	11
1.3 Toky v dodavatelském řetězci	16
1.4 Doplnující pojmy.....	20
1.5 Metody řízení dodavatelského řetězce.....	23
2 Blockchain jako technologie zítřka.....	29
2.1 Více než Bitcoin	29
2.2 Zabezpečení	32
2.3 Hlavní pilíře	35
2.4 Technologie zítřka.....	37
3 Propojení řetězců.....	39
3.1 Požadavky.....	39
3.2 Možnosti propojení	40
3.3 Prokazatelnost původu zboží	41
3.4 Zdravotní nezávadnost potravin	46
3.5 Digitalizace globálního obchodu.....	53
3.6 Vyhodnocení potenciálu	61
4 Doporučení pro implementaci	66
4.1 Model hodnotových dimenzí.....	66
4.2 Strategie a způsob myšlení	69
4.3 Hodnotící rámec.....	73
4.4 Shrnutí dosavadních poznatků.....	75
4.5 Kritické zhodnocení	76
5 Závěr.....	78
Seznam literatury	80
Seznam obrázků a tabulek.....	86
Seznam příloh	87

Seznam použitých zkratk a symbolů

API	rozhraní pro programování aplikace (Application Programming Interface)
B/L	konosament (Bill of Lading)
EDI	elektronická výměna dat (Electronic Data Interchange)
ERP	plánování podnikových zdrojů (Enterprise Resource Planning)
I2M	integrované řízení zásob (Integrated Inventory Management)
IoS	internet služeb (Internet of Services)
IoT	internet věcí (Internet of Things)
JiS	dodávky v sekvencích (Just in Sequence)
JiT	dodávky právě včas (Just in Time)
LSCM	štíhlý přístup k dodavatelským řetězcům (Lean Supply Chain Management)
NFC	bezdrátová komunikace na krátkou vzdálenost (Near Field Communication)
PoS	důkaz zárukou (Proof of Stake)
PoW	důkaz prací (Proof of Work)
RFID	identifikace na rádiové frekvenci (Radio Frequency Identification)
SCM	řízení dodavatelských řetězců (Supply Chain Management)
TOC	teorie omezení (Theory of Constraints)

Úvod

Kdo ještě neslyšel o bitcoinu? O virtuální měně, která není podložena žádnou skutečnou hodnotou a o které se mluví jako o první plně globální měně. Bitcoin nepodléhá žádné správě ani centrální instituci. Naopak, jeho decentralizovaná povaha znamená, že na něm nelze provádět intervenční zásahy, není nikde uložen a nikdo ho fyzicky nevlastní. I to může být důvod, proč stále plní titulky předních světových médií, zejména ve spojitosti s jeho tržní kapitalizací a rostoucí cenou dosahující rekordních hranic. Bitcoin je zkrátka revolučním projektem a až s odstupem času bude zřejmé, jakých rozměrů dosáhne. Ať už se ale bude v budoucnu platit kryptoměnami, kartami, hodinkami nebo mincemi, jedno je jasné. Bitcoin světu přinesl nejen jiný úhel pohledu na světové finance a peníze jako takové, ale především jeho základní stavební technologii – blockchain.

Blockchain si lze představit jako distribuovanou účetní knihu, která je stále aktuální a obsahuje pravdivé informace, ale nikdo ji nevlastní a nikomu nepodléhá. Navíc se do ní může kdokoli a kdykoli podívat a sledovat transakce v reálném čase. Data uložená v blockchainové síti jsou kryptograficky chráněna proti přepsání a především nejsou uložena na jednom centrálním místě. Zabezpečení pomocí hashování či asymetrické kryptografie téměř eliminují možné napadnutí a síťový konsenzus zaručuje důvěryhodnost celé sítě. Blockchain nabízí také další benefity, ale pokročilost výzkumu je stále nízká, stejně jako uplatnění v praxi.

Motivací pro výběr tématu závěrečné práce bylo šíření osvěty o možnostech samotné technologie a nalezení možného využití ve specializaci studijního programu studovaného autorem práce. Tematika technologie blockchain je stále spojována především s bitcoinem a jeho využitím ve finančním sektoru. To ukazuje velký potenciál, který může mít bitcoin pro globální finanční síť. Ale potenciál technologie blockchain postupně objevují také jiná odvětví ekonomiky. Tato práce má snahu ukázat, že technologie blockchain je více než jen bitcoin a že může způsobit technologickou revoluci po vzoru rozšíření internetové sítě.

Původní cíl práce, tedy analyzovat a vyhodnotit možnosti použití technologie blockchain v řízení dodavatelských řetězců, zůstává platný, avšak byl rozdělen na dvě dílčí části. Prvním dílčím cílem této práce je provést SWOT analýzu a vyhodnotit možnosti uplatnění technologie blockchain v řízení dodavatelských řetězců.

Druhým dílčím cílem je vymezit a popsat vhodné sady doporučení pro implementaci technologie v praxi. Oba dílčí cíle jsou zpracovány na základě systematické literární rešerše odborné literatury a veřejně dostupných případových studií z praxe. Předmětem zkoumání jsou zejména pilotní projekty průkopníků technologie blockchain v dodavatelských řetězcích.

Vlastní text této práce je rozdělen do čtyř kapitol. Teoretickou část práce tvoří dvě kapitoly, které poskytují nutný základ pro pochopení výstupů prezentovaných v empirické části. První kapitola vychází z historického vývoje a definice dodavatelského řetězce jako pojmu. Charakterizuje jednotlivé toky v dodavatelském řetězci a doplňuje důležité pojmy pro pochopení spojitostí. Dále popisuje aktuálně používané metody v řízení dodavatelských řetězců, jako jsou kanban, štíhlé dodavatelské řetězce nebo teorie omezení. Následuje kapitola zaměřená na technologii blockchain. Zde jsou popsány okolnosti jejího vzniku a vysvětlen obecný princip fungování. Pozornost je věnována především formě zabezpečení. Je popsán způsob hledání síťové shody, princip konsenzuálních algoritmů, hashování a struktura bloků. V závěru jsou popsány hlavní pilíře technologie, milníky a nastíněn možný budoucí vývoj.

Třetí kapitolou začíná empirická část práce. Zde jsou nejprve stručně uvedeny požadavky firem a možnosti propojení dodavatelských řetězců a technologie blockchain. Na základě případových studií z praxe jsou analyzovány a popsány tři implementace technologie blockchain v řízení dodavatelských řetězců. Pro ukázkou možné různorodosti implementace byly vybrány tři rozdílné řetězce z pohledu složitosti a náročnosti na řízení. V závěru kapitoly je potenciál uplatnění vyhodnocen pomocí SWOT analýzy a jsou stručně představeny další možné oblasti použití. Ve čtvrté kapitole jsou analyzovány tři různé přístupy k samotné implementaci. Spíše než o přesné návody na adopci se jedná o sady doporučení, které popisují kritické body v přístupu k partnerům, tvorbě strategie a hodnocení možných přínosů. Poznatky ze všech tří přístupů jsou dále shrnuty, v závěru kapitoly zhodnoceny a doplněny o autorův komentář.

1 Dodavatelský řetězec

Základní myšlenka dnešních dodavatelských řetězců může být nalezena již v dávné historii všude tam, kde bylo nutné vyměnit zboží za jiné. Veškeré obchodování nejprve probíhalo na lokální úrovni a bylo limitováno dostupností materiálu a vzdálenostmi. Výzvy, kterým bylo nutné čelit, byly oproti dnešku zanedbatelné. Postupný vývoj je ovlivněn rozvojem zejména v oblasti logistiky a přepravní techniky, která umožnila efektivněji překonávat delší vzdálenosti. Tato kapitola přináší vhled do historického vývoje od starověku až po období globalizace a charakterizuje vznik a vymezení pojmu „dodavatelský řetězec“. Kromě popisu klíčových toků se zaměřuje také na doplňující pojmy a zachycuje aktuálně používané metody pro řízení dodavatelských řetězců.

1.1 Historický vývoj

Vývoj můžeme sledovat od starověkého Říma, kde působili tzv. logistikas jako armádní zásobovači a plánovači, přes středověk, kde je možné sledovat počátky posunu z lokální výroby do komplikovanějších, ale stále pouze lineárních řetězců. Hugos (2019) definuje první jednoduchý mezinárodní řetězec, a to Hedvábnou stezku. Ta se s dnešními řetězci může rovnat snad jen svou délkou přes 6 400 km, ale nikoliv komplexitou a složitostí. Významný posun přichází s průmyslovou revolucí, která mimo jiné přináší důležité pokroky:

- v dopravě – výstavba železnic a rozvoj silniční a lodní dopravy,
- v technologiích – parní motor, telegraf, montážní linka a spalovací motor,
- ve strategických stavbách – Suezský a Panamský průplav.

Jako zajímavost Sanyal (2012) uvádí, že v době průmyslové revoluce vzniká první opravdu globální dodavatelský řetězec, který využíval možnosti lokální velkovýroby a následné distribuce. Byla to výroba rumu na území Severní Ameriky v 18. století. Pracovní síla byla importována na otrokářských lodích z břehů západní Afriky do Karibiku a využívána k pěstování cukrové třtiny (plodina původem z Indie). Třtinová melasa (vedlejší produkt při výrobě cukru) se následně přepravila na břehy amerického kontinentu a využívala se při zdejší destilaci rumu. Část produkce byla určena pro lokální konzumaci, ale většina se následně nakládala na obchodní lodě

a vyvážela směrem do Evropy. Výroba je nicméně stále centralizována kolem transportních uzlů s cílem maximálně zkrátit komunikační vzdálenost.

1.1.1 Poválečné období a globalizace

Poválečné období se neslo v duchu základní identifikace a optimalizace činností, a především se logistika přesouvá z vojenství do obchodu. Můžeme zmínit např. zavedení prvního standardu v manipulačních jednotkách – palet a s ním spojené změny ve skladování a manipulaci se zbožím nebo první čárové kódy na zboží s cílem identifikace dodavatele zboží, především v potravinářském průmyslu v USA (Tompkins, 2010). A nelze opomenout jednu z nejdůležitějších změn v moderní logistice, kontejnerizaci, se kterou je spojen americký obchodník Malcom McLean. Kontejnery mohly být ihned z lodi naloženy na vozidlo nebo vlak a můžeme zde hovořit o počátcích intermodální přepravy, další klíčové inovace v oboru dodavatelských řetězců (Akman, 2019).

Prudký vývoj v oblastech komunikace a dopravy nastartoval zatím poslední fázi vývoje dodavatelských řetězců, jejich globalizaci. Tu lze definovat jako „... *nerovný proces, v jehož důsledku se některé části světa relativně přibližují, zatímco jiné se relativně vzdalují, a to bez ohledu na geografickou vzdálenost jako důsledek úrovně zapojení do systému globální ekonomiky*“ (Vaněček a Toušek, 2017, str. 17). Jinými slovy, prohlubují se rozdíly mezi ekonomicky vyspělými státy a rozvojovými zeměmi. Globalizace s sebou nese také detailnější pohled na pracovní podmínky a ničení životního prostředí v méně vyspělých zemích. Je nepřímo řízena nadnárodními společnostmi, které expandují za jejich domovské hranice za účelem vyšší integrace, nalezení nových trhů a menších výrobních nákladů. Přínosy a dopady globalizace jsou nastíněny v tabulce (viz Tab. 1.1).

Tab. 1.1 Globalizace – přínosy a dopady

Přínosy	Dopady
rozšíření nových technologií	devastace životního prostředí
zvýšení výroby v méně vyspělých zemích	porušování lidských práv
zvýšení životní úrovně	dětská práce v rozvojových zemích
možnosti komunikace v reálném čase na celém světě	nízká ochrana života a zdraví

Zdroj: Zpracováno dle (Vaněček a Toušek, 2017, str. 18)

Ve vývoji dodavatelských řetězců v posledních desítkách let je nutné zmínit nástup výpočetní techniky. Rychlý rozvoj výpočetní techniky koreluje s nárůstem důležitosti řízení dodavatelských řetězců. Možnost elektronického vytvoření, editace a uchování dat spolu s možností jejich distribuce, a zvláště propojení s dalšími technologickými řešeními (čárové kódy, první informační systémy a později také ERP nebo EDI systémy) umožnily další vývoj oboru (Sanyal, 2012). Nedávný nárůst možných technologických řešení jako IoT (Internet of Things), umělé inteligence, 3D tisku, robotizace nebo autonomních systémů umožní logistice a dodavatelským řetězcům větší vzájemné propojení.

1.2 Pojem „dodavatelský řetězec“

U vzniku samotného pojmenování a vymezení pojmu stál v r. 1982 britský logistik Keith Oliver a konzultantská firma Booz & Company. Oliverovou původní vizí bylo svrhnout ve firmách zavedenou funkční hierarchii, která oddělovala výrobu, marketing, finance, prodej a distribuci. Výsledkem mělo být snížení skladovacích nákladů a zlepšení zákaznické spokojenosti, což se částečně skrývalo za původním pracovním označením I2M (Integrated Inventory Management – integrované řízení zásob). Pojem I2M se ovšem nesetkal s pozitivním ohlasem a za přispění konzultanta Petera Van t'Hoffa se použilo označení „Supply Chain Management“ (ve zkratce SCM, jak je dále použito v této práci), které mělo více odpovídat důrazu na řízení řetězců dodávek jako jedné entity. Původně se jednalo pouze o interní řízení firmy, které mělo za cíl propojit jednotlivá oddělení, a i když se dnes jedná o běžně používaný způsob řízení firmy, v 80. letech 20. století byla tato myšlenka revoluční. Koncept SCM již dávno překročil pomyslné hranice jedné firmy a dnes zahrnuje např. strategické řízení zdrojů, společný vývoj produktu s dodavatelem nebo společné plánování vstupu na nové trhy (Laseter a Oliver, 2003).

Vývoj SCM se nepochybně nesl ve znamení technologického pokroku a inovativního myšlení s cílem zavést koncept společného fungování a odpovědnosti napříč firmou, později ve vztahu odběratel-dodavatel a poté napříč celým řetězcem. Jednotlivé fáze posunu od logistiky směrem k SCM lze charakterizovat do 4 základních fází (Vaněček a Toušek, 2017):

- fyzická distribuce (do r. 1970),
- logistika nákupu a řízení výroby (1970 – 1980),

- logistická oddělení, integrace článků uvnitř firmy, zákazník jako součást řetězce (1990 – 2010),
- dodavatelské řetězce, strategické aliance, EDI (po r. 2000).

1.2.1 Vymezení (definice)

Když Keith Oliver publikoval článek ve Financial Times, kde poprvé představil koncept SCM, definoval jeho vizi jako „*proces plánování, implementace a kontroly operací dodavatelského řetězce s cílem uspokojit požadavky zákazníka s maximální efektivitou. SCM zahrnuje veškerý pohyb a skladování materiálu, rozpracované a hotové výroby z místa vzniku do místa spotřeby*“ (Pounder, Bovell a Pilgrim-Worrell, 2013, str. 44). Jiné (dřívější i pozdější) definice ukazují SCM i v odlišných pohledech.

Z pohledu strategického řízení to může být definice Stevense: „...*synchronizace zákaznických požadavků s tokem materiálu od dodavatelů, umožňující pozitivně ovlivnit rovnováhu mezi vysokým zákaznickým servisem, nízkou úrovní zásob a nízkou jednotkovou cenou, které jsou často vnímány jako vzájemně si odporující*“ (Stevens, 1989, str. 3). Nákladově orientovaný pohled nabízí např. Christopher: „*řízení dopředného a zpětného vztahu s dodavateli a zákazníky s cílem poskytnout vyšší přidanou hodnotu zákazníkovi při dosažení nižších nákladů v rámci řetězce jako celku*“ (Christopher, 2005, str. 3). Hodnotově orientovaný pohled vidíme např. u Pernici: „...*integrace podnikových procesů od konečného uživatele k prvnímu dodavateli, poskytující výrobky, služby a informace, které přidávají hodnotu pro zákazníka*“ (Pernica, 2005, str. 237). Lze uvést i pohled z hlediska integrace a kooperace: „*SCM je koncept, který zahrnuje nejen tok materiálu, výrobků, informací a peněz, které protékají uvnitř a mezi podniky, ale jsou to i hmotná a nehmotná propojení ve smyslu spolupráce, procesů, činností a integrovaných informačních systémů*“ (Dupal, 2018, str. 244).

Z výše citovaných definic a různých pohledů můžeme formulovat několik společných zásad pro SCM (Gros, 2016):

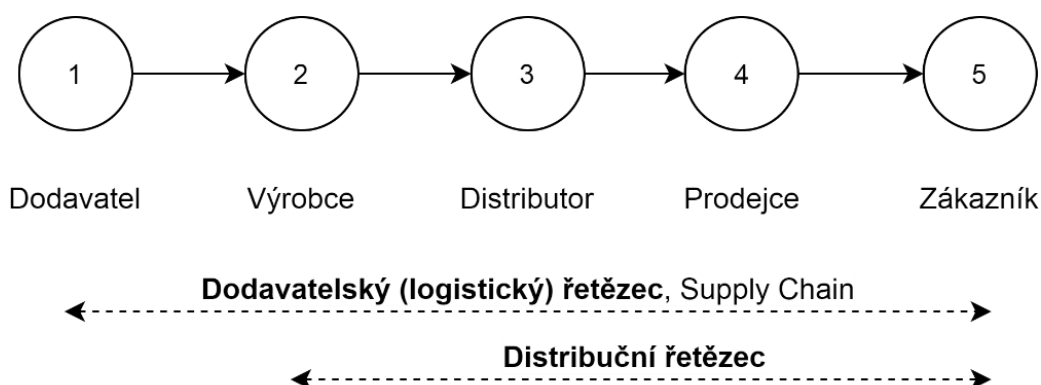
- jedná se o soubor podniků, procesů a vazeb, které představují objekt řízení a na které je nahlíženo ze strategického a taktického pohledu,

- orientace na finálního zákazníka, dosažení konkurenceschopnosti a maximalizace produktivity,
- uplatnění systémového pohledu a nutnost integrace toků informací,
- cílem je poskytování výrobků a služeb stejně jako růst přidané hodnoty.

Hlavní motivací pro zavedení způsobu řízení podle zmiňovaných pravidel je odstranění neefektivit a negativních vlivů způsobených převážně neexistující nebo velmi omezenou formou spolupráce a absencí koordinace. Podniky se mají snažit především o nalezení a vytvoření společné symbiózy formou synergií nebo strategických aliancí. Přetrvávajícím problémem je výměna aktuálních informací, které jsou klíčovým prvkem společného a efektivního řízení. Vyhovující informace často tečou jen na trase přímý dodavatel – konečný zákazník a zbytek řetězce dostává informace ve zprostředkované formě, pozdě nebo vůbec. Jsou poté odkazováni na předpovědi poptávky, a tím se koncept integrace a systémového přístupu z řetězce vytrácí (pokud vůbec vznikl). Hlavním problémem je totiž právě poptávka a stále větší nahodilost požadavků konečných zákazníků (Gros, 2016).

1.2.2 Struktura řetězců

Postavení v rámci dodavatelského řetězce se liší v závislosti na odvětví, typu zpracování finálního výrobku nebo geografické lokaci. Za jednotlivé uzly (články) řetězce považujeme zpravidla výrobní závody, sklady a překladiště, logistická centra, velkoobchod a maloobchod. Jednoduchý diagram (viz Obr. 1.1) ukazuje základní (lineární) formu dodavatelského řetězce.

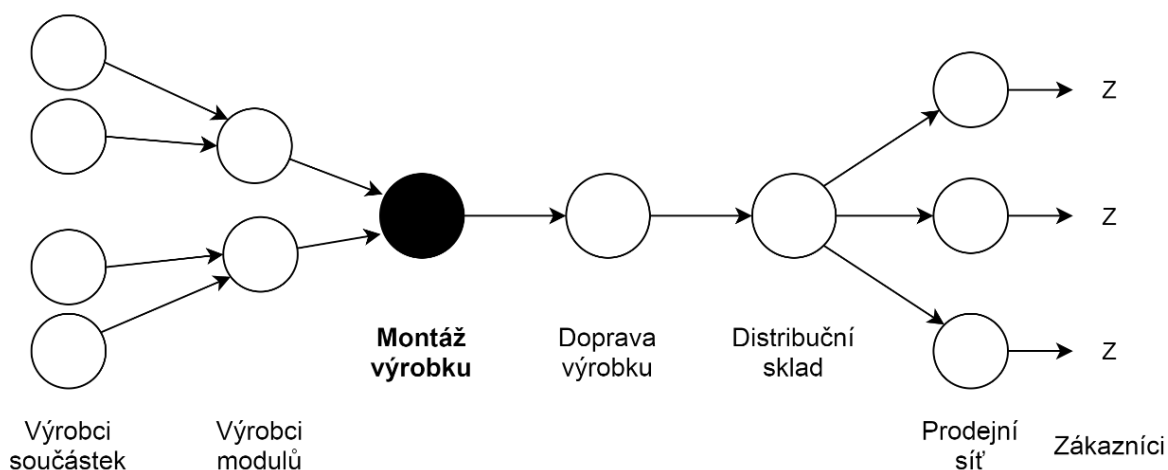


Zdroj: (Vaněček a Toušek, 2017, str. 11)

Obr. 1.1 Schéma základního dodavatelského řetězce

Takový řetězec bychom označili jako otevřený, protože na jeho konci stojí konečný zákazník. Pokud bychom chtěli řetězec „uzavřít“, vytvoříme pomyslnou smyčku a implementujeme do řetězce principy reverzní logistiky. Reverzní logistika zajišťuje zpětný tok zboží směrem od zákazníka k výrobcům. Jejím cílem je redukovat ekologický dopad zboží (např. recyklací nebo znovupoužitím) stejně jako prodloužit životnost alespoň části výrobku nebo jeho součástí. V logistice slouží především jako zpětný tok obalového a přepravního materiálu.

Podle oboru působení mohou mít řetězce různé tvary a jednoduché nebo naopak komplexní toky. Typickým příkladem rozvinutého (a často uzavřeného) dodavatelského řetězce je strojírenský průmysl. Jednoduché schéma strojírenského průmyslu, resp. jeho řetězce, je uvedeno na Obr. 1.2. V reálné situaci by jednotlivé články nebyly součástí jen jednoho řetězce, ale několika dalších. Zároveň zde platí, že firmy hledají nejvýhodnější postavení pro ně samotné a mohou do řetězce stejně dobře vstoupit, jako ho opustit. I komplexní řetězec o několika desítkách článků tak může fungovat výrazně efektivněji než vertikálně integrované korporace. Na druhou stranu tato pružnost a celková dynamika řetězce zvyšuje náročnost na jeho efektivní řízení, a to jak procesní, personální, tak především časovou. O to větší důležitost je v dodavatelských řetězcích kladena na důvěru, spolupráci a sdílení správných, přesných a co nejaktuálnějších informací (Wisner, Tan a Leong, 2016).



Zdroj: (Vaněček a Toušek, 2017, str. 11)

Obr. 1.2 Schéma dodavatelského řetězce ve strojírenství

Napříč články dodavatelských řetězců lze téměř vždy najít jeden, který určuje intenzitu a pohyb toků, řídí časy dodání, určuje požadavky na kvalitu apod. Takový článek se označuje jako klíčový. Na příkladu strojírenského průmyslu lze říci, že klíčovým článkem bude nejčastěji montáž výrobků (např. automotive). Zde často leží také vyšší vyjednávací síla v rámci partnerských smluv. Podle těch může klíčový článek určovat, nebo přinejmenším ovlivňovat, podmínky v obou směrech řetězce (zpětný i dopředný tok), tj. požadavky na dodávky nebo dodací lhůty od dodavatelů a distribuční strategii svým odběratelům. Klíčový článek také stanovuje způsob, jakým bude celý řetězec (nebo jeho většinová část) řízen. Zde lze identifikovat dva používané způsoby řízení (Vaněček a Toušek, 2017):

- **Kontrola vlastníkem** – celý dodavatelský řetězec nebo jeho většinou část vlastní klíčový článek (v reálu např. Shell nebo Philip Morris). Ten má přímou kontrolu nad všemi články a rozhoduje o dalším strategickém vývoji napříč řetězcem. Jde o velmi náročný způsob zejména na kapitál. Řízení je značně centralizované a negativně ovlivňuje flexibilitu a možnost reagovat na změny.
- **Přesvědčovací metoda** – klíčový článek ovlivňuje pouze předchozí nebo navazující články, jelikož firmy působí jako samostatné subjekty. Zpravidla se jedná o formu výběrového řízení, kdy klíčový článek osloví potenciální dodavatele, sdělí jim požadavky na dodávky, množství, potřebnou kvalitu apod. Ve výrobní sféře často dochází i ke zkušebním dodávkám. Z užšího výběru dodavatelů následně vybírá vítěze formou detailního hodnocení výkonnosti, vlastních auditů nebo ratingů a uzavírá smlouvu o spolupráci. Vítěz následně hledá stejnou formou svého dodavatele materiálu a touto cestou proteče smlouva až na prvotní dodavatele surovin.

I přesto, že klíčový článek ovlivňuje přímo pouze své sousední články (protože většina řetězců je řízena přesvědčovací metodou), je možné ovlivnit také články dále, a to cenou, resp. cenovou politikou ve vztahu k dodavatelům. Pokud klíčový článek prostřednictvím např. smlouvy o dodávkách požaduje od dodavatele určitou cenovou úroveň nebo její snižování v časovém horizontu, ovlivní tento krok také jeho dodavatele (který je od klíčového článku již na druhé úrovni; v literatuře se používá termínu dodavatel první, druhé a třetí úrovně). Změna ovlivní zbytek řetězce a články jsou nutné postupně snižovat své náklady. A tím je také tvořen jeden z důležitých toků v řetězci – hodnotový tok (někdy také hodnotový řetězec).

1.3 Toky v dodavatelském řetězci

Tato podkapitola je zaměřena na popis základních toků v dodavatelských řetězcích. V různých publikacích je možné najít několik způsobů rozdělení toků. Pokud není uvedeno jinak, následující rozdělení a celá podkapitola je zpracována podle Crandalla, Crandalla a Chena (2015).

1.3.1 Hodnotový tok

Hodnotový tok je maximálně orientován na konečného zákazníka, resp. na naplnění jeho požadavků. Pracuje s tzv. přidanou hodnotu, která je tvořena jednotlivými články dodavatelského řetězce zpracováním surovin nebo jinou hodnototvornou činností. Hodnotový výstup jednoho článku je z ekonomického hlediska tvořen:

- na nákladové straně hodnotou všech vstupů (spotřeba energie, spotřeba materiálu, jiné služby),
- na výnosové straně hodnotou všech výstupů (prodejů) za konkrétní období.

Jejich rozdíl je právě přidaná hodnota daného článku. Sumací přes všechny články v řetězci vzniká konečná hodnota pro cílového zákazníka. Je potom více než logické, že právě integrace všech článků napomáhá k tomu, že řetězec jako celek přináší vyšší hodnotu cílovému zákazníkovi než součet jeho dílčích částí (systémový přístup). Takto provázaný řetězec může zákazníkovi poskytnout finální výrobek za nižší náklady, tj. za nižší pořizovací cenu nebo za vyšší zisk pro podnik. V současných přístupech je přidaná hodnota pro zákazníka naplňována především inovacemi, lidskými zdroji a značkou a je stále více preferována jako manažerský cíl oproti stávajícím finančním ukazatelům výkonu (Vaněček a Toušek, 2017).

1.3.2 Fyzický tok

Fyzický tok označuje řízený pohyb surovin, materiálu, polotovarů, nedokončené výroby, hotových výrobků a zboží ve skupenství pevném, kapalném i plynném napříč dodavatelským řetězcem. Většinou se jedná o pohyb v přepravních jednotkách (paletách, boxech, kontejnerech) za pomoci manipulační techniky, přepravního nebo dopravního prostředku. Jde o základní funkci dodavatelského řetězce, a proto se všechny články snaží o jeho optimální využití a efektivní řízení.

Jedině tak mohou svým zákazníkům zaručit dodávání principem 7S¹. Optimalizace fyzického toku probíhá především snižováním nákladů (na skladování, dopravu, výrobu) a zefektivňováním procesů. Do fyzického toku se zahrnuje také pohyb odpadového materiálu. Pernica (2005) definuje 3 typy materiálového toku:

- **Přerušovaný tok** je tradičním způsobem pohybu materiálu. Plánování probíhá na základě prognózy poptávky sestavené podle minulých období. Typicky zahrnuje objednávky velkého množství (kvůli dosažení množstevních slev), které se následně skladují a až poté jsou expedovány podle požadavků zákazníků. Zde dochází k přerušení toku, protože objednávky jsou shromažďovány před předáním dalšímu článku. Tok funguje na push principu. Důsledkem je tvorba nadměrných zásob a to, že materiál je po většinu času v nečinnosti.
- **Kontinuální tok** je zjednodušený oproti přerušovanému toku (mezi dodavatelem a výrobou nebo montáží není sklad materiálu, sklad hotové výroby je redukován použitím technologie JIT). Umožňuje pružnější reakci na výkyvy poptávky, rozhodujícím článkem už není sklad, ale výroba. Ta musí být schopna rychlé odezvy na objednávky. Funguje na pull principu.
- **Synchronní tok** je ideální způsob pohybu materiálu. Zahrnuje pouze výrobu, kompletaci a konsolidaci objednávek a stranu zákazníka a dodavatele. Nedochozí zde k přerušení a celý tok je tak plynulý a bez zásob (s výjimkou pojistné zásoby). Množství materiálu, které se pohybuje mezi články, je určeno pouze požadavky následujícího článku. Předpokladem fungování tohoto způsobu je dostupnost informací v reálném čase od všech článků v řetězci (za využití např. EDI nebo AIDC²). Funguje na pull principu.

Závislost výroby a následného pohybu zboží na prognózách prodeje, úzká místa ve výrobních procesech nebo skladech a proměnlivost tržního prostředí představují riziko, se kterým manažeři musejí počítat. Růst postavení odborů, sílící trendy v bilanci pracovního a soukromého života nebo hrozba stávků mohou být mezi dalšími. I proto se vedoucí pracovníci snaží plánovat každý pohyb zboží pečlivě.

¹ Logistický princip 7S spočívá v dodání správného zboží (1) správnému zákazníkovi (2) na správné místo (3) a ve správný čas (4), ve správném množství (5), správné kvalitě (6) za správnou cenu (7).

² AIDC (Automatic Identification and Data Capture – automatická identifikace a sběr dat).

1.3.3 Informační tok

Velkou výzvou je také práce s daty. Kdykoliv se zboží přesune od jednoho článku k dalšímu (nebo i v rámci jednoho), vzniká potřeba takovou skutečnost vytvořit, upravit nebo nasdílet. Největší plýtvání (nadprodukce, přebytečné zásoby) může následně vzniknout právě z neaktuálních nebo nesprávných informací, výrazně ovlivňuje rozhodovací procesy v dodavatelském řetězci a způsobuje nedůvěru. Výzva spočívá v synchronizaci obrovských objemů datových výstupů (big data) v jejich co nejaktuálnější formě. V SCM informace existuje ve dvojí podobě:

- **Explicitní** – takové informace vznikly měřením, pozorováním nebo výpočtem a zahrnují naměřené hodnoty a data z transakcí, výkonnostní kritéria, reporty nebo popisy procedur. Jedná se o informace, které mají jasnou vypovídací schopnost a jsou zpracované digitálně nebo v papírové podobě. Přenést takovou informaci napříč řetězcem tak, aby zůstala aktuální a věrohodná, je velmi náročné, avšak nepostradatelné pro celkový tok (nejen informační) napříč řetězcem. Z explicitní informace se musí udělat výstup.
- **Implicitní** – informace, které vznikly sepsáním myšlenek nebo formulací nepsaných pravidel. Může se jednat o popis firemní kultury, návrhy na zlepšení, hodnoty společnosti nebo dlouholeté zkušenosti. Takové informace jsou výstupem samy o sobě a není tedy nutné vytvářet report. Na druhou stranu je o to obtížnější je zdokumentovat.

Informace, nebo lépe informovanost, je jedním ze základních pilířů moderního SCM. Firmy musí sbírat jak explicitní, tak implicitní informace, aby je dokázaly přetvořit do nově nabytých vědomostí o partnerech, zákaznících i o sobě samých. Každá učící se organizace (stejně jako celý řetězec) realizuje tento proces jiným způsobem v závislosti na jejich obchodní strategii a na přínosech, které sleduje. Zároveň je důležité zmínit, že především implicitní informace skrývají určité firemní know-how a jejich sdílení mezi články řetězce je více problematické.

1.3.4 Kapitálový tok

Podpora přesunu zboží a poskytování služeb zákazníkovi se neobejde bez zpětného finančního toku, protože obchodní partneři za své vynaložené úsilí a dodané zboží nebo poskytnuté služby očekávají formu finanční kompenzace. Pro řetězec se zpravidla jedná o kombinaci přímých a nepřímých nákladů spojených

s přesunem zboží a informací. Expandující řetězec je také náchylnější na složku tzv. skrytých nákladů. Ty zahrnují nedokonalosti fungování řetězce, jako jsou přebytečné nebo nedostatečné zásoby, výpadky výroby nebo nekvalitní zboží. Všechny tyto neefektivity se promítají také do ukazatele TCO³.

SCM manažeři ale vědí, že sledováním pouze finančních ukazatelů nemohou obsáhnout komplexní systém, kterým je výkonnost řetězce. Pro tyto potřeby se používají různé manažerské metody, např. multikriteriální rozhodování nebo hodnotící modely. Pomocí těch lze zachytit hmotné i nehmotné benefity a dopady, stejně jako produktivitu v mnohem větším rozsahu.

1.3.5 Tok vztahů

V dodavatelském řetězci funguje mezi články unikátní forma vztahů. Dynamické prostředí vytváří nutnost spolupráce a vzájemného soupeření ve stejný čas. Řetězec vytváří jednak prudce inovativní prostředí, ve kterém je kladen velký důraz na zlepšování a efektivitu, ale jednak také prostředí turbulentní, kde je důležitá spolupráce a ochota vzájemné pomoci. Vše samozřejmě v návaznosti na dříve zmiňované toky a tvorbu hodnoty pro zákazníka. Rovnocenné vztahy zaručují, že celý řetězec může z nastalých problémů profitovat a zároveň na ně pružně reagovat. Z časového hlediska je možné rozdělit vztahy na:

- **Krátkodobé** – tzv. vztahy na délku ruky (arm's length relationships). Dodavatelé nebo kupující v silné pozici mohou snadno diktovat podmínky transakcí, čímž vznikají konflikty mezi partnery v řetězci (výnosy z rozsahu, množstevní slevy, rabaty, ...), které narušují rovnováhu. Zvážení zájmů druhé strany (i těch dalších) znamená užitek pro celý řetězec.
- **Dlouhodobé** – tzv. kolaborativní, vztahy sledující společný dlouhodobý cíl jsou klíčem k fungování celého řetězce a k profitabilitě jeho článků.

Oba pohledy můžeme doplnit ještě o vztahy soupeřící a nesoupeřící. V soupeřícím vztahu si partneři odmítají vyměňovat důvěrné informace, ale stále stojí o určitou formu spolupráce. Nesoupeřící partneři si vyměňují i důvěrné informace. I tento tok

³ TCO (Total Cost of Ownership – celkové náklady vlastnictví) je ukazatel finanční náročnosti aktiva, který zahrnuje náklady na pořízení i náklady na provoz (školení, opravy, údržba, ...).

je velmi dynamický a firmy vyhledávají nebo odmítají partnery podle změn v obchodním prostředí.

1.4 Doplnující pojmy

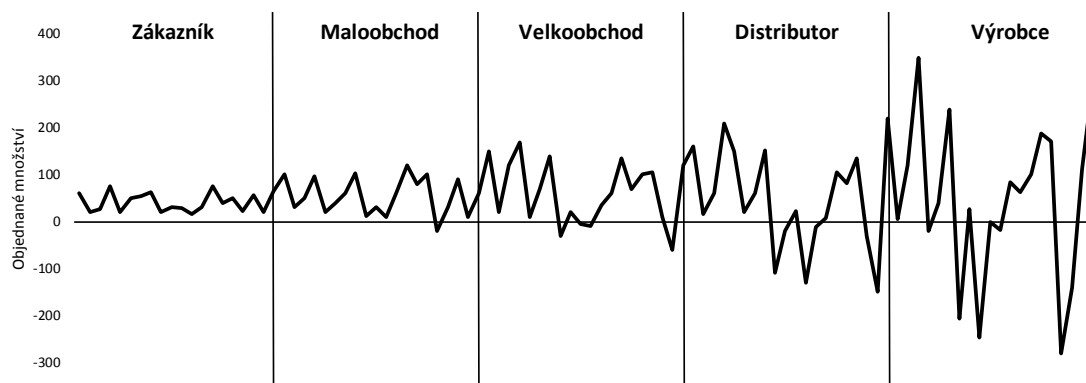
Představa, co je to dodavatelský řetězec a jak ho lze chápat, byla nastíněna výše. Je však nutné uvést i další související pojmy. Na tyto pojmy bude v dalších kapitolách odkazováno a jejich pochopení je pro další části práce klíčové.

1.4.1 Forresterův efekt

Pojmenován podle autora J. W. Forrester, někdy také nazýván jako efekt horské dráhy a nejčastěji jako efekt biče. Označuje situaci v dodavatelském řetězci, kdy výkyvy objednávaného množství (poptávky) od koncového zákazníka narůstají směrem proti proudu materiálového toku až na začátek řetězce. Výkyvy u zákazníka mohou vykazovat pouze nízkou variabilitu, ale jak informace putuje řetězcem (od zákazníka až k primárním dodavatelům), variabilita se zvyšuje a na samém začátku řetězce je nejvyšší. I malá změna v poptávce na konci řetězce (u zákazníka) může významně ovlivnit zbytek řetězce. Gros (2016) uvádí tyto zdroje efektu biče:

- objednávání po dávkách a špatné předvídání poptávky,
- délka dodacích lhůt (čím delší je odezva, tím větší musí být úroveň zásob),
- marketingové akce, které způsobují krátkodobé změny ceny,
- náhodná poptávka konečných zákazníků.

Tento efekt přináší celou řadu negativních dopadů. Mezi největší patří kolísání vytížení výrobních kapacit, nutnost vysokých skladových zásob a s tím spojený růst nákladů a vázanost kapitálu. Efekt biče neovlivňuje pouze výrobu a skladování, ale projevuje se ve všech návazných službách logistiky (Chatfield a Pritchard, 2013). Uvedené grafické znázornění (viz Obr. 1.3) ukazuje objednávané množství 5 článků v dodavatelském řetězci ve stejném časovém období 20 objednávek.



Zdroj: (Chatfield a Pritchard, 2013, str. 160)

Obr. 1.3 Efekt biče

1.4.2 Princip push–pull

Princip push–pull popisuje, kde se tvoří a jak probíhá impuls v materiálovém toku, resp. k pohybu materiálu. Push (tlačný) princip byl používán během 19. a 20. století. Myšlenka řízení push principem stojí na převisu poptávky nad nabídkou, kdy je trh nenasycený a výrobce tak může maximalizovat svou výrobu (ví, že se zboží rychle prodá). Plán výroby nezohledňuje okolní články ani konečného zákazníka, pouze se snaží „protlačit“ na trh co největší množství produkce. Předávání rozpracované nebo hotové výroby probíhá bez ohledu na to, zda je následující článek připraven na převzetí nebo další zpracování. Push princip s sebou nese vysoké nároky na skladování hotové výroby i vysokou alokovanost kapitálu v mezivýrobní zásobě.

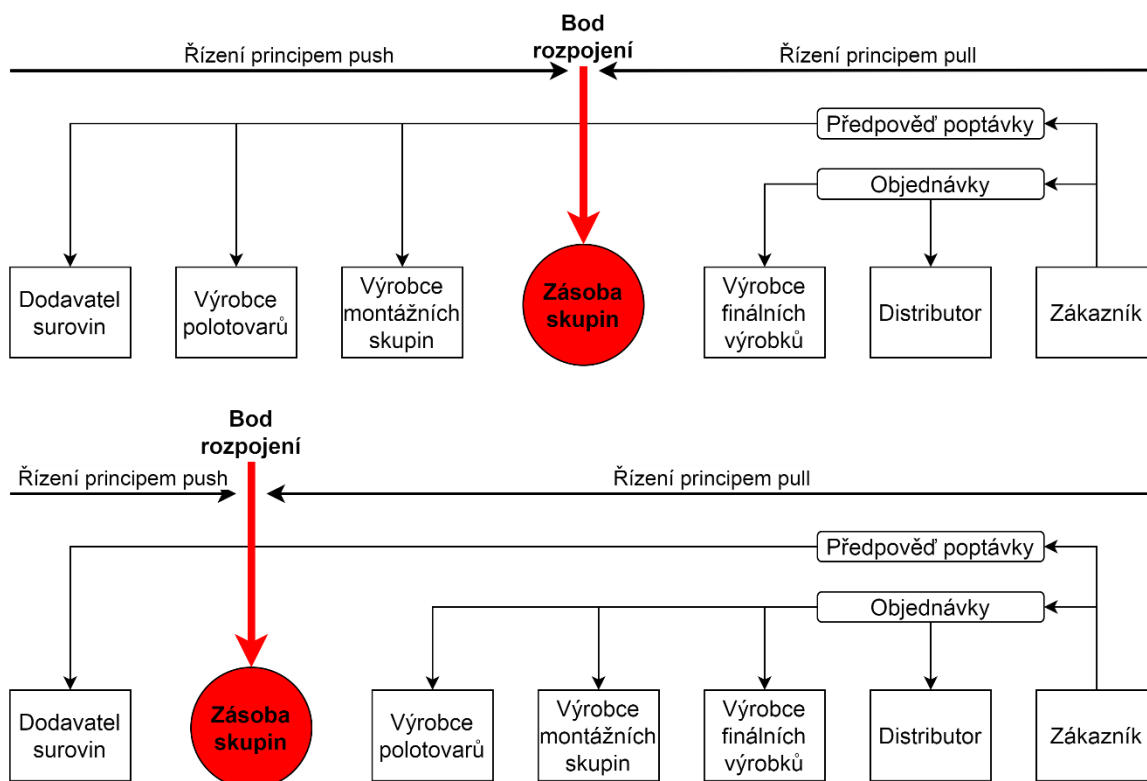
Pull (tažný) princip naopak požadavky zákazníka zohledňuje. Veškerý pohyb materiálu v rámci řetězce je vyvolán na základě zákaznické objednávky a často se mluví o „zákaznický orientovaném řízení“. Předání materiálu nebo zboží neproběhne, pokud si to následující článek vzhledem ke své aktuální kapacitě neobjedná. Cílem je vyrobit (předat) pouze to, co je potřeba, a s minimálními náklady. V rámci pull principu mluvíme o účelnosti řetězce, tedy navyšování produktivity snížením nákladů, nikoliv navýšením vstupů (Vaněček a Toušek, 2017).

1.4.3 Bod rozpojení

Bod rozpojení lze chápat jako místo (konkrétní článek) v dodavatelském řetězci, kde se střetává část řetězce řízená podle principu push a druhá část řetězce řízená principem pull. Můžeme také říci, že se zde nezávislá poptávka přeměňuje na

závislou nebo že se zde dotýká zásobovací a distribuční okruh řetězce. Cílem SCM je posunout takové místo co nejdále proti směru materiálového toku, tj. co nejbližše dodavatelům materiálu. Posunutím bodu rozpojení směrem od zákazníka se docílí řízení podle objednávek ve větší části řetězce. Umístění bodu rozpojení v řetězci určuje 4 základní strategie (Gros, 2016):

- **výroba na sklad** – závisí plně na předpovědi poptávky, bod rozpojení je umístěn co nejbliž zákazníka a umožňuje krátké dodací časy,
- **montáž na zakázku** – před bodem rozpojení musí být dostatečně velká zásoba dílů a komponent, která umožní splnit výkyvy v požadavcích, část za bodem rozpojení musí pružně reagovat na změny zákaznických požadavků,
- **výroba na objednávku** – před bodem rozpojení musí být dostatečně velká zásoba polotovarů, která absorbuje poptávkové výkyvy,
- **návrh, nákup a výroba na objednávku** – celý dodavatelský řetězec je řízen principem pull a zásoba se posouvá na samotný začátek řetězce.



Zdroj: (Gros, 2016, str. 431-432)

Obr. 1.4 Montáž na zakázku vs. návrh, nákup a výroba na objednávku

Schopnost reagovat na změny požadavků a plánovaná dodací lhůta ovlivňují volbu vhodného umístění bodu rozpojení. Náklady narůstají směrem po materiálovém toku a nejnižší hodnoty představuje zásoba surovin. Vázanost kapitálu v zásobách narůstá s dalším zpracováním výrobku a nejvyšší hodnoty tvoří skladování hotových výrobků. Důvodem je to, že do hotového výrobku se promítají náklady na činnosti všech předešlých článků. I proto je zjevná snaha posunout bod rozpojení co možná nejdál od zákazníka (Gros, 2016). Na Obr. 1.4 lze vidět, jak se posouvá bod rozpojení v různých strategiích. Horní diagram znázorňuje montáž na zakázku, dolní diagram ukazuje ideální případ, kdy celý proces návrhu, nákupu a výroby je řízen dle zákaznických objednávek a bod rozpojení je co nejdále od zákazníka.

1.5 Metody řízení dodavatelského řetězce

I přes rychlý vývoj oboru logistiky a SCM v posledních desetiletích se ustálilo několik metod používaných v řízení dodavatelského řetězce. Tato část práce ve stručnosti popisuje používané přístupy, technologie a metody. Následující výčet metod je pouze výběrem, nikoliv kompletním seznamem.

1.5.1 Systémový přístup

Používá se pro zkoumání celého řetězce jako nerozdělitelného systému. Přístup je založený na holistickém myšlení, tj. na pojetí systému (v tomto případě dodavatelského řetězce) jako celku. Holistické pojetí SCM chápe řetězec jako souhrn jeho částí (článků), které díky tomu mohou nabývat nových a vyšších vlastností, a říká, že dodavatelský řetězec je více než jen souhrn jeho článků. Pokud řetězec rozložíme na jednotlivé články, celistvost se ztratí.

Celostní myšlení používá jako své nástroje celostní analýzu a celostní syntézu. Říká, že vlastnosti dodavatelského řetězce, které nemá žádný z jeho článků separátně, vycházejí ze vzájemné interakce článků. Celostní analýza rozebírá řetězec na jednotlivé články a zkoumá jejich vnitřní fungování. Snaží se pochopit, jak články fungují odděleně (interně) a jestli dělají věci správně. Porozumění jednotlivým článkům řetězce vede k pochopení celého řetězce. Naopak celostní syntéza zjišťuje, jestli řetězec jako celek dělá správné věci. Snaží se identifikovat vyšší systém a porozumět mu (Holman a kol., 2018).

1.5.2 Benchmarking

Výkonnost dodavatelského řetězce je třeba nejen měřit, ale také umět porovnat. Benchmarking srovnává sledovaný ukazatel, výkonnost procesu nebo daný produkt s těmi, kteří představují např. dodavatele, přirozeného konkurenta nebo lídra v odvětví. Původně se benchmarking používal čistě na podnikové úrovni, stále více se ovšem používá v porovnání celých dodavatelských řetězců mezi sebou. Komparace může proběhnout na úrovni lokální, celostátní nebo mezinárodní. Existuje několik společností, které se zaměřují na sběr dat a následnou tvorbu reportů a porovnávacích modelů. Právě sběr dat je tou nejobtížnější částí a často se vytváří srovnávací modely pouze z průměrných získaných hodnot kvůli ochraně a utajení citlivých dat. Zadavatel benchmarkingové analýzy dostává informace o ukazatelích, ve kterých v rámci daného reprezentativního souboru firem zaostává, nebo naopak exceluje. Benchmarking je možné provádět také interně, v rámci jednoho řetězce. Ten bývá snazší a také má lepší vypovídající hodnotu pro lepší dostupnost dat (Vaněček a Toušek, 2017).

1.5.3 Kanban

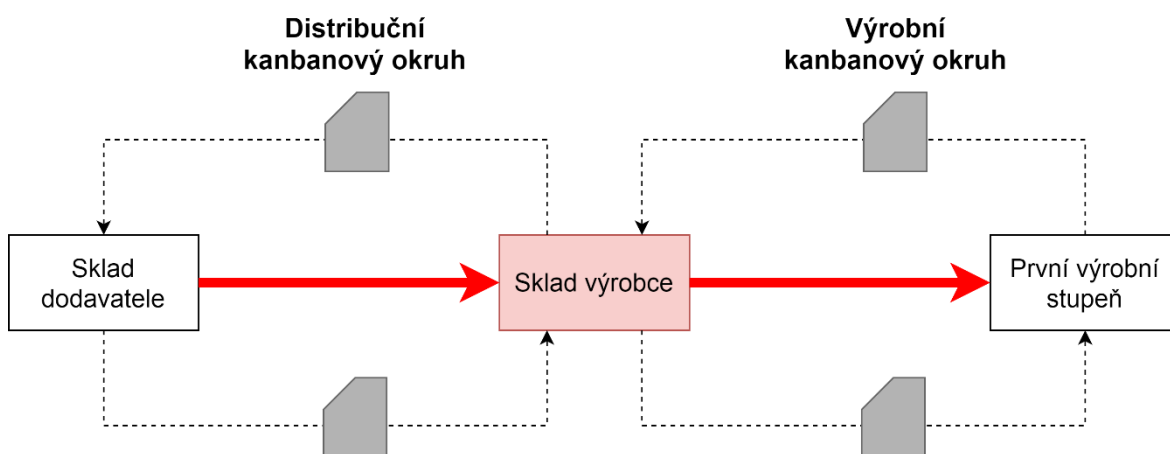
Původně výraz z japonštiny pro znak („kan“) a kartu nebo ceduli („ban“). Ve své originální myšlence (tak jak ji v 50. letech 20. století zavedl Taiichi Ōno v Toyota Motor Company) se jedná o metodu řízení výroby založenou na výměně kanbanových karet. Tyto karty slouží jako základní nosič informace a představují objednávku (interní nebo externí). Množství kanbanových karet je přesně dané podle stanovené úrovně zásob a taktu linky. Jsou také dané standardizované přepravní prostředky (boxy, bedny, palety) se kterými se karty posílají.

Fungování kanbanu je jednoduché. Začíná v momentě přijetí zákaznické objednávky na posledním pracovišti výroby (např. kompletace). Pracovník odesílá kanbanovou kartu a „objednává“ požadované množství u bezprostředně předcházejícího pracoviště (proti proudu materiálového toku). Tímto způsobem se přenese požadavek až na prvotní dodavatele materiálu. Ti začínají plnit objednávku ve stanoveném termínu a předávají ji navazujícímu pracovišti spolu s kanbanovou kartou. Karta se přesouvá ve směru materiálového toku až na poslední pracoviště, které plní požadavek zákazníka. Výroba je řízena pull principem a kanbanová karta zde plní funkci dodacího listu.

Na úrovni dodavatelského řetězce probíhá zavádění tzv. kanbanových okruhů. Využívají se při realizaci pohybu materiálu a zboží mezi dodavatelem a výrobcí finálních výrobků. Zavádí se pojmy:

- **interní** kanbanový okruh pro kanban v rámci jednoho článku,
- **externí** kanbanový okruh pro kanban napříč řetězcem.

Tyto dva okruhy se logicky musejí protnout a vytvořit tak přechod požadavku z jednoho článku na další. Jednoduchý diagram, ve kterém externí (distribuční) kanban navazuje na interní (výrobní) kanban přes sklad výrobce, je zobrazen na Obr. 1.5. Zavádění kanbanových okruhů je vhodné pro dodávky s relativně stabilním odběrem a s vysokou frekvencí (Gros, 2016).



Zdroj: (Gros, 2016, str. 423)

Obr. 1.5 Kanbanový okruh

1.5.4 Princip JiT a JiS

Dodávání v principu JiT (Just in Time) vyžaduje organizovaný a jasně stanovený způsob přenosu informací pro tok materiálu. Vzhledem k náročnosti na řízení se zahájení dodávek v JiT principu považuje za strategické rozhodnutí a je důležité správně zvážit jak dodávaný materiál, zboží nebo komponentu, tak svého obchodního partnera. Partner musí být schopný dodávat v odpovídající kvalitě a pružně reagovat na objednávky. Jak název napovídá, dodání objednávky probíhá „právě v čas“, ideálně v co možná nejpozdějším okamžiku, ale stále v rámci určeného termínu nebo časového okna. Řídícím článkem je odběratel, který provádí odvolávky (nejčastěji z blízkého logistického depa dodavatele). Dodání probíhá

v malých objemech, krátkých dodacích časech a velkých frekvencích i několikrát denně. Cílem je minimalizovat náklady na skladování materiálu. Frekventovaná a nevytížená doprava na druhou stranu zatěžuje infrastrukturu a životní prostředí.

Speciálním případem je princip JiS (Just in Sequence). Ten vychází z JiT a obsahuje celou jeho podstatu, pravidla a fungování. Snahou JiS je ještě větší organizace objednávek, v tomto přístupu přesně v takovém pořadí, v jakém budou po dodání zpracovány. Pro tento princip existují i speciálně upravené tzv. sekvenční kontejnery. Do těch dodavatel vychystá objednávku v přesně daném pořadí podle výrobního plánu odběratele nebo upravené odvolávky. Je zde nutná ještě vyšší forma spolupráce než u JiT, konkrétně potřeba operativního řízení dodávek a společného plánování, stejně jako blízká geografická vzdálenost. Cílem JiS je minimalizace zásob lokalizovaných přímo u výrobní linky. Sekvenční dodávky také usnadňují výrobu několika různých typů výrobku na jedné lince (Gros, 2016).

1.5.5 Štíhlý dodavatelský řetězec

Často označován také jako Lean SCM (LSCM), je převzatý přístup z filozofie štíhlé výroby a štíhlého podniku. Je postaven na eliminaci plýtvání, orientaci na zákazníka a zvyšování přidané hodnoty. Tortorella, Miorando a Marodin (2017, str. 99) ho definují jako *„soubor přímo propojených organizací skrze zpětný a dopředný tok materiálu, služeb, informací a kapitálu, které spolupracují za účelem snížení nákladů a eliminování plýtvání. Toho dosahují tak, že efektivně „vtahují“ (používají pull princip) pouze to, co je potřeba pro uspokojení požadavků zákazníka“*.

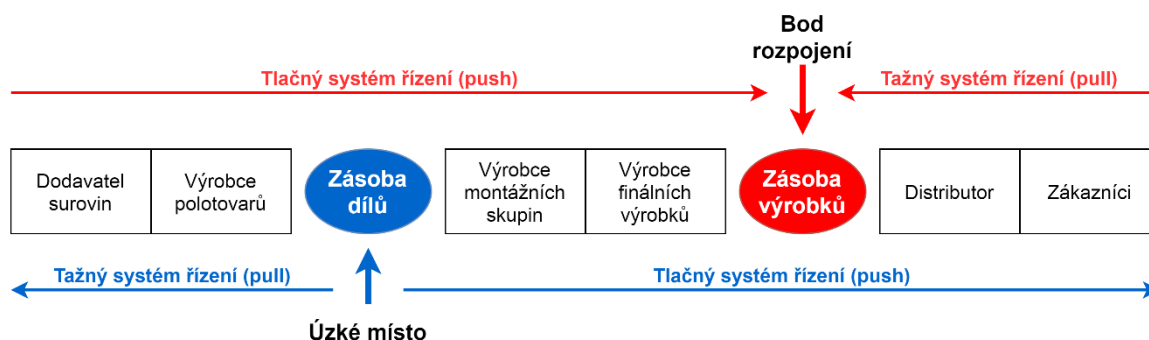
Tokový pohyb zboží a služeb směrem k zákazníkovi je v LSCM chápán jako integrovaný celek vzniklý ekonomickou spoluprací. Taková součinnost vede také k přerozdělení ekonomických zdrojů vlivem určitých faktorů, kterými mohou být geografická poloha, dodavatelská úroveň nebo velikost firem. Adopce štíhlého přístupu k SCM znamená změnu obchodní strategie firmy (a na vyšší úrovni celého dodavatelského řetězce). V takové strategii se lepších výsledků dosahuje kooperací a synergií a opouští se od smlouvání a využívání silnějšího postavení firem (Tortorella, Miorando a Marodin, 2017).

1.5.6 Teorie omezení

Koncept nejdříve používaný v oblasti plánování výroby, který se ale začal používat také (mimo jiné) v řízení dodavatelských řetězců, a jehož autorem je izraelský fyzik Eliyahu M. Goldrat. Jeho teorie omezení (TOC – Theory of Constraints) stojí na myšlence, že každé pracoviště, firma nebo řetězec obsahuje minimálně jedno tzv. úzké místo (angl. bottleneck). Existence úzkých míst znemožňuje využití plné kapacity systému (celku), snižuje velikost toku a celkovou efektivitu systému. Pro ostatní články tak nemá smysl využívat jejich plný potenciál, protože úzké místo více nezvládne (a docházelo by ke zbytečné alokaci zdrojů do zásob a rozpracované výroby). Proto má podle Goldrata smysl zaměřit snahu na posílení nejslabšího článku a tím zefektivnit celek. Přirozeně, optimalizace nebo úplné odstranění jednoho úzkého místa vede ke vzniku jiných a k nutnosti nové identifikace. Celý proces tak vlastně nikdy neskončí a kontinuálně pokračuje.

Je možné nastínit paralelu se skutečným řetězem. Stejně jako je pevnost řetězu určena nejslabším článkem, i výkonnost celého systému je určena jeho nejslabší částí. V terminologii dodavatelských řetězců určuje výkonnost celého řetězce jeho nejslabší či nejméně výkonný uzel (Vaněček a Toušek, 2017).

Gros (2016) vymezuje navíc problematiku rozdílného přístupu v SCM, konkrétně mezi teorií omezení a bodem rozpojení (viz Obr. 1.6). Diagram popisuje model dodavatelského řetězce, kdy na základě požadavků zákazníků na dodací lhůty a dodací dobu výrobků bylo rozhodnuto, že bod rozpojení bude umístěn mezi výrobcem finálních výrobků (montáž) a distributora. Všechny články proti toku materiálu (předchozí, vlevo) jsou řízeny principem push, distributor bude plnit požadavky principem pull ze zásob.



Zdroj: (Gros, 2016, str. 433)

Obr. 1.6 Srovnání principu úzkého místa a bodu rozpojení

Řetězec má ovšem u výrobce montážních skupin kapacitní omezení. Aplikování teorie omezení na celý řetězec cílí na maximální efektivitu úzkého místa, proto je před tímto článkem tvořena zásoba dílů (TOC požaduje, aby úzké místo neustále vyrábělo, musí mít tedy především vstupní materiál). Výrobce montážních skupin má k dispozici zákaznické požadavky a podle nich určuje požadavky předchozích článků (pull). Vlastní výrobu poté „tlačí“ směrem k zákazníkovi (přes montáž a distribuci). Z modelu vyplývá, že pouze mezi úzkým místem a bezprostředně následným článkem (výrobce montážních skupin a montáž) je v obou přístupech aplikován princip push. Ve zbytku řetězce je aplikován vždy princip opačný.

1.5.7 Plánování požadavků a zdrojů

Při plánování se využívají nástroje tzv. vícestupňového plánování (Fábry, 2019):

- **MRP I** – plánování materiálových požadavků (Material Requirement Planning) specifikuje požadovaný materiál a činnosti potřebné pro jeho získání v určeném čase. Jedná se o metodu zpětného plánování. Vstupem je hlavní rozvrh produkce, který vyjadřuje kolik, kdy, kde a v jaké kvalitě vyrobit, dále seznam všech materiálů (Bill of Materials), montážní strom produktové struktury (např. ve formě Gozinto grafu) a stav disponibilních zásob. Výstupem MRP I je plán kolik, co a v kterém období má firma objednat. Cílem MRP I je snížení potřebného materiálu na co nejnižší úroveň.
- **MRP II** – plánování výrobních zdrojů (Manufacturing Resource Planning) navazuje na MRP I, ale k potřebnému množství pro výrobu zahrnuje také využití výrobních kapacit, prognózy poptávky a finanční plánování.

Oba systémy v moderním pojetí SCM zastřešuje ERP – plánování podnikových zdrojů (Enterprise Resource Planning). Jedná se o komplexní nástroj zahrnující všechny oblasti podniku (výrobu a logistiku, ale také marketing, lidské zdroje, IT, vývoj, obchod, nákup apod.) do společné podnikové databáze. Informace se získávají v reálném čase a ERP umožňuje jejich rychlý průtok. Příkladem ERP systému je SAP R/3, Oracle nebo Microsoft Dynamics (Vaněček a Toušek, 2017).

2 Blockchain jako technologie zítřka

Technologie blockchainu (řetězce bloků) je z hlediska časového horizontu adopce technologií stále novinkou. Podle některých má ale všechny předpoklady k tomu, aby její přijetí společností způsobilo další revoluci po vzoru adopce počítačů nebo rozšíření veřejné internetové sítě. Mnozí tento entusiasmus sdílí, ale zároveň ho zmírňují a doplňují, že opravdová transformace společnosti způsobená adopcí technologie blockchain širokou veřejností je stále na mnoho let vzdálená.

Kapitola se zaměřuje na vznik technologie a způsob jejího fungování. Charakterizuje možné přístupy k zabezpečení sítě, včetně jejich výhod a rizik, a nabízí strukturovaný přehled hlavních pilířů technologie. Dosažené milníky a problematika budoucí adopce jsou shrnuty v poslední části kapitoly.

2.1 Více než Bitcoin

Vznik technologie blockchain je velmi úzce spojen s představením bitcoinu, první světové virtuální měny (kryptoměny). I přes silné spojení se jedná o dva velmi odlišné pojmy. Za vznikem stojí osoba, skupina osob nebo organizace vystupující pod jménem Satoshi Nakamoto. Jeho pravá identita je dodnes neznámá i přesto, že se mnoho lidí v minulosti za „otce bitcoinu“ vydávalo (Vyhnánovský, 2018).

První použití pojmu bitcoin a blockchain se objevilo při zveřejnění dokumentu Bitcoin WhitePaper⁴, konkrétně 31. 10. 2008. Nakamoto v něm popisuje finanční systém, který pro převod peněz mezi rovnocennými subjekty nepotřebuje zprostředkovatele (třetí stranu, nejčastěji bankovní instituci), vytváří unikátní záznam s časovou značkou (timestamp) a vlastním způsobem šifrování pomocí hashovací funkce a asymetrické kryptografie. Tento systém následně pojmenovává bitcoin. Je ovšem důležité zmínit, že bitcoin nenese výše zmiňovaný výběr vlastností, ale pouze je ke svému fungování využívá. Zde přichází zmiňované silné spojení obou pojmů, protože skutečným základem, na kterém je bitcoin (a ostatní kryptoměny) postaven, je technologie blockchainu. Bitcoin je považován za dosud nejúspěšnější projekt na bázi blockchainu (Nakamoto, 2008).

⁴ Whitepaper je typ dokumentu, který má informativní charakter a který pomáhá k osvětě o produktu, technologii nebo systému. Nejedná se o propagační materiál. Obsah a fakta jsou upřednostněny nad formou a hlavním cílem je vzbudit důvěru a přesvědčení.

2.1.1 Co je blockchain?

Harvardští profesori Iansiti a Lakhani (2017) vymezují jeden z důvodů, proč bude adopce blockchainu pro společnost náročná. Uvádějí, že blockchain je primárně stavební technologie (spíše než disruptivní a snadno adoptovatelná novinka). Může mít ohromný vliv na naši společnost jako „stavební kámen“ pro nový model ekonomických a sociálních systémů, nicméně od tohoto momentu je ještě desítky let vzdálený. Používají přirovnání k přijetí TCP/IP protokolu, který položil základy dnešní internetové sítě.

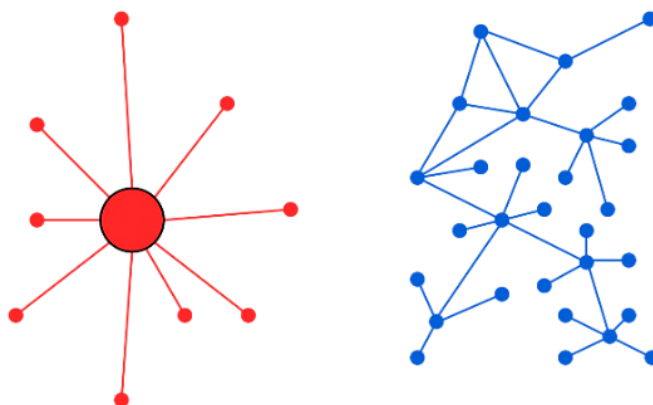
Definovat blockchain můžeme několika způsoby. Vyhnánovský (2018, str. 49) tvrdí, že „...*blockchain je veřejná distribuovaná, chronologicky seřazená databáze, která umožňuje data pouze vkládat bez možnosti následného mazání nebo úprav.*“ Komplexnější definici nabízí např. Rosic (2016b): „*Ve zjednodušené formě jde o časově označenou řadu neměnitelných datových záznamů, které jsou řízeny svazkem počítačů a které nejsou vlastněny žádnou entitou. Každý z těchto datových bloků je zabezpečen a vzájemně propojen pomocí kryptografických principů.*“ Jinými slovy, blockchain je distribuovaná veřejná účetní kniha nebo databáze datových záznamů, která obsahuje a sdílí všechny transakce, které proběhly mezi účastníky sítě. Všechny transakce a události musejí být schváleny většinou účastníků v síti (většinové, 51% pravidlo). Rosic (2016b) také doplňuje, že blockchainová platforma může mít několik podob z pohledu přístupnosti:

- **veřejná** – přístup je umožněn všem, platforma má za cíl propojit subjekty a zajišťovat transparentnost (např. Bitcoin, Ethereum).
- **privátní** – nejčastěji využíván na úrovni firmy, kdy je přesně stanoveno, jaká jsou přístupová práva. Subjekty se již znají a vzájemnou komunikací nastavují platformu tak, aby naplňovala potřeby firem. Privátní platforma nabourává některé z pilířů, např. transparentnost a částečně decentralizaci. Nabízí také možnost tzv. privátního permission-based řešení, kdy zřizovatel nebo správce rozhoduje, kdo se může zapojit do sítě.

2.1.2 Fungování blockchainu

Technologie blockchain je založena na decentralizaci celé sítě (platformy). Síť je tvořena jednotlivými počítači (uzly, entitami), které se do sítě připojují pomocí internetového protokolu. Pro všechny entity připojené do blockchainové sítě platí

stejné podmínky, žádná entita není zvýhodněná a tím pádem jsou si všechny entity rovny. Síť zároveň neobsahuje žádný centrální uzel, který by síť řídil, spravoval nebo jinak ovlivňoval, což je důvodem, proč se blockchain těší vysokému zájmu. V případě výpadku centrálního uzlu centralizovaná síť nemůže fungovat a stává se nepoužitelnou, v případě výpadku jednoho uzlu v blockchainu je zde mnoho dalších a identických uzlů. Taková míra decentralizace sítě přináší výhody zejména ve způsobu vlastnictví a s tím spojeným zabezpečením, kdy neexistuje entita, která by síť vlastnila, měla větší rozhodovací práva nebo možnost sama ovlivňovat dění a směrování celé sítě. Decentralizovaná síť zároveň umožňuje přímou komunikaci mezi uzly bez nutnosti třetí strany, bez ohledu na jejich postavení v síti a bez ohledu na velikost a důležitost uzlu, jak naznačuje Obr. 2.1. Tento způsob komunikace je označován jako peer-to-peer (P2P).



Zdroj: (Rosic, 2016b)

Obr. 2.1 Centralizovaný a decentralizovaný systém

P2P komunikace je zároveň způsob, jakým je síť spravována a udržována (protože neexistuje centrální entita zajišťující tyto potřeby). Blockchain transformuje centralizovaný systém na decentralizovaný tím, že těchto uzlů zajišťujících nebo vykonávajících funkce přidává více. Systém je otevřený, což znamená, že každý může libovolně vstoupit nebo vystoupit ze sítě a stát se uzlem. To způsobí, že se ubírá na důležitosti centrálního uzlu a jeho funkce se rozděluje rovnoměrně mezi všechny členy sítě. V takové síti neexistuje žádná hierarchie. Z toho vyplývá, že čím komplexnější je blockchainová síť (čím více má jednotlivých uzlů), tím je silnější a zároveň bezpečnější (Rosic, 2016b).

2.2 Zabezpečení

Bezpečnost sítě spočívá mimo jiné v tom, že již neexistuje jeden centrální uzel, který by byl snadno identifikovatelný a napadnutelný. Místo toho je informace uvnitř blockchainu sdílená mezi všemi uzly a způsobuje, že je systém těžko napadnutelný. To souvisí také s tím, jak jsou data umístěná v blockchainu chráněna a zabezpečena. Místo toho, aby byla databáze uložena na jednom místě (v centru sítě), je v decentralizované síti sdílena mezi všemi uzly.

Každý tento uzel se stává držitelem kompletní databáze a jeho úkol je stejný jako úkol pomyslného centra, tedy udržovat aktualizovanou verzi databáze a distribuovat ji mezi další uzly. V blockchainové síti je informace uložena v každém jednotlivém uzlu sítě, tedy každý uzel udržuje stejnou verzi databáze jako všechny ostatní. Ve chvíli, kdy chce jeden uzel udělat v databázi změnu, zadá požadavek nejbližšímu uzlu v síti, který zkontroluje, že je taková změna proveditelná. Pokud ano, aktualizuje svou verzi databáze. Novou verzi databáze následně sdílí (distribuuje) mezi nejbližší uzly v síti, které novou verzi předávají dalším uzlům, až se nová verze databáze zapíše do celé sítě.

2.2.1 Síťový konsenzus

Každá změna, která se do databáze (tzv. ledgeru, účetní knihy) zapíše, musí být ověřena. Validace probíhá nejprve na úrovni uzlu, kdy se porovnává požadovaná změna s aktuální verzí databáze na daném uzlu. Pro ověření na úrovni sítě a celkově pro decentralizovanou síť je jeden ze zásadních problémů možnost několika verzí pravdy (uzly mohou přechodně pracovat s různou verzí databáze). Tento problém se označuje jako síťový konsenzus. Pro řešení musí být síť schopna spravedlivě vybrat konkrétní uzel, který rozhodne o tom, do jakého budoucího stavu se databáze uvede.

Uživatelé, nebo přesněji uzly, musí tedy najít vzájemný souhlas – konsenzus. Pro výběr takového uzlu využívá blockchain tzv. konsenzuálních algoritmů, kterých existuje několik. Jejich úkolem je spravedlivě (a dle požadavků platformy) vybrat právě jeden uzel, který vytvoří nový blok (agreguje všechny transakce a uzamkne je) a začne novou verzi šířit do dalších uzlů. Algoritmus proběhne vždy po určitém časovém úseku, v bitcoinovém blockchainu je to cca 10 minut (Hřivna, 2018). Jako příklad nejpoužívanějších konsenzuálních algoritmů lze uvést dva: PoW a PoS.

2.2.2 Proof of Work

Proof of Work (PoW) neboli důkaz prací je metoda validace transakcí popsaná (nikoli prvně) v původním dokumentu od Nakamoty a také nejrozšířenější způsob autorizace. Po uplynutém časovém úseku probíhá v síti konsolidování všech transakcí do bloku. Uzly se v tomto případě nazývají těžaři (tzv. miners), kteří „těží“ nový blok. Těžbou se v tomto případě rozumí řešení komplexních matematických úloh, což vyžaduje značnou výpočetní sílu a spotřebovává velké množství energie. To jsou ovšem těžaři ochotni poskytnout, protože je algoritmus za vyřešení odměňuje. Použití PoW vytváří mezi těžícími uzly soutěživost, jelikož za správně vytěžený blok (autorizované transakce a uzamčení bloku) získávají odměnu v podobě tokenů dané kryptoměny. V síti tak existuje jasně stanovená motivace, na které stojí celé její fungování.

Pokud se těžař rozhodne podvádět, je odhalen tím, že při verifikaci celou sítí nesedí výsledek jeho matematické úlohy, což ostatní uzly snadno zkontrolují (viz dále hashování). Ztrátou pro podvodníka je tedy množství spotřebované energie. Argumentem proti PoW je materiální propojení s reálným světem (což ale někteří považují za jednu z hlavních předností) a nutnost vykonat určitou formu práce (spotřebovat energii) v reálném světě. Dále také ve smyslu, že mohou vznikat těžařská uskupení (tzv. mining pools). Jejich cílem je využít většího výpočetního výkonu a zvýšit tak pravděpodobnost na vytěžení nového bloku, tedy na získání odměny. Zároveň může využívat úspor z rozsahu na nákup vybavení a odběr energie. Pokud by vznikl dostatečně silný mining pool a získal by většinový (alespoň 51%) výkon, mohl by začít autorizovat neplatné transakce a vytvářet falešné bloky. Tím by došlo k porušení decentralizace celé blockchainové sítě (Havel, 2020).

2.2.3 Proof of Stake

Proof of Stake (PoS) neboli důkaz zárukou je odlišný způsob zabezpečení, kterým dochází k autorizaci transakcí v rámci sítě. Myšlenka PoS nahrazuje těžaře tzv. validátory, kteří schvalují následující blok v řetězci. Systém pomocí algoritmu vybere vždy validátora pro následující blok (algoritmus je odlišný pro různé platformy a nemůže být kompletně náhodný, protože musí brát v potaz velikost záruky). Validátorem se může stát ten uzel, který se zaručí určitou hodnotou tokenů v dané kryptoměně. Tokeny jsou poté systémově blokovány a drženy jako záruka

(tzv. stake) toho, že validátor bude autorizovat platné a proběhnuté transakce. V PoS tedy nedochází k těžení dalšího bloku, nýbrž k jeho validaci. Odměnou pro validátora za autorizaci bloku jsou poplatky z transakcí v daném bloku.

Pokud se validátor rozhodne podvádět, o svou záruku v podobě tokenů zčásti nebo zcela přichází. Pravidlem je, že transakční poplatky v konkrétním bloku musí být menší než daná záruka. Tím by mělo být zaručeno čestné chování validátora, který by podvodem přišel o víc, než je jeho záruka. Síť používající PoS je lépe chráněna proti 51% útoku (v porovnání s PoW), protože útočník by musel ovládnout většinu držících tokenů v dané měně, což se zdá nemožné. PoS navíc pomáhá síti zůstat decentralizovanou, protože zabraňuje tvorbě mining pools. Argumentem proti PoS je riziko, kdy narůstá držený objem tokenů u jednoho subjektu (bohatý se stává ještě bohatším) a motivace tokeny hlavně držet, ne tvořit nové transakce (Havel, 2020).

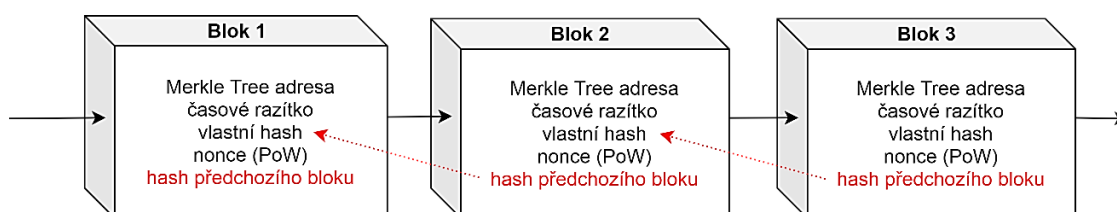
2.2.4 Hashování

Samotné vytvoření nového bloku probíhá s využitím hashování, resp. hashovací funkce. Takových funkcí existuje opět několik a vyznačují se tím, že k nim neexistuje funkce inverzní, jsou tzv. jednosměrné. Ze vstupu vytvoří hashovací funkce takový výstup, ze kterého není možné odvodit původní zprávu, data nebo hodnotu. Výsledkem hashovací funkce je otisk neboli hash. Využití tedy nalézají především v kryptografii, kdy mění dané vstupní údaje na číselný výstup fixní délky (bez ohledu na jednoduchost nebo naopak složitost původního vstupu). V PoW je blok vytvořen tak, že spolu se všemi proběhnutými transakcemi v časovém úseku je do bloku přidán i tzv. nonce (number only used once, číslo použité pouze jednou) – náhodně generované číslo dodávající bloku další úroveň zabezpečení proti napadení. Nonce zajišťuje, že data, která byla předložena, byla předložena právě jednou. Pokud by došlo ke změně dat, změní se také nonce.

Tím, že se nonce dostává jako vstup do hashovací funkce, je zvýšena bezpečnost celé blockchainové sítě. Nonce je číslo, které jednotlivé uzly hledají pro vytvoření nového bloku (a které tím pádem určuje vítěze v PoW). Uzel, který správný nonce (a tedy hash – výsledek hashovací funkce) najde jako první, uzamkne blok a předává informaci a nonce dalším uzlům. Ty mohou jednoduchým dosazením zjistit, zda vítězný uzel nepodvádí a zda číslo nonce skutečně po průchodu hashovací funkcí dává požadovaný výstup. Dochází tedy k vzájemné kontrole

v rámci sítě mezi všemi uzly. Právě nalezením čísla nonce vzniká dříve zmiňovaný konsenzus sítě, tedy vzniká nový blok (Hřivna, 2018). Struktura bloků je naznačena na Obr. 2.2. Každý blok v blockchainu obsahuje:

- proběhnutou výměnu dat a jejich hash v podobě tzv. merkle tree⁵,
- časové razítko,
- vlastní hash v podobě header hashe (není distribuován, ale počítán),
- nonce (pokud platforma využívá PoW),
- hash předcházející bloku (přes který vzniká propojení celého řetězce).



Obr. 2.2 Struktura bloků

2.3 Hlavní pilíře

Z výše uvedených definic a popisu fungování lze vyzorovat a zdůraznit hlavní pilíře, na kterých technologie blockchain stojí. Podle lansitiho a Lakhaniho (2017) jsou to:

- **Distribuovaná databáze**, která umožňuje všem účastníkům v síti okamžité nahlédnutí do databáze a autorizaci transakcí bez nutnosti třetí strany (zprostředkovatele). Uzly v síti mohou vlastnit buď úplnou, nebo částečnou verzi databáze. Tento pilíř zajišťuje decentralizaci celého systému, což podporuje vyšší bezpečnost sítě (data nejsou uložena pouze na jednom místě), neomezenou dostupnost dat (nehrozí výpadky nebo odstávky centrálního úložiště) a neovlivnitelnost dat. V decentralizované síti neexistuje jediný vlastník informace, naopak informace patří všem zúčastněným. Všechny uzly (entity) v síti jsou si rovny a vzniká egalitářská síť.

⁵ Datová struktura (strom), která tvoří základ zabezpečení blockchainové sítě. Na „vrcholu“ stromu stojí hash celého bloku, který se větví až do hashů jednotlivých transakcí. Merkle tree tedy obsahuje hash všech hashů v bloku. Změna dat v bloku bude znamenat i změnu konečného hashe, tudíž změnu hashe každé jednotlivé transakce. Tím narůstá potřebný výkon pro potenciální útok a činí ho takřka neproveditelným.

- **Peer-to-peer transakce**, jinými slovy transakce mezi jednotlivými účastníky. Výměna informací a komunikace probíhá přímo mezi uzly sítě, nikoliv skrze centrální bod. Každý uzel ukládá informace a zároveň je distribuuje (sdílí) mezi všechny další uzly. Výsledkem tohoto způsobu transakcí je rychlejší a efektivnější výměna a přenos dat.
- **Transparentnost** zajišťuje jednak dostupnost a viditelnost dat v systému, a jednak také stupeň ochrany sítě a entit (uzlů). Každý uzel přistupuje do sítě pomocí svého unikátního tzv. privátního klíče. Ten má nedokonalý duplikát (veřejný klíč), skrze který je uzel v síti identifikován ostatními. Veřejný klíč nese pouze veřejnou adresu uzlu v síti. Entity mohou zvolit, zda svou identitu udrží v tajnosti, nebo poskytnou důkaz o identitě. Jinými slovy, je možné vyhledat všechny transakce, které byly provedeny na danou veřejnou adresu, ale není možné veřejnou adresu spojit s konkrétní entitou. Taková úroveň transparentnosti s sebou přinese zodpovědnější jednání entit (jedinců, firem i státu). Možnost okamžitě vyhledat a zobrazit všechny transakce např. konkrétní firmy povede k tomu, že taková firma si už nebude moci dovolit jednat proti pravidlům, neeticky nebo nečestně.
- **Neměnitelnost záznamů** vychází z podstaty technologie, která spojuje jednotlivé bloky datových záznamů do řetězce. Transakce, která byla zadána do systému a autorizována většinou, je zapsána do bloku a přiřazena na konec řetězce těchto bloků (proto blockchain). Poslední blok je navíc vždy spojen s bezprostředně předcházejícím blokem pomocí kryptografické hashovací funkce, resp. tzv. hash pointeru. Ten obsahuje jednak adresu předchozího bloku v systému, a jednak hash předchozího bloku. Pokud by se útočník pokusil vložit nesprávný blok, nebo změnit data v předešlých blocích, ovlivnila by tato změna všechny již vytvořené bloky (změní se jejich hash a data). Tímto by byl změněn celý řetězec až do prvního bloku. Útočník by tedy musel přepsat kompletní řetězec bloků včetně jejich dat a jednotlivých hashů. Takový úkon není reálně možný, protože by vyžadoval výpočetní výkon větší, než je celosvětová výpočetní síla všech těžařů. Editace dat je proto v blockchainu nemožná.
- **Výpočetní logika** umožňuje navázat změny v blockchainu (digitálně vedené databázi) na rozhodovací kritéria. Databáze může být naprogramovaná

a pomocí algoritmů nebo jiných pravidel může (v případě splnění podmínek) automaticky aktivovat spouštěče transakcí nebo jiných událostí v síti.

2.4 Technologie zítřka

Technologie blockchain funguje již přes 10 let (první spuštění bitcoinového projektu proběhlo v roce 2009). I za takto krátkou dobu prošla již několika důležitými milníky ve svém vývoji. Gupta (2017) identifikuje celkem 4:

1. **Bitcoin**, historicky první projekt postavený na základech blockchainu, v době psaní práce s tržní kapitalizací přes 400 miliard dolarů a používaný miliony lidí pro platební styk nebo jako investiční příležitost.
2. **Blockchain**, resp. uvědomění si nevyužitých možností technologie, která vytvořila základ úspěchu kryptoměn. Myšlenka separace blockchainu od finanční sféry a použití v mezipodnikové, sociální či ekonomické sféře dala vzniknout mnoha startupovým projektům a vývojovým týmům.
3. **Blockchain 2.0**, druhá generace blockchainu postavená na platformě Ethereum umožnila vnořit do blockchainu jednoduché počítačové programy, tzv. smart contracts (neboli chytré kontrakty, viz dále).
4. **Proof of Stake (PoS)**, nahrazuje původní PoW, který je energeticky velmi náročný, viz výše. Nabízí jinou metodu nalezení síťového konsenzu, založenou na hodnotě držené kryptoměny spíše než na množství vykonané práce v reálném světě.
5. **Blockchain scaling** (škálování) má pomoci se zrychlením autorizací transakcí při zachování bezpečnosti a důvěrnosti systému. Systém vyhodnotí, jaký výpočetní výkon je třeba k validaci konkrétní transakce, a tyto potřeby agreguje, aby zjistil celkový potřebný výkon k validaci bloku. Tím určí, kolik počítačů je k validaci potřeba, a efektivně tak rozdělí požadavky.

Uvedený seznam důležitých milníků ve vývoji technologie blockchain naznačuje, že za pouhých 10 let vývoje došlo k převratným změnám a vylepšením. Tento posun je připisován převážně vědcům, matematikům a kryptografům. Důležité je ovšem zmínit také narůstající komunitu technologických nadšenců, kteří přinášejí další úhel pohledu a na vývoji se také značnou částí podílejí (Gupta, 2017).

2.4.1 Další vývoj

Je složité určit, jakým způsobem se bude technologie blockchain ubírat. Je ale možné (a pro další kapitoly i nutné) zmínit vznik chytrých kontraktů s novou generací blockchainu, zejména Etherea. S tím souvisí také používání tzv. dapps.

Pojem smart contract (chytrý kontrakt) poprvé použil kryptograf a počítačový expert Nick Szabo, a to ještě před vytvořením Bitcoinu, v roce 1995. Jeho původní záměr byl, že chytré kontrakty nahradí ty „normální“ (papírové) v plně digitální formě. Jeho myšlenka sice předběhla dobu, ale nyní, s nástupem druhé generace blockchainu, je stěžejní. Nejlépe si lze smart contract představit jako program, který je uložen v blockchainové síti. Chytrý kontrakt funguje na principu if-then, tedy jestli se stane činnost A, pak proved' příkaz 1. Podle předem stanovených požadavků a pravidel provede vyhodnocení podmínek kontraktu (např. přenos nebo rozdělení prostředků, přechod vlastnického práva, průchod zboží určitým místem v dodavatelském řetězci nebo provedení určité operace). Automaticky vyhodnotí, zda požadavky byly naplněny a provede podle toho výstup. Chytré kontrakty mají největší přínos ve zprostředkovatelských operacích, kdy svým fungováním odstraňují prostředníky, zrychlují komunikaci a snižují náklady (Rosic, 2016a).

Dalším nástrojem k provádění automatizovaných operací na blockchainu jsou tzv. dapps (decentralizované aplikace). Principem je, že dapps neprobíhají na centralizovaném serveru, ale na více uzlech v decentralizované síti. Dapps mohou být tvořeny jedním i více chytrými kontrakty (Hřivna, 2018).

2.4.2 Adopce technologie

K tomu, aby se blockchain stal každodenní záležitostí a abychom mohli využívat jeho plný potenciál, je z hlediska jeho adopce ještě daleko, možná i několik desítek let. Nelze určit, kdy přesně se tak stane. Podle historické analýzy technologií s podobným potenciálem (např. zmiňovaný TCP/IP protokol a rozšíření internetové sítě) lze alespoň určit jeho limity, které jsou především (Iansiti a Lakhani, 2017):

- **novost** – čím novější je technologie, tím větší úsilí bude nutné vyvinout, aby uživatelé i široká veřejnost pochopili její fungování a problémy, které řeší,
- **komplexnost** – nutné množství a rozdílnost zapojených uživatelů (článků), které se musejí naučit spolupracovat pro vytvoření hodnoty.

3 Propojení řetězců

Touto kapitolou začíná empirická část této práce, ve které jsou propojena dohromady teoretická východiska popisována výše. Empirická část práce je zpracována metodou systematické literární rešerše odborných článků, případových studií i veřejně dostupných informací z konferencí nebo firemních stránek. Technologie blockchain, která získala velkou pozornost s příchodem virtuálních měn, byla dlouho spojována pouze s financemi. Potenciál pro širší využití postupně odkrývají pilotní projekty soukromých firem a národních orgánů, stejně jako výzkumné a vědecké články.

Tato kapitola v úvodu charakterizuje některé požadavky, které vyžadují dodavatelské řetězce nebo možnosti propojení SCM a technologie blockchain. Klíčovou částí je analýza současné implementace technologie blockchain v dodavatelských řetězcích. Byly zvoleny tři případové studie pro ukázkou různorodosti možné adopce. Zaměření studií se pohybuje od lokálního potravinového řetězce a problematiky původu zboží, přes komplexní mezinárodní potravinové řetězce a rychlost informačního toku až po globální logistickou síť s platformou pro sdílení kritických přepravních dokumentů. Zvolené implementace jsou dále s využitím SWOT analýzy vyhodnoceny. V závěru kapitoly jsou zmíněny oblasti, které představují potenciál pro implementaci nebo již nějakým způsobem technologii adoptovaly.

3.1 Požadavky

Sdílení informací napříč dodavatelskými řetězci je v některých odvětvích překvapivě nerozvinuté. O většině finálních produktů toho jako finální zákazníci víme nečekaně málo. Těžba materiálu, výroba nebo montáž výrobků přináší kromě transformace vstupů také negativní dopady, jako je ekologická zátěž, nevyhovující pracovní podmínky, zodpovědnost za bezpečnost nebo nezávadnost či likvidace odpadu. O těchto dopadech existuje jen velmi málo záznamů. Vztah finálního zákazníka s materiálním světem je tak neúplný a rozbitý.

I proto je možné pozorovat rostoucí požadavky na transparentnost operací v jednotlivých firmách i napříč řetězci. Zaměřeny jsou zejména na původ zboží a podmínky spojené s jeho postupnou transformací. Některé druhy produktů jsou méně vystavené podvodům nebo není jejich přesný původ tolik žádoucí. Nicméně,

pokud se zaměříme například na potravinářství, původ potraviny silně koreluje s její kvalitou a dalším použitím (Provenance, 2015). Rostoucí nároky na sledování původu potravin a jejich fyzický i informační tok celým řetězcem se pojí i s několika zdravotními incidenty, které se v minulých letech odehrály. Je možné zmínit například (Kamath, 2018):

- Vypuknutí epidemie escherichia coli v USA v roce 2006, která se šířila v listovém špenátu. Všechny supermarkety a restaurace musely ze svých nabídek odstranit špenát jakéhokoli původu. Zdravotní inspekci trvalo téměř dva týdny, než odhalila příčinu. Tou nakonec byla jedna výrobní šarže z jediného dne u jednoho dodavatele.
- Nahrazování jehněčího a hovězího masa koňským v potravinářských řetězcích EU v roce 2013, což mělo za následek znehodnocení více než 4,5 milionu výrobků představujících zhruba 1 000 tun čistého masa.
- Nálezy salmonely v dodávkách papáji v rámci USA v červenci roku 2017, které znamenaly hospitalizaci ve více než 170 případech. Nález původce trval přes 3 týdny a nakonec vedl opět k jedinému dodavateli.

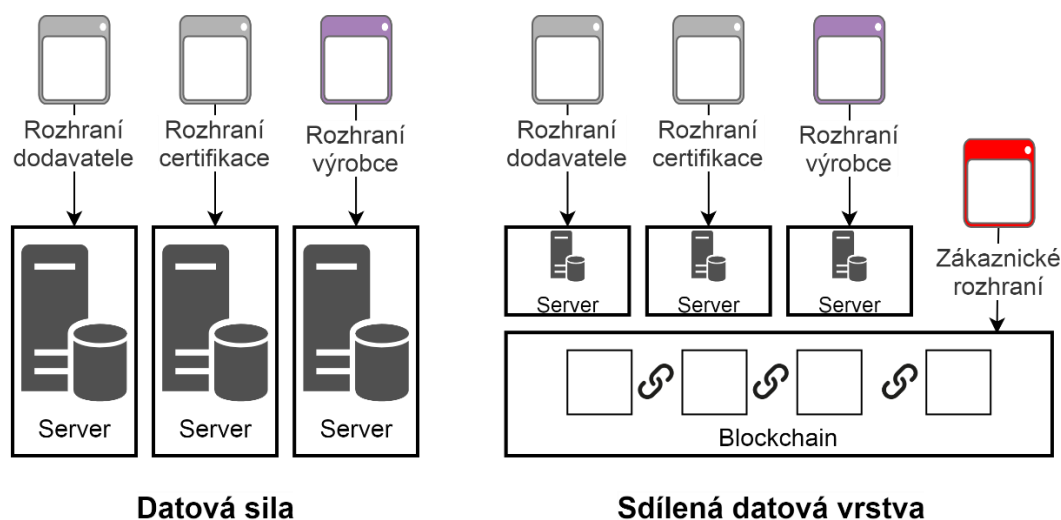
Výše popsané případy ukazují, že zastaralé metody předávání informací ovlivňují nejen ekonomiku, ale také bezpečnost a důvěru celého dodavatelského řetězce.

3.2 Možnosti propojení

Použitím technologie blockchain v dodavatelských řetězcích je možné výrazně zrychlit tok informací mezi všemi články v dodavatelském řetězci, například využitím chytrých kontraktů. Rychlejší tok informací nejenže umožní zrychlit i samotný tok materiálu, ale zároveň přinese dnes tolik nutnou agilnost a možnost provádět rozhodnutí založená na skutečných a pravdivých datech. To pozitivně ovlivní nejen plánování, ale především operativu.

Je ale nutné se zaměřit i na druhý konec sdílení dat, tedy na zdroj. Ve stávajících systémech má centrální uzel na starosti distribuci veškerých dat potřebných pro fungování řetězce. To vzbuzuje otázku kredibility, neutrality, množství zdrojů a hlavně důvěry. Takové uzly se stávají hlavním místem útoku a slabinou celého systému. Blockchain ukládání a sdílení dat decentralizuje. Firemní data v datových silech nejsou schopna společně komunikovat. Blockchain proto spojuje datová síla

do jedné sdílené datové vrstvy s definovanými společnými standardy (viz Obr. 3.1). Datový záznam na blockchainu vzniká až síťovým konsenzem (viz výše). Aktuální informace o stavu sítě už tak neposkytuje centrální autorita, ale jsou zprostředkovány nezávislým aplikováním pravidel a společným poskytováním dat napříč řetězcem (Provenance, 2015).



Zdroj: Zpracováno dle (Provenance, 2015)

Obr. 3.1 Datová síla vs sdílená datová vrstva

Jednotná verze pravdy zaručí, že všechny články mohou pracovat s nejaktuálnější verzí informace nebo dokumentu. Zároveň vědí, že informace zapisované do blockchainu jsou zpětně dohledatelné, takže adopce technologie vede k větší zodpovědnosti při zadávání. Trasovatelnost nutí uživatele k přebrání zodpovědnosti, a tím tak eliminuje možnou manipulaci s daty a chybovost jejich zadávání. Právě při sběru a zadávání dat se nabízí kooperace s dalšími technologiemi. Pokud bude blockchain sloužit jako stavební technologie, pak se části Industry 4.0, jako jsou IoT (Internet of Things) nebo IoS (Internet of Services), stávají jeho výkonnou částí. Použití RFID čipů, chytrých senzorů nebo NFC štítků může zautomatizovat sběr dat a redukovat chybovost téměř na nulu.

3.3 Prokazatelnost původu zboží

Britská společnost Project Provenance Ltd sídlící v Londýně se zabývá vývojem platformy, která má pomoci menším a lokálním podnikatelům transformovat jejich business do 21. století, zvýšit jejich globální konkurenceschopnost a ve většině případů také přispět ke zlepšení životního prostředí. Tento nástroj je založen na

blockchainu Ethereum. Mimo jiné již tento nástroj firma použila při digitalizaci udělovaných certifikátů za společenskou odpovědnost a udržitelnost, ve spojení s módními návrháři pro zvýšení transparentnosti jejich podnikání nebo nejnověji, když pomohla redukovat podíl nelegální práce a přispět k vyšší sociální odpovědnosti v potravinovém řetězci. Pro analýzu implementace blockchainu do SCM byl vybrán jeden z největších projektů firmy z roku 2016, digitalizace a trasování udržitelného rybolovu v jihovýchodní Asii – konkrétně pro lov 2 druhů tuňáka v Indonésii, tuňáka pruhovaného a tuňáka žlutoploutvého. Šlo o jeden z pilotních projektů použití blockchainové platformy v odvětví rybolovu. Pokud není uvedeno jinak, je tato podkapitola zpracována podle reportů přímo ze stránek firmy (Provenance, 2016a; Provenance, 2016b).

3.3.1 Cíl a účel

Projekt lze zařadit do kategorie sociálních, protože hlavní zaměření je na populaci žijící na pobřeží Indonésie (zhruba 60 milionů obyvatel), kde rybolov představuje většinu pracovních příležitostí a zahraničního obchodu. V oblasti se stále více objevují zprávy o porušování lidských práv, nedovoleném rybolovu nebo otroctví na velkých rybářských lodích. Menší rybářské vesnice nebo jednotlivci, kteří praktikují nejšetrnější způsob rybolovu, tj. lovení na pruty, bojují s velkými plavidly, která loví na tzv. košelkové nevodě (kruhové zatahovací sítě) se zařízením na shlukování ryb.

Podněty ke vzniku projektu vznikaly také na základě šetření na různých koncových trzích. Průzkumy provedené ve Velké Británii ukázaly, že 30 % britských spotřebitelů znepokojuje problematika životního prostředí a sociálních otázek, ale zároveň je pro ně obtížné brát na tyto obavy ohled při jejich nákupním rozhodování. Stejných 30 % britských spotřebitelů dodává, že nemají přístup k informacím, které by mohly ovlivnit jejich spotřební rozhodování ve prospěch nákupu šetrných a udržitelných výrobků.

Průzkum provedený v USA dále ukázal, že spotřebitelé nejen, že nemají přístup k dostatku informací, ale že informace, které poskytuje prodejce, jsou přinejmenším zavádějící. Data pro studii o původu mořských plodů byla získána napříč státem New York u 29 různých značek ve 155 lokacích. Výsledky ukázaly, že téměř 27 % výrobků bylo špatně označeno, tj. štítek se neshodoval s druhem ryby, neshodoval se způsob výlovu nebo odpovídající kvalita (Underwood, 2018).

Účelem projektu bylo podpořit šetrnější způsob rybolovu v oblasti, zachovat zaměstnanost v tradičním odvětví a pomoci stabilizovat zdejší komunity. Cílem bylo vytvořit platformu, která pomůže ocenit snahu o šetrnější způsob lovu, zajistí neměnitelný datový záznam napříč dodavatelským řetězcem od první míle⁶ v řetězci a tím také prokazatelnou kvalitu a původ úlovku. Takový nástroj rovněž eliminuje neshody v datových záznamech, vytvoří bezpečný tok informací mezi zájmovými stranami umožňující sledování informací o úlovku v reálném čase a podpoří informovanost zákazníka o produktu.

3.3.2 Implementace

Na začátku projektu stál podrobný sběr dat, na kterém se podíleli vývojáři z Provenance a zástupci místních rybářských organizací, samotní rybáři, manažeři, auditoři, zpracovatelé ryb a exportéři. Hlavním zjištěním byl používaný způsob záznamu, který probíhal až na jeden případ pouze na papír (kromě nutných excelovských tabulek pro úřady), dále lokace jednotlivých článků řetězce a hlavní zainteresované strany. Jediná společnost využívala určitou formu trasování úlovku, konkrétně systém Tally-O, který také umožnil udělení certifikace Fair Trade. Implementace platformy je rozdělena do 3 částí: sběr dat a registrace úlovku od první míle, propojení platformy s existujícími systémy, zákaznická zkušenost a budování důvěry.

Registrování dat o úlovku do blockchainu iniciuje přímo rybář. Ten pomocí aplikace v telefonu nebo SMS zprávou vytvoří prvotní datový záznam o úlovku, který tvoří novou položku v blockchainu. K tomuto záznamu se přidává také unikátní ID úlovku, informace o rybáři včetně certifikace (pokud je držitelem), dále GPS lokace a časová značka. Vlastnictví položky (úlovku) následně přechází do dalšího článku dodavatelského řetězce, a to jak fyzicky, tak i digitálně. Přitom blockchain stále zachovává původní informace o způsobu chycení, rybáři apod. a pouze přepíše vlastnictví konkrétního ID na nový subjekt. Takto platforma tvoří neměnitelnou digitální stopu každého úlovku. Zároveň různé moduly platformy ověřují způsob chycení, vystavené certifikáty a jejich platnost, aby došlo ke splnění podmínek

⁶ Tzv. first-mile, v dodavatelském řetězci pojem označující prvotní záznam v dodavatelském řetězci o surovině, materiálu nebo produktu.

a možnosti označení výrobku danou certifikací. To vše bez centrální autority, v reálném čase a transparentně.

Propojení platformy s existujícími systémy má hlavní myšlenku, a to vytvoření vzájemných vazeb mezi uzly v dodavatelském řetězci (i mimo něj). Používané podnikové systémy fungují v limitovaném okruhu a nejsou schopny propojit celý dodavatelský řetězec. Datová úložiště při jednotlivých uzlech fungují jako oddělené zdroje informací. Blockchainová platforma (a její moduly) umožňují napojení všech uzlů (a jejich vlastních podnikových systémů, např. ERP) na jednu společnou síť, ve které je zajištěna jediná verze pravdy, neměnnost datových záznamů a která je méně zranitelná. Digitalizace od první míle řetězce umožňuje informace o úlovku propisovat napříč řetězcem do jeho digitální stopy. Pro zobrazení informací je nutné doplnit úlovek o identifikátor, např. QR kód, RFID nebo NFC štítek. Načtením identifikátoru v konkrétní aplikaci také probíhají změny vlastnictví mezi jednotlivými uzly řetězce. Při zpracování produktu (z čerstvého úlovku do konzervy) musí být zajištěna posloupnost operací:

- rybář vytvoří novou položku blockchainu s unikátním ID svého úlovku,
- blockchain spouští smart contract a automaticky nabízí úlovek na online tržišti nebo přímo smluvnímu zpracovateli, který může v reálném čase zjistit informace o úlovku (množství, druh, váhu, místo odchyty),
- úlovek putuje z přístavu ke zpracovateli (fyzická změna vlastníka z rybáře na zpracovatele),
- zpracovatel provádí příjem surovin načtením štítku (je spuštěn smart contract nahraný na blockchainu, který provádí digitální změnu vlastníka z rybáře nebo přepravce na zpracovatele),
- zpracovatel doplňuje informace o výrobku ze svého ERP systému (výrobní šarže, datum výroby, složení výrobku, způsob balení, expirační datum apod.) a zapisuje je přes unikátní ID do blockchainu,
- hotový výrobek je expedován, probíhá načtení kódu na konzervě a smart contract provádí změnu vlastníka na importéra,
- výrobek je naskladněn ve finálním místě prodeje (finální změna vlastníka přes smart contract z importéra na prodejce),

- prodejce nabízí výrobek finálním zákazníkům, kteří načtením NFC štítku mohou zpětně sledovat cestu výrobku až k prvnímu článku, k rybáři.

Zpracovatel musí mimo jiné zamezit dvojímu utrácení ve výrobě, tj. že čerstvý úlovek je na vstupu do výroby digitálně i fyzicky „spotřebován“ a výstupem je nový produkt (konzerva s tuňákem), který musí nést všechny informace o původním vstupu a zároveň své unikátní označení pro separátní sledování prodeje. Z podstaty navíc blockchainová platforma umožňuje sdílení dat mezi továrnami (např. zpracovatel ryb a dodavatel oleje) a dochází ke konsolidování dat v rámci jedné komplexní sítě, což vytváří skutečný „end-to-end“ záznam o výrobku (viz Příloha 1).

Poslední krok implementace je zaměřen na způsob předání získaných informací z celého dodavatelského řetězce finálnímu zákazníkovi. Průzkum u nasmlouvaných prodejců ukázal různé spotřebitelské reakce na dnes používané metody, jako jsou reklamní plakáty, bannery nebo projekce videí. Nejpřijatelnější varianta se ukázala v podobě NFC štítku přímo na obalu výrobku, který lze načíst téměř každým chytrým telefonem. Po načtení štítku může zákazník sledovat cestu výrobku od rybáře až k danému prodejci, zjistit informace o způsobu přepravy, uděleném certifikátu nebo rybáři na druhé straně světa. Takový způsob transparentnosti vede k většímu propojení zákazníka se značkou, důvěře ve výrobek a ochotě zaplatit více za produkt s prokazatelným, k přírodě šetrným původem. Kromě NFC štítků přímo na výrobku jsou také použity v propagačních materiálech prodejců nebo přímo v jídelních lístcích ve vybraných restauracích, kde doplňují zážitek z konzumace.

3.3.3 Výstupy implementace

Použitím a implementováním blockchainové platformy byla zajištěna požadovaná kredibilita a transparentnost v první míli dodavatelského řetězce. Vytvořená digitální stopa úlovku od rybáře až po konečného zákazníka umožňuje výměnu informací mezi různými uzly řetězce, sledování v reálném čase a zajištění původu výrobku. Výzkumy ukazují, že očekávané zvýšení kusové ceny spojené s implementací celé platformy zhruba o 15 – 20 % neovlivní rozhodování spotřebitele o koupi vzhledem k tomu, že se jedná o produkt střední cenové kategorie. Platforma navíc umožňuje ostatním uzlům přispívat a doplňovat potřebné informace nebo poskytovat jejich ověření. Princip toku informací napříč dodavatelským řetězcem umožňuje proaktivní trasování produktu v případě objevení neshod nebo zdravotních závad. Na rozdíl

od reaktivního trasování, které může trvat i celé týdny, nabízí blockchainová platforma téměř okamžitý přístup ke kompletnímu záznamu. Tento princip lze využít i při provádění auditů.

Report uvádí, že řešení přináší výhody pro obě strany dodavatelského řetězce. Na jedné straně umožňuje vytvoření důvěry mezi rybářem a zpracovatelem a zprostředkovává článkům v řetězci pravdivé informace o úlovku. Při výběru nových dodavatelů je snazší vybrat takového, který splňuje požadovaná kritéria kvality a umožnit tak vstup nových rybářů. Na druhé straně řetězce (u zákazníka) dochází ke zlepšení povědomí o značce a produktu, k osvětě o možnostech šetrného rybolovu a o dopadech na zdejší komunity. Maloobchodní prodejci nebo restaurace dostávají evidenci o prodávaném zboží a mohou tak částečně eliminovat rizika zničení vlastní reputace. Kompletní, dostupné a pravdivé informace o výrobku navíc vytvářejí další podnět k nákupu.

3.4 Zdravotní nezávadnost potravin

Použití technologie blockchain nemusí být spojeno pouze s lineárními dodavatelskými řetězci. Aplikací blockchainu v komplexních dodavatelských řetězcích se v posledních letech zabývá řada předních světových firem. Jednou z nich je i největší světový maloobchodní prodejce, americká společnost Walmart. Týdně obslouží přes 260 milionů zákazníků ve svých téměř 12 000 prodejnách ve 28 zemích. To na jedné straně vytváří dominantní postavení a globální úspěch společnosti, na druhé znamená odpovědnost za prodávané zboží a enormní výzvu, zejména z pohledu řízení všech svých dodavatelských řetězců. I přes prudký vývoj technologií v posledních letech je potravinářský průmysl historicky pomalejší v přijímání nových technologií než ostatní odvětví. Zejména menší podnikatelé stále vedou záznamy na papír. Vzhledem k provázanosti celého potravinářského průmyslu (jeden produktový výstup může vstupovat do stovek produktů) by digitalizace pomohla k rychlejšímu a bezpečnějšímu přenosu dat, který je méně náchylný na chybovost a přináší důležitou podporu rozhodování (Yiannas, 2018).

Manažerské rozhodování a digitalizaci vybraných řetězců má proto podpořit blockchainová platforma IBM Food Trust. Platforma je vyvinutá společně s dalším

lídrem ve svém oboru, IBM, a je postavena na Hyperledger Fabric⁷. IBM Food Trust je první digitální řešení zdravotní nezávadnosti potravin založené na blockchainu v takovém rozsahu, současně je největším blockchainovým projektem po kryptoměnách. V roce 2016 byly vytvořeny dva pilotní projekty. Jeden se zaměřoval na digitalizaci dodavatelského řetězce pro vepřové maso v Číně, druhý na trasování produkce manga z Jižní a Střední Ameriky do obchodů v USA (IBM, 2019).

3.4.1 Cíl a účel

Nedávné problémy způsobené závadnostmi určitých potravin a jejich nuceným stažením z prodeje urychlily nutnost digitalizace potravinových řetězců. Světová zdravotnická organizace (WHO, 2020) uvádí, že 10 % světové populace se ročně potýká se zdravotními problémy způsobenými otravou jídlem a přibližně 420 000 lidí na následky zemře. V USA se ročně jídlem otráví zhruba 48 milionů lidí (Kamath, 2018). Závadné, prošlé nebo nutně stažené potraviny představují také ekonomický dopad. Zhruba třetina světové produkce potravin je ztracena nebo znehodnocena z preventivních důvodů nebo kvůli špatné logistice. Po odečtení tohoto objemu potravin se přesto zdravotní závadnost potravin v USA vyčísluje v ročních nákladech ve výši 55 – 93 miliard dolarů (Unuvar, 2017). Zejména zpětné trasování produktů a jejich konkrétních výrobních šarží v případě zdravotní závadnosti je důvod, proč IBM Food Trust vznikl.

Účelem projektu je přinést do potravinářského řetězce důvěru, rovnost a sdílení informací napříč řetězci, transparentní vystupování a spolupráci při dalším technologickém vývoji. Jelikož se jedná o pilotní projekt, je jedním z účelů také posouzení využití technologie v praxi a nalezení možných benefitů a nevýhod implementace, a také rozšíření povědomí o využití blockchainu v potravinářství. Cílem projektu IBM Food Trust je vytvořit globální a robustní systém, který umožní zapojení všech stakeholderů v potravinovém průmyslu včetně konkurujících si firem do jedné sítě. Projekt cílí především na snížení času potřebného pro nalezení původního výskytu problému (konkrétního uzlu v dodavatelském řetězci),

⁷ Hyperledger je open-source blockchainová modulární platforma, která je pro vývojáře volně dostupná. Hyperledger je tzv. permission-based platforma, to znamená, že uživatelé musí být udělen přístup v podobě unikátního klíče, aby mohl platformu spustit, zobrazovat sdílená data nebo data zadávat a aktualizovat. Hyperledger Fabric je konkrétní projekt pod záštitou IBM a jeho cílem je nabídnout framework (základ) pro vývoj blockchainových řešení.

na redukování nutnosti stažení potravin z prodeje a tím i potravinového odpadu (Yiannas, 2018).

3.4.2 IBM Food Trust

Platforma IBM Food Trust používá k fungování několik základních modulů, které na jedné straně řeší jednotlivé problémy v úzkých místech potravinového řetězce, a na straně druhé sdílejí data do společné sítě a vytvářejí kompletní (a komplexní) digitální datovou stopu o produktech. Základní moduly jsou 4 (IBM, 2019):

- **Trace** (trasování) – modul určený pro zpětné trasování produktu až do místa původu (první míle). Využívá okamžitý end-to-end přehled a nabízí sledování polohy produktu v reálném čase. Vyhledávání probíhá přes čárový kód, označení produktu nebo přes objednávku.
- **Fresh insights** (pochopení dat) – slouží pro měření výkonnosti jednotlivých uzlů a řetězce jako celku tím, že propojuje rozdílná data z interních systémů a senzorů do jednoho výstupu (např. velikost zásoby napříč řetězcem, čas strávený transportem a skladováním, průběh teploty, čas odjezdu a přibližný čas příjezdu apod.). Modul přináší holistický pohled na celý řetězec a agregováním dat pomáhá k optimalizaci celku.
- **Certifications** (certifikace) – modul nabízí možnost sdílení klíčových dokumentů mezi uživateli sítě. Slouží pro potvrzování a sdílení provedených testů a udělených certifikátů, závěrů auditů a dalších hodnotících výstupů v reálném čase tak, aby byla zajištěna jejich aktuálnost.
- **Data entry and access** (datové vstupy a přístup) – přístup k datům je definován na základě udělených přístupů od vlastníka dat, který určuje, kterou skupinu dat bude sdílet s kterým obchodním partnerem. Data je možné nahrávat z existujících podnikových systémů (např. SAP) nebo skrze webové rozhraní.

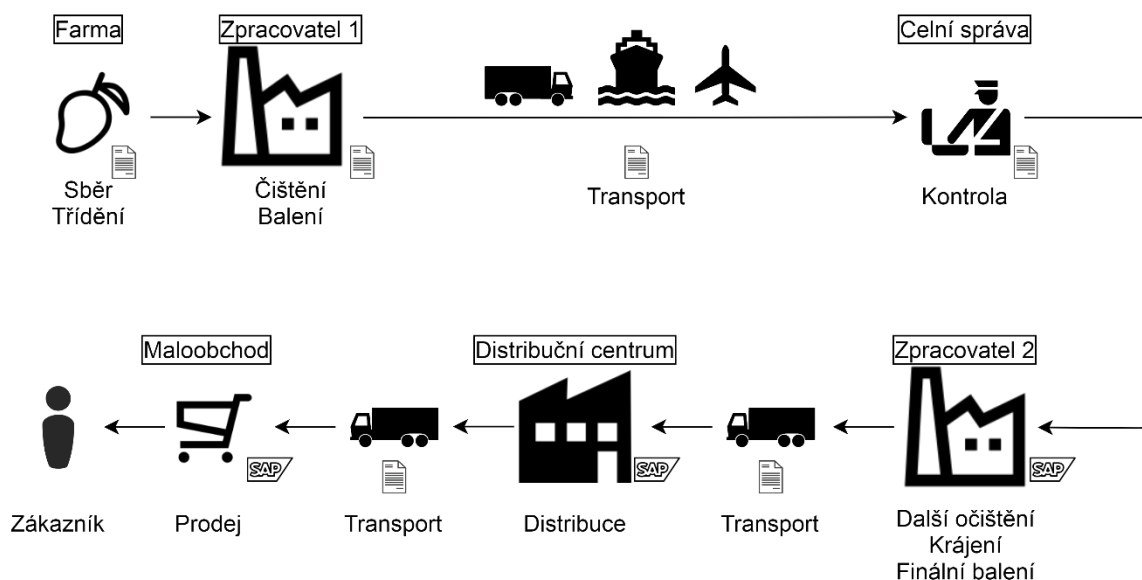
K těmto modulům nabízí IBM Food Trust také další APIs (Application Programming Interfaces – rozhraní pro programování aplikace), které dále vyvíjí společně s partnery. Platforma umožňuje používat APIs také třetím stranám, což je využitelné zejména pro zákaznické aplikace. Každý uživatel sítě navíc může vytvořit libovolný

privátní smart contract mezi dvěma a více uzly a automatizovat rozhodování napříč řetězcem.

3.4.3 Implementace

Ve vybraném pilotním projektu digitalizace dodávek krájeného manga do prodejen Walmart je důležité pochopit jeho komplexnost, která je v rámci svého druhu jedna z největších (viz Obr. 3.2). Projekt byl implementován u 16 farem v Mexiku, dvou prvotních zpracovatelských závodů, tří obchodníků, dvou importních skladů a jednoho finálního zpracovatelského závodu v USA (McKenzie, 2018).

Potravinářské řetězce používají převážně „klasický“ zápis dat na papír nebo do privátních tabulek, přinejlepším do izolovaných podnikových systémů. Takový přístup k SCM je popisován jako OUOD (one-up one-down – jeden nahoru, jeden dolu) a znamená, že daný uzel má informace pouze od předcházejícího článku řetězce a informace předává pouze následujícímu článku. Uživatel postrádá pohled napříč řetězcem, a to značně zpomaluje tok informací, zejména pokud jsou ručně zapisovány a musejí se kontrolovat manuálně. Každý uzel v řetězci má vlastní postupy pro uchovávání dat, čímž se tok dále zpomaluje (Kamath, 2018).



Obr. 3.2 Původní dodavatelský řetězec pro dodávky manga, Walmart

Napříč řetězcem chybí jasně stanovený standard pro efektivní přenos dat a nástroj, který umožní nejen přenos, ale i zprostředkování nebo zpracování. Například, pokud dojde k odhalení zdravotní závady na potravině, probíhá komunikace vždy mezi dvěma sousedícími články řetězce a trasování se prodlužuje. Zejména pro

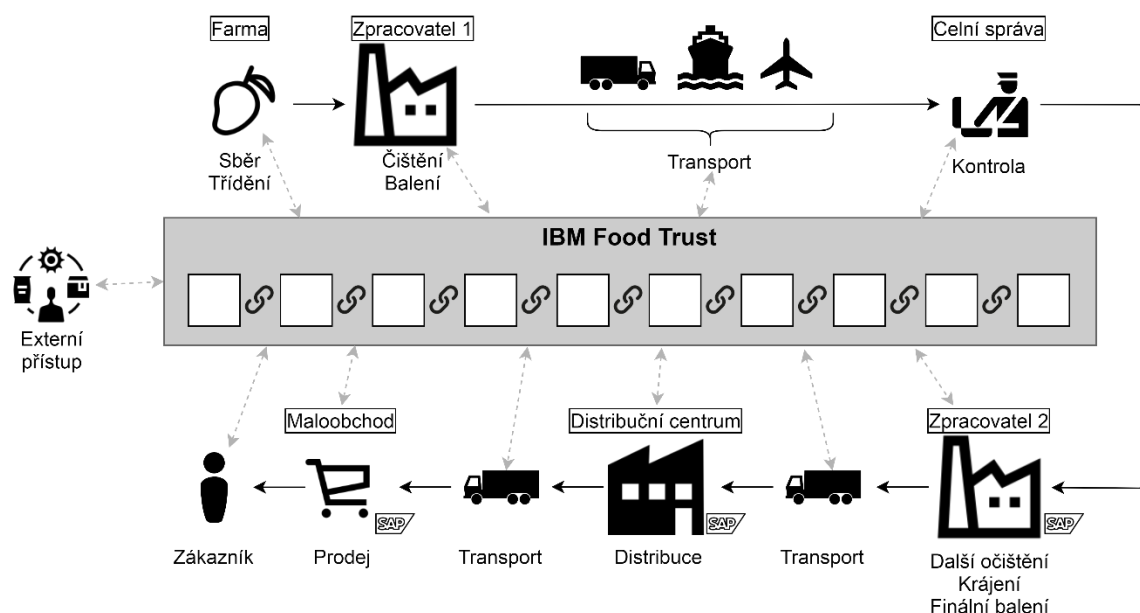
poslední články řetězce je ale důležité, aby se takové potraviny co nejrychleji identifikovaly a odstranily z prodeje. Vznikají tak hromadné stahovací akce jednoho druhu potravin, které způsobují reputační, environmentální a ekonomické škody producentům (Yiannas, 2018).

Jednotlivé moduly blockchainového řešení proto spojují firmy do jedné (často globální) sítě a poskytují kompletní informace o produktu v reálném čase. Vstupní data jsou zadávána v první míli převážně pomocí chytrých zařízení a mobilní aplikace. Farmář může vytvořit datový záznam již v době růstu stromu a průběžně zapisovat údaje o teplotě, slunečním svitu, vlhkosti, souhrnu srážek apod., na základě kterých mohou být udělovány certifikace za bio nebo udržitelnou produkci. Po sklizni putují manga na první zpracování, kde se očistí, roztřídí a uloží do přepravních jednotek. Jelikož se jedná o malé, lokální firmy v blízkosti farmy (nebo přímo na farmě), musí dojít ke zpracování produkce vždy jen od jednoho farmáře v jeden čas, aby produkce zůstala trasovatelná. Přepravní jednotky s RFID čipem se spojují s vytvořeným ID konkrétní sklizně při expedici ze zpracovatelského závodu. Přepravce zajišťuje transport na území USA, včetně vyřízení importní dokumentace. Celní správa napojená na blockchain má k dispozici veškeré informace o produktu už při cestě potravin do USA a může urychlit vyřízení dokumentů (Kamath, 2018).

Po vstupu na území USA putuje mango k dalšímu zpracování. Zde probíhá další očištění, oloupání, krájení a finální balení do plastových vaniček. Při vstupu do zpracování je jednoduše zaznamenán RFID čip, který aktualizuje status v blockchainu. Podnikový systém (SAP) doplňuje tento datový záznam a utváří detailní digitální stopu zpracování manga. Pro každé balení krájeného manga se provede tisk štítku, kam se propisují základní informace z blockchainu (původ, expirace, kvalita, váha, případně certifikace) a také se tiskne QR kód, který zákazníkovi zpřístupní jemu určené informace. Od posledního zpracovatele se nakrájené, zabalené a oštítkované mango dostává do části řetězce ve vlastnictví Walmartu. Nejdříve do jednoho z distribučních center, kde je zaskladněno a v chladu čeká na odvolávku některé z prodejen. Při odvolávce jsou přepravní jednotky naloženy na interní přepravu mezi distribučními uzly, kterou zajišťují kamiony a chladírenské návěsy. Díky pokročilým sensorům je možné doplnit RFID čipy na obalu o GPS souřadnice návěsu, případně teplotní údaje.

Při naskladnění v cílové prodejně byl původně celý řetězec „uzavřen“. V nové podobě následuje ještě interakce finálního spotřebitele s produktem v podobě načtení QR kódu přes aplikaci Walmartu. Aplikace zprostředkovává zákazníkovi jemu určené informace, tj. původ a druh potraviny včetně udělených certifikací, kompletní cestu potraviny od původu přes zapojené články řetězce a časové značky v jednotlivých uzlech, udávanou kvalitu, expirační datum a další.

Walmart jako správce celého řetězce má k dispozici detailní údaje od každého článku v řetězci (viz Obr. 3.3). Jsou to například data z podnikových systémů od zpracovatelů včetně výrobní šarže, teplotní záznamy při převozu a skladování v předešlých uzlech, časy zpracování, časy strávené ve skladech nebo na kontrolách a další (Yiannas, 2018).



Obr. 3.3 Dodavatelský řetězec s využitím platformy IBM Food Trust

3.4.4 Výstupy implementace

V potravinářském průmyslu platí více než jinde presumpce viny, tedy že zdravotní nezávadnost se dá prokázat pouze potvrzením nebo výsledkem testu, že potravina je opravdu nezávadná. Při původním SCM se navíc snadno skrývá anonymita, a to i přesto, že každý jednotlivý uzel má všechny potřebné informace. Ale především způsob zápisu, zastaralé metody trasování a nedostatečná provázanost umožňují manipulaci s daty, podvody a nezodpovědnost za své činy. Tok informací v rámci jednotlivých uzlů je důležitý, blockchain ale přidává další pomyslnou vrstvu a umožňuje zadaná data (správně i špatně) trasovat až k jejich původci. S pomocí

IoT zařízení na jedné straně odebírá na zodpovědnosti pracovníků zadávajících data, na straně druhé ale přidává automaticky další záznamy do sdílené datové vrstvy. Data ze senzorů jsou mnohem přesnější než manuální měření a běžně s nimi nelze manipulovat, tj. jsou pravdivá. Kombinace blockchainové platformy a IoT zařízení pomohla Walmartu přeměnit anonymitu v potravinovém řetězci na transparentnost (Yiannas, 2017).

Před začátkem projektu dostali zaměstnanci úkol vytrasovat balení krájeného manga k jeho původci a zaznamenávat čas, který uběhl od doby zadání úkolu. Konečná informace o původu potraviny byla oznámena po 6 dnech, 18 hodinách a 26 minutách od vzniku požadavku. I přesto, že se může zdát čas velmi dlouhý, ve srovnání se zbytkem odvětví jde o nadprůměrný výsledek, kdy trasování může trvat týdny i celé měsíce. Napojením celého řetězce na platformu IBM Food Trust dosáhl Walmart snížení původního času potřebného ke zjištění původu potraviny ze 162,4 hodin na 2,2 sekundy (Yiannas, 2018).

V případech nálezu zdravotní závadnosti toto umožňuje okamžitou reakci v podobě stažení produktů z prodeje, nebo dokonce zabránění uvedení závadných produktů na trh. Benefit je kromě bezpečnosti také ekonomický. Každé snížení zdravotní závadnosti potravin v USA o 1 % znamená pro americkou ekonomiku úspory ve výši zhruba 700 milionů dolarů (Yiannas, 2017). S tím souvisí také zachování prodeje stejného druhu potravin. Díky jednotné formě pravdy a neměnitelným záznamům poskytuje platforma informace o veškerých procesech a místech zpracování, tudíž je snadné identifikovat pouze konkrétní produkt, výrobní šarži nebo dodávku a neomezovat producenty stejného druhu potraviny nebo výrobku. Prodejci mohou prohlubovat zákaznickou důvěru a současně redukovat náklady na stahování produktů z prodeje, tím pádem zvyšovat své zisky (Kamath, 2018).

Kompletní znalost a pravdivost dat ze řetězce poskytuje požadovanou end-to-end transparentnost a možnost sledovat různé toky napříč celým řetězcem. To poskytuje holistický pohled na celý dodavatelský řetězec a umožňuje efektivní řízení a rozhodování založené na datech. V případě potravin navíc prodlužuje tzv. shelf-time (doba, po kterou může být zboží v prodejně vystaveno), čímž se zároveň snižuje množství odpadu v celém řetězci. Pro zákazníka na konci řetězce to znamená, že jsou mu poskytnuty informace, které mu umožňují dozvědět se o produktu více než jen z jeho obalu nebo štítku v prodejně. Zákazníci jsou ochotni

více experimentovat u produktů, u kterých mají dostatečné množství informací, kterým mohou věřit (Yiannas, 2018).

IBM Food Trust má v době psaní této práce již přes 200 aktivních členů platformy, kteří se zapojují jako uživatelé nebo jako vývojáři. Platforma poskytuje údaje o více než 17 000 produktech (např. kuřecí a vepřové maso, mléčné produkty jako mléko nebo jogurt, balené i volně prodávané saláty nebo jahody) a zaznamenala přes více než 20 milionů transakcí mezi zúčastněnými (Schultze-Wolters, 2019).

3.5 Digitalizace globálního obchodu

Další pilotní projekt, který se zaměřuje na aplikaci blockchainu do SCM a logistiky, představila společnost TradeLens. Vznikla jako inovační projekt, nejprve interně u největšího světového poskytovatele námořní kontejnerové přepravy, firmy Maersk. Ta působí v oboru již od roku 1904 a její podíl na trhu dosahuje zhruba 18 % celosvětové kontejnerové přepravy (UNCTAD, 2020). Po představení konceptu následovalo spojení s IBM v roce 2016 a založení TradeLens.

3.5.1 Cíl a účel

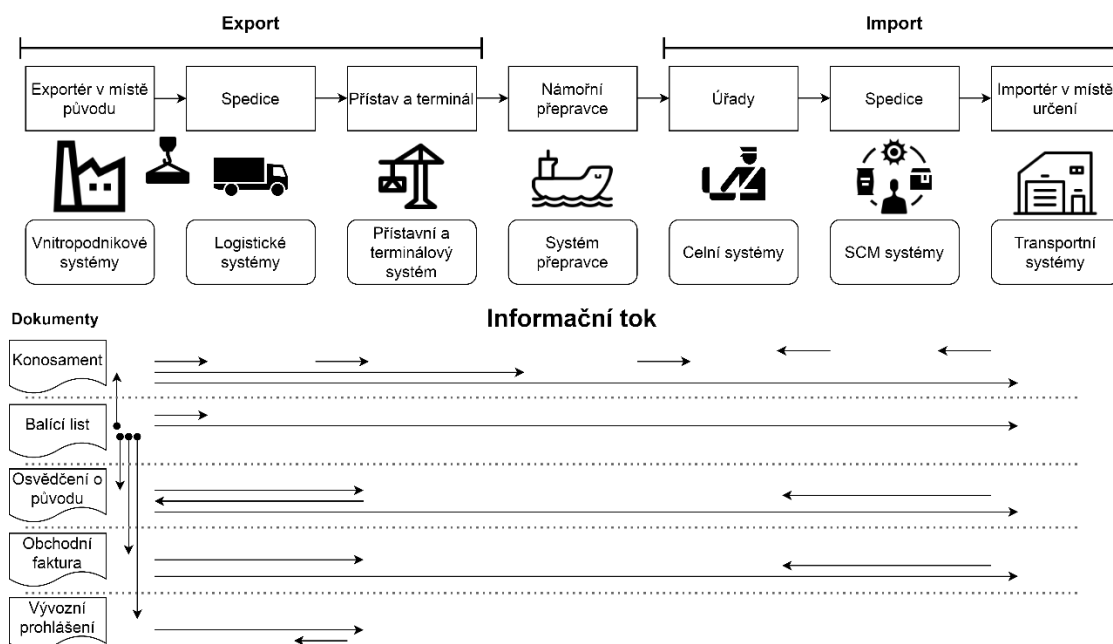
Nadnárodní dodavatelské řetězce jsou nejen jedny z nejkompexnějších na světě, ale jejich globální orientace představuje skutečnou výzvu pro manažery. Podíl námořní přepravy na světovém obchodu byl za rok 2017 kolem 90 % a tržní kapitalizace přes 17,73 trilionů dolarů (Jensen, Hedman a Henningsson, 2019). S výjimkou volně ložených materiálů a nadrozměrného zboží je většina z tohoto objemu přepravována v kontejnerech, kterých se ve světovém obchodu odhaduje asi na 21 milion kusů přepravovaných jednou z více než 5 000 nákladních lodí (Wagner, 2020). Nelze proto opomenout ani sociální a ekonomický dopad, který by mělo omezení nebo výpadek několika takových řetězců.

Účelem pilotního projektu je nalezení společného řešení neefektivit a bezpečnostních rizik napříč globálními dodavatelskými řetězci, kde klíčovou roli hraje kontejnerová přeprava. TradeLens věří, že projekt vytvoří nutnou prvotní debatu, ze které vzejde spolupráce na úrovni firem, nadnárodních organizací a států. Z povahy prostředí námořní přepravy je zároveň nutné zapojit co možná nejvíce zájmových stran, především exportéry, spediční společnosti, přístavy a terminály, námořní přepravce, úřady a řídicí orgány, celní správu a importéry.

Blockchainová platforma TradeLens je ve vlastnictví stejnojmenné společnosti od prosince 2018, je postavena na platformě Hyperledger Fabric a jedná se o platformu s udíleným přístupem (permission-based). Nabízí mimo jiné modulární architekturu nebo možnosti napojení na tradiční IT řešení (ERP systémy, SCM systémy nebo WMS) a systémy třetích stran. Projekt řeší především 3 problémy, které trápí globální dodavatelské řetězce (Jensen, Hedman a Henningsson, 2019):

- **administrativní náklady**, které se ročně vyšplhají na cca 257 miliard dolarů, přibližně 22 % z prodejní ceny zboží,
- **nepředvídatelná doba dodání**, která je ovlivněna neefektivitou zpracování dokumentů ze strany úřadů, přístavních operátorů, spedic a dalších,
- **obavy ze zabezpečení**, které vedou k náročným úkonům při sledování a zpomalují tok zboží.

Jako důvody těchto 3 problémů identifikovali Jensen, Hedman a Henningsson (2019) izolovanost podnikových IT oddělení a datových záznamů, neexistenci standardizace dokumentů napříč odvětvím, množství dokumentů, které jsou duplicitně předávány a požadavky některých orgánů na papírovou podobu dokumentace (viz Obr. 3.4). Navíc dodávají, že s každým přepravovaným kontejnerem se pojí přibližně 200 vytištěných dokumentů.



Zdroj: (Jensen, Hedman a Henningsson, 2019, str. 226)

Obr. 3.4 Tok materiálu a dokumentů v globální námořní přepravě

Cílem projektu, jak říkají White a Erdly (2019), není pouze vytvořit společnou platformu, která se aplikuje na dané uzly, ale iniciovat zcela nový obchodní model. Model, který umožní všem článkům v řetězci přímé a vzájemné propojení, který realizuje úspory v administrativní zátěži, pomůže naplnit environmentální cíle a zrychlí materiálový i informační tok.

3.5.2 Implementace

Řešení se skládá ze tří hlavních vrstev, konkrétně ze sítě uživatelů, samotné platformy a aplikací nebo služeb. Vzhledem k tomu, jak globální a komplexní nástroj TradeLens nabízí, je limitujícím faktorem počet uživatelů zapojených do projektu. Uživatelé, resp. síť uživatelů, jsou základní a nejdůležitější úroveň pro celkové fungování a přínosy řešení (čím větší počet uživatelů, tím bezpečnější a silnější síť). Nejdůležitější články a jejich činnosti podle Godboleho (2019) jsou:

- **Námořní přepravci** – poskytují plán transportu a informace o stavu přepravy mezi přístavy, kritické dokumenty spojené s přepravou jako námořní konosament (B/L, Bill of Lading). Mají přístup k end-to-end informacím v reálném čase.
- **Přístavy a terminály** – zajišťují data o pohybu a stavu zboží v rámci areálu přístavu nebo terminálu. Pro součinnost a lepší plánování operací vyžadují reálný přístup k datům.
- **Intermodální provozovatelé** – zlepšují plánování přepravy a využití zdrojů tím, že poskytují data v reálném čase o transportních plánech, poloze nebo stavu přepravní jednotky, typicky na nákladním vozidle nebo železnici.
- **Úřady a celní správa** – poskytují importní nebo exportní osvědčení (odbavení) pro zboží putující do nebo ze státu. Pro řízení rizik a zlepšení procesu celního odbavení využívají end-to-end data v reálném čase.
- **Importér nebo skutečný vlastník** – angažuje se jako zákazník přepravních informací, které používá v poslední míli řetězce ke zlepšení SCM, ke zrychlení proclení nebo jako transparentní informace pro partnery.
- **Spedice** – stejně jako importéři používají data ke zlepšení SCM a ke zvýšení transparentnosti svým partnerům.

- **Finanční služby** – používají data ke zrychlení vyřízení pojistných událostí, v účetnictví firem, stanovení pojistných podmínek, snížení rizika podvodu nebo zvýšení flexibility svým zákazníkům.

Každý jednotlivý článek vytváří velké množství informací. Blockchainové řešení tyto informace agreguje do společné podoby a umožňuje jejich sdílení, trasování, ukládání a sledování – to vše v reálném čase a po celou dobu přepravy.

Nad sítí uživatelů se nachází další vrstva, konkrétně samotná blockchainová platforma. Zde se tvoří konečná digitální stopa kontejneru a souvisejících dokumentů. I přesto, že hlavní síla TradeLens přichází od uživatelů, blockchainová platforma poskytuje zabezpečení celého řešení, neměnitelnost záznamů a skrze různé APIs umožňuje zadávání a výměnu informací.

Finální vrstvou, která je nad samotným blockchainem, jsou aplikace a služby. Ty využívají jak síť uživatelů, tak blockchainovou platformu a umožňují tvorbu trhu, který slouží k pokrytí potřeb celého řešení (a tím celého řetězce). Vrchní vrstva umožní vyvíjet specifické aplikace na bázi standardizovaných APIs z prostřední vrstvy, které budou cílit na požadavky partnerů nebo potřeby sítě. TradeLens očekává, že tyto aplikace budou vyvíjeny převážně třetími stranami. Přístup je možný také z webu, bez nutnosti integrace (Jugović a kol., 2019). Webové rozhraní disponuje přehledným uživatelským prostředím a podporuje jednoduchost finálního řešení. Umožňuje vyhledávání, trasování nebo přístup k dokumentům. Vyhledávání probíhá několika způsoby, které mohou být kombinovány (TradeLens, 2020c):

- **booking number** – číslo rezervace u námořního přepravce, slouží jako klíč k párování činností a úkonů, a proto musí být unikátní,
- **B/L number** – označení konosamentu,
- **equipment number** – fyzické označení přepravní jednotky (kontejneru), je zadáno až po vybrání kontejneru; stejné číslo se zúčastní mnoho přeprav, ale může být součástí pouze jedné přepravy naráz,
- **client reference number** – unikátní klientské číslo.

Trasování kontejneru začíná v první míli, kdy pomocí chytrého telefonu nebo počítače nahraje exportér balicí list do systému. Balicí list se automaticky stává viditelným všem zainteresovaným stranám na obchodní trase a automaticky spouští

smart contract. Na základě chytrého kontraktu se rozhodne, od kterých článků vyžaduje dokument vývozní prohlášení. Jednotlivé články postupně elektronicky schválí dokument a systém sdílí tuto informaci zbytku řetězce. Díky sdílení dat v reálném čase mohou ve stejný okamžik, kdy exportní agentury vyřizují nutná potvrzení, probíhat další úkony.

Lze zmínit kontrolu kvality produktu, kontrolu přepravní jednotky (kontejneru) po uzavření, nakládku na přepravní prostředek nebo schválení od celní správy. Všechny činnosti se díky blockchainovému řešení dějí simultánně a urychlují tok materiálu. Zároveň přesně zachycují časové značky u jednotlivých článků, zodpovědné osoby a doprovodné dokumenty. Navazující články v řetězci (např. exportní přístav) mohou sledovat, kde přesně se kontejner nachází, a lépe naplánovat jeho přijetí a další procesy (White a Erdly, 2019).

Exportér také nahrává informace o přepravě. Ty má ihned k dispozici námořní přepravce, který vytvoří první verzi námořního konosamentu. Po schválení kompletního B/L exportérem i přepravcem je dokument uvolněn dalším článkům v řetězci směrem k zákazníkovi, např. celnímu agentovi, úřadům v místě určení, importérovi nebo navazujícímu přepravci v místě určení (a dalším zainteresovaným článkům s přístupem). Strukturované⁸ dokumenty sloužící jako šablona zajišťují standardizovaný formát dat, díky kterému jsou data jasně analyzovatelná a jejich interpretace je přesnější. Aktuálně je podporovaných přes 25 dokumentů v nestruturované formě a 6 strukturovaných dokumentů (TradeLens, 2020b). Tab. 3.1 ukazuje výběr podporovaných dokumentů a jejich formát.

Dokumentace spojená s přepravou kontejneru již nemusí být posílána e-mailem mezi dvěma články (a zpět). Sdílení dokumentů skrze blockchainovou platformu znamená, že pro danou obchodní trasu jsou nastavena pravidla přístupů. Nestane se tedy, že je dokument zpřístupněn cizímu článku, ať už dříve či později nebo vůbec. Uživatelé s přístupem mohou vytvořit, nahrát, upravit a zobrazit dokumenty související s přepravou daného kontejneru v různých přepravních milnících (viz Příloha 2). Zároveň vidí časové značky změn, aktuálního „vlastníka“ kontejneru a také další kroky dle transportního plánu.

⁸ Strukturované dokumenty jsou uloženy ve formátu JSON (JavaScript Object Notation), který slouží pro zápis krátkých a strukturovaných dat. Hlavní výhodou je jednoduchá čitelnost a zapisovatelnost člověkem a snadná analyzovatelnost strojem.

Tab. 3.1 Ukázka podporovaných dokumentů

Dokument	Strukturovaný?	Dokument	Strukturovaný?
Balicí list	Ano	Oznámení o příjezdu	Ne
Certifikát o kontrole	Ne	Potvrzení o nákladu (spedice)	Ne
Certifikát o závěrečné inspekci	Ne	Potvrzení o výměně zařízení	Ne
Domácí konosament	Ne	Potvrzení rezervace	Ne
Dovozní prohlášení	Ne	Prohlášení o nebezpečném zboží	Ne
Faktura (pro-forma)	Ne	Prohlášení o shodě	Ne
Fytosanitární ošetření (fumigace)	Ne	Přepravní pokyny	Ano
Konosament	Ano	Příkaz k vyzvednutí	Ne
Námořní nákladní list	Ano	Rezervační požadavek	Ne
Obchodní faktura	Ano	Rostlinolékařské osvědčení	Ne
Osvědčení o analýze	Ne	Veterinární osvědčení	Ne
Osvědčení o pojištění	Ne	Vývozní dokumentace ISF	Ne
Osvědčení o původu	Ne	Vývozní prohlášení	Ne
Ověřená kopie	Ano	Zdravotní osvědčení	Ne

Zdroj: Zpracováno dle (TradeLens, 2020b)

Pro každou verzi dokumentu (strukturovaného i nestrukturovaného) je vytvořen vlastní hash a data jsou tak kryptograficky chráněna před nepovolenou úpravou. Odpadá i nutné tvoření verzí dokumentu. Verze jsou automaticky aktualizovány a pro uživatele je dostupná vždy ta nejaktuálnější. Je možné rychle vytrasovat autora provedených změn, a sdílení dat je tak transparentnější (TradeLens, 2020b).

Sdílení dat se děje na základě stanovených přístupových práv a kombinací role v dodavatelském řetězci a typu dat. Modul platformy kontroluje, kdo může přidávat, upravovat nebo zobrazovat data v jednotlivých fázích přepravy. Zapojením do systému se článek zavazuje ke spolupráci při sdílení dat v předem stanoveném okamžiku a formátu, pokud je to systémem vyžadováno. Přístup, okamžiky událostí a povinnosti stran řídí přístupová matice (viz Obr. 3.5). Tento přístup znamená, že články se spolupodílejí na vytvoření jednotného sdíleného dokumentu napříč řetězcem, který obsahuje nejaktuálnější a kryptograficky zabezpečené informace (White a Erdly, 2019).

Události:	Zadavatel přepravy	Odesílatel	Příjemce	Spedice (místo původu)	Spedice (místo určení)	Celní agent (vývoz)	Celní agent (dovoz)	Přepravce	Přístav (místo odeslání)
Plánovaná nakládka - start									
Plánovaná nakládka - konec									
Nakládka na kamion									
Předpokládaný čas odjezdu									
Předpokládaný čas příjezdu									

Dokumenty:

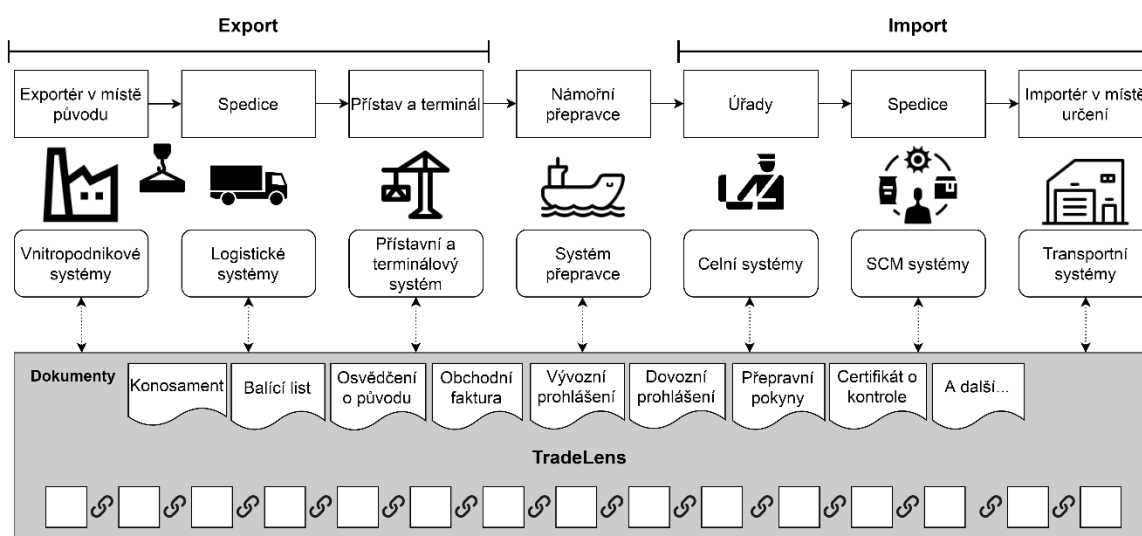
Potvrzení rezervace									
Přepravní pokyny									
Konosament									
Námoňní nakládací list									
Domácí konosament									

	Článek v řetězci má povinnost poskytnout data
	Článek v řetězci má možnost zobrazit data
	Článek nemá k datům přístup

Zdroj: Zpracováno dle (Godbole, 2019, str. 15)

Obr. 3.5 Ukázka přístupové matice

TradeLens umožňuje malým a středním podnikům napojení jejich klíčových partnerů na jednom předplatném, což přispívá k postupnému rozšiřování sítě. Spojením interních dat z datových úložišť v člancích řetězce vzniká komplexní síť zainteresovaných stran (viz Obr. 3.6). Distribuovanými strukturovanými dokumenty se omezuje nekonzistentnost dat a zvyšuje se jejich kvalita. Pomocí přizpůsobitelného panelu událostí umožňuje lépe vnímat transportní informace a provádět rozhodnutí na základě pravdivých a aktuálních dat a zvýšit úroveň a přesnost plánování námořních kontejnerových přeprav.



Zdroj: Zpracováno dle (Jensen, Hedman a Henningsson, 2019, str. 233)

Obr. 3.6 Tok materiálu a informací na blockchainové platformě

Nicméně, když plánování selže, TradeLens poskytuje jeden z největších benefitů. V případech, kdy kontejner nemůže být naložen, naložení se zpozdí, kontejner je poškozen nebo musí být zvolena jiná destinace, pomáhá systém okamžitě a efektivně sdílet informaci dalším článkům. Námořní přepravce vytvoří nový nebo změni stávající konosament tím, že aktualizuje jeho verzi. Zainteresované strany jsou ihned informovány a mohou přeplánovat navazující kroky. To pomáhá snížit negativní efekt na články dále v řetězci (White a Erdly, 2019).

3.5.3 Výstupy implementace

Projekt TradeLens se z počátku potýkal s problémy, protože se nedařilo přesvědčit konkurenty spoluzakladatele Maersk k připojení se do projektu. Důvodů bylo několik, ale tím hlavním byla nedůvěra v neutralitu řešení. Konkurenti v námořní kontejnerové přepravě nevěřili, že data uložená do systému nebudou zneužita pro dosažení konkurenční výhody ze strany Maersk. Zároveň pochybovali, že budou v rámci platformy vystupovat rovnocenně a že se Maersk vzdá svých autorských práv (Allison, 2018). TradeLens nakonec přijal doporučení a nominoval poradní výbor, ve kterém zasedají představitelé velkých firem v odvětví. Námořní přepravci, stejně jako významné přístavy, spediční společnosti nebo terminály, působí jako autorizační uzly v síti, a podílejí se tak na jejím zabezpečení a budování důvěry.

Mezi nejvýznamnější přepravce patří Maersk, CMA CGM, MSC a nejnověji také Hapag-Lloyd a Ocean Network Express. Společná přepravní kapacita tvořila v roce 2019 více než polovinu světové námořní kontejnerové přepravy (Maersk, 2019). Přes 60 významných světových přístavů nebo terminálů je integrováno přímo do platformy, více než 250 přispívá daty do platformy. Důležitým prvkem jsou také státní a celní správa – zde se aktuálně zapojuje Ázerbájdžán, Kanada, Čína, Indonésie, Jordánsko, Malajsie, Nizozemsko, Rusko, Saúdská Arábie, Singapur, Thajsko a Ukrajina. Přes TradeLens lze sledovat více než 120 unikátních trasovatelných událostí a přes 30 unikátních typů dokumentů. Platforma zaznamenává týdně přes 13 milionů přepravních událostí a přes 100 000 dokumentů (TradeLens, 2020a).

Tradiční odvětví námořní přepravy, které dlouho odmítalo technologické inovace, ukazuje, jaké může blockchain přinést benefity. Potenciál přechodu na bezpapírovou logistiku, stanovení standardů napříč odvětvím, snížení

administrativních nákladů nebo zrychlení toku materiálu jsou pouze některé z nich. Polovina celkové přepravní kapacity námořní kontejnerové přepravy představovala jeden z klíčových milníků ve vývoji. Jeho dosažení ukazuje, že TradeLens a jejich blockchainová platforma dosahují komerčního úspěchu, a dá se předpokládat, že uživatelská síť, stejně jako celý systém, se bude dále rozrůstat.

3.6 Vyhodnocení potenciálu

Pro přehlednost je základní souhrn analyzovaných případových studií zpracován ve formě tabulky (viz Tab. 3.2). Kromě informací o platformě a klíčovém článku obsahuje také zaměření projektu, kritickou událost a zdroj dat. Dále jsou s využitím SWOT analýzy identifikovány faktory ovlivňující implementaci technologie blockchain v SCM.

Tab. 3.2 Souhrnná tabulka analyzovaných případových studií

Případová studie	Zaměření	Zřizovatel	Blockchain	Klíčový článek	Kritická sledovací událost	Zdroj dat
Prokazatelnost původu zboží	Potravinářství	Provenance	Ethereum (veřejný)	Dodavatel	Registrace úlovku v první míli	Ruční zadávání informací o úlovku přes chytrý telefon v první míli, vnitropodnikové systémy a NFC štítky
Zdravotní nezávadnost potravin	Potravinářství	IBM, Walmart	Hyperledger Fabric (privátní)	Maloobchod	Výsledky testů zdravotní nezávadnosti	Ruční zadávání informací o produktu přes chytrý telefon, vnitropodnikové systémy a RFID čipy
Digitalizace globálního obchodu	Námořní přeprava	IBM, Maersk, TradeLens	Hyperledger Fabric (privátní)	Přepravce	Vytvoření sdíleného konosamentu	Ruční zadávání přes API, sdílené dokumenty, RFID čipy

3.6.1 SWOT analýza

Analýza externích a interních faktorů ovlivňujících implementaci technologie blockchain v SCM je zpracována do klasické podoby matice (viz Obr. 3.7). Jednotlivé faktory jsou seřazeny shora dolů od těch nejvýznamnějších. SWOT analýza je vytvořena na základě výše popsaných analyzovaných studií a literární rešerše odborných článků. Tučně vyznačené faktory (vždy tři) vyplývají z analyzovaných projektů a jsou podrobněji popsány níže. Zbytek faktorů je v daném použití méně důležitý, ale i přesto je vhodné je zmínit.

	<p>Silné stránky</p> <ul style="list-style-type: none"> • detailní datová stopa napříč řetězcem (včetně časových značek) • transparentní přehled a holistický přístup k SCM • agregace dat z podnikových úložišť • prokazatelný původ zboží/produktu • možnost sledovat tok informací v reálném čase • bezpečnost uložených dat • přímý kontakt výrobce se zákazníkem (snížení nákladů odstraněním prostředníka) • celosvětová dostupnost 	<p>Slabé stránky</p> <ul style="list-style-type: none"> • nutnost zapojení všech článků v řetězci • chybí standardizace datových formátů • není zaručena pravdivost zadávaných dat • nízká škálovatelnost řešení • privátní blockchain je více náchylný k útokům a ztrácí některé vlastnosti plně decentralizovaného systému • nově vzniklé platformy jsou pro svou nerobustnost napadnutelnější • nízká tolerance chybovosti • částečné omezení soukromí uživatele • málo otestované řešení
	<p>Příležitosti</p> <ul style="list-style-type: none"> • automatizace zadávání dat s využitím IoT (snížení nákladů a chybovosti) • zvýšení důvěry ve značku • větší kontakt finálního zákazníka s produktem skrze API • snížení podvodných a nelegálních činností • efektivnější auditovatelnost SCM • vytvoření nových obchodních modelů 	<p>Hrozby</p> <ul style="list-style-type: none"> • neochota inovovat a investovat do „neznámé“ technologie • nízká znalost a informovanost podniků i veřejnosti • lidská chybovost při zadávání dat • vysoká energetická náročnost (PoW konsenzus) • šíření falešných informací • nadnárodní/státní regulace • vlastnictví dat z právního hlediska
Interní		
Externí		

Obr. 3.7 SWOT analýza použití technologie blockchain v SCM

V rámci silných stránek implementace je nejdůležitějším faktorem vytvoření detailní datové stopy napříč celým řetězcem. Ve všech třech analyzovaných případech se jedná o jeden z hlavních cílů adopce technologie, který také přináší největší hodnotu uživatelům platformy – možnost sledovat produkt nebo dokument. V případě IBM Food Trust to znamená zvýšení bezpečnosti potravin, snížení potravinového odpadu nebo eliminace podvodů. S digitální datovou stopou souvisí také další faktor, a to transparentní přehled a holistický přístup k SCM. Díky přehledu o řetězci jako celku mohou být identifikována úzká místa v řetězci (např. pomalé celní odbavení nebo dlouhý skladovací čas). Datová stopa i časové značky pomáhají s optimalizací a zvýšením efektivity. Velkým přínosem implementace a klíčový faktor pro fungování blockchainu je agregace podnikových dat. Ta se nacházejí v datových silech, která jsou umístěna v jednotlivých firmách. Síla různých článků řetězce postrádají možnost komunikace mezi sebou. Blockchainová platforma, její

distribuovaná databáze a standardizované datové formáty fungují jako platforma pro sdílení dat a nahrazují datová síla jednou sdílenou datovou vrstvou.

Nejvýše postavenou slabou stránku adopce blockchainu v SCM představuje komplexita samotných řetězců. V nadnárodních nebo globálních řetězcích se může jednat o desítky článků v řetězci jednoho produktu. Vytvořená hodnota blockchainové sítě roste s větším počtem uživatelů sítě. Pro platformu je tedy důležité přesvědčit co nejvíce článků (často přímých konkurentů) k připojení k síti. V projektu TradeLens se jako kritické články ukázaly státní úřady a celní správa. Pokud by se nepodařilo je zapojit do systému, platforma by nemohla fungovat. Komplexita přináší také rozdílné typy vnitropodnikových systémů, které musejí být napojeny na blockchain. Vytvoření standardizovaného datového formátu pro všechny účastníky může být složité až nereálné. V případě TradeLens bylo nutné zvolit nižší nároky na data, což umožní zapojení většího počtu článků. Bez použití externí technologie (viz dále) také neexistuje způsob, jakým zaručit pravdivost zadávaných dat na vstupu. Jak říkají White a Erdly (2019), platforma nyní neřeší kvalitu zadávaných dat, ale pouze správný formát. Hned ale dodávají, že modularita platformy v budoucnu umožní provádět analýzu dat už na vstupu.

Příležitosti implementace jsou jasně určeny propojením s dalšími technologiemi. Blockchain ve všech třech případech působí jako stavební (základní) technologie. Dosažení vyššího potenciálu lze propojením s IoT (např. RFID čipy nebo NFC štítky). Lze tak eliminovat lidskou chybovost a podvody v zadávání dat, jelikož jejich sběr bude automatizován. Ve dvou ze tří popisovaných studií bylo využito RFID čipů, ve třetí NFC štítků. Platforma nabízí přístup všem článkům řetězce (pokud mají právo) a také finálnímu zákazníkovi. Díky sdílení dat a transparentnímu přehledu se zákazník dokáže lépe spojit s produktem (v případě Provenance dochází k šíření povědomí o způsobech rybolovu a dopadech na komunitu či zobrazení původu úlovku). Blockchainové řešení podporuje budování důvěry ve značku a větší zapojení zákazníka skrze API. V případě Provenance může zákazník vyplňovat zpětnou vazbu. Potenciálně by se mohl aktivně zapojovat do projektů komunity.

Hrozby představuje především negativní postoj k zapojení do blockchainové sítě. Důvodem může být nedůvěra v klíčový článek, nedostatečná otevřenost sítě, neshodné firemní cíle (jak bylo identifikováno v projektu TradeLens) nebo obecně nízká informovanost firem i široké veřejnosti. V době, kdy lidé i firmy ztrácí důvěru

v centrální instituce je složité je přesvědčit o inovativním obchodním modelu, který blockchain nabízí. Nelze předpokládat, že neziskové nebo odvětvové organizace budou mít kapacitu nebo potřebné zdroje pro řízení takto komplexního systému. I proto se musí klíčový článek vzdát svého postavení, aby mohla být platforma vyvíjena neutrálně a byla otevřená všem. Hrozbou může být také zadávání nesprávných dat za účelem poškození podniku nebo celé platformy. Pokud platforma používá konsenzus PoW, může být hrozbou i vysoká energetická náročnost a spojené náklady.

3.6.2 Další možnosti uplatnění

Kromě výše popisovaných implementací je možné experimentální využití technologie blockchain v SCM sledovat v jiných firmách, řetězcích i odvětvích. V potravinářském průmyslu je to např. McDonald's, který oznámil investici do blockchainového řešení s cílem přinést transparentnost do SCM a nákladů na propagaci. Nestlé oznámilo spolupráci s veřejnou blockchainovou platformou OpenSC a snahu o plnou transparentnost napříč jejich dodavatelskými řetězci. Pilotní projekt byl zaměřen na trasování dodávek mléka z Nového Zélandu do zpracovatelských závodů na Středním východě (Sharma a Singh, 2020).

Analyzovaná platforma IBM Food Trust dokázala přivést do blockchainového světa velké hráče, jako např. Nestlé, Carrefour, Unilever nebo Tyson. Nyní se zaměřuje na dodávky kávy z plantáží až do kavárny. Konkurentem může být iTradeNetwork, která se zaměřuje na stejnou problematiku transparentnosti a bezpečnosti potravin.

V automobilovém průmyslu lze sledovat vývoj blockchainového řešení pro sledování dodávek kritických materiálů a součástí v koncernu BMW Group, nazvaného PartChain. Pilotní projekt sledoval nákupní procesy a následné dodávky předních světlometů původně ze tří a následně z deseti zpracovatelských závodů.

Mimo automotive využívá blockchainové řešení pro sledování vyřazených dílů americký Boeing, konkrétně platformu GoDirect Trade od Honeywell. Technologie řeší dlouhodobou problematiku vyřazovaných leteckých dílů a nutných bezpečnostních zkoušek, technické dokumentace a certifikátů kvality. Platforma založená na Hyperledger Fabric umožňuje spojit díl s veškerou dokumentací, fotografiemi a atesty tak, že je možné je prodávat online bez nutnosti přezkoušení nebo ověření pravosti dokumentace.

V petrochemickém průmyslu je to např. blockchainová platforma Vakt od Shell. Ta zpracovává obchodní dokumentaci a zjednodušuje tak obchod s komoditou. Hlavní předností platformy je možnost sdílení dokumentace napříč řetězcem. Mimo to Shell vyvíjí i další řešení, tentokrát pro sledování původu a výroby bezpečnostně kritických technologických zařízení jako vrtáky nebo pumpy (Debter a kol., 2020).

Na závěr je možné jmenovat třeba De Beers, firmu působící v těžbě a opracování diamantů. Ta využívá platformu Tracr pro detailní trasování vytěžených diamantů z dolu až k prodeji. Otázku zadávání falešných dat řeší tak, že každý diamant prochází 3D skenerem a veškerá manipulace s minerálem nebo jeho opracování je zachycena a zaznamenána do sítě. Kromě firmy De Beers se zapojuje také Signet Jewelers nebo Chow Tai Fook Jewellery (Bates, 2019).

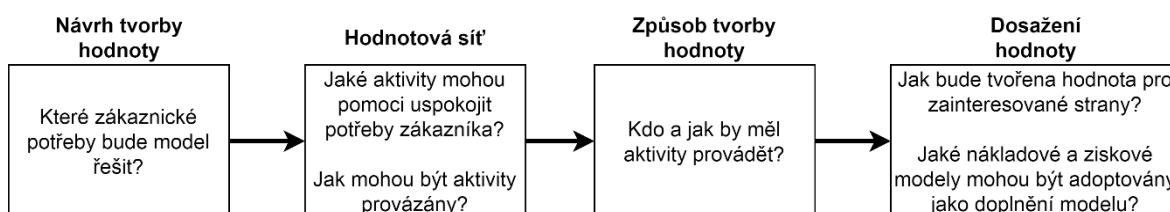
4 Doporučení pro implementaci

Koncepty obchodních modelů nebo implementačních příruček jsou pro přenesení vize a strategie do reality klíčové. Pomáhají s porozuměním, analýzou, komunikací a řízením strategicky orientovaných rozhodnutí. I přesto, že termín existuje od 60. let 20. století, až nedávné rozšíření disruptivních technologií v čele s internetovou sítí vedlo k rozšíření. Nicméně, neexistuje obecně stanovený postup ani podoba, jakou musí obchodní model mít. Lze říci, že obchodní modely se zaměřují na tvorbu hodnoty pro zúčastněné strany a fungování systému. Dobrý obchodní model by měl poskytovat odpovědi na otázky „Kdo je zákazník?“, „Co zákazník očekává?“, „Jaké modely přináší finanční možnosti?“ nebo „Jak se tvoří hodnota pro zákazníka?“.

Typicky se modely zaměřují na konkrétní organizace (články v dodavatelském řetězci), v některých případech ale umí poskytnout i širší pohled. V situacích, kdy technologická inovace vede ke změnám struktury sítě (systému, řetězce) jako právě blockchain, musí být model schopný zachytit změnu smýšlení, zde konkrétně systémový přístup a holistický pohled na řetězec jako celek. Musí tedy opustit hranice jediného článku řetězce a zahrnout kolektivní přístup uživatelů, který ke společné tvorbě hodnoty využívá blockchainovou platformu.

4.1 Model hodnotových dimenzí

V této podkapitole je popisovaný obchodní model označen jako model hodnotových dimenzí, konkrétně čtyř (viz Obr. 4.1). Model zároveň obsahuje 6 základních otázek, které pomáhají stanovit klíčové parametry. Jak vyplývá z textu výše, tento model spíše pomáhá určit směřování a nastavit konceptuální rámec, než aby předkládal přesný postup implementace. Každá ze čtyř dimenzí je dále podrobně popsána podle Wangové, Chenové a Zghari-Salese (2020).



Zdroj: Zpracováno dle (Wang, Chen a Zghari-Sales, 2020, str. 6)

Obr. 4.1 Návrh struktury obchodního modelu

4.1.1 Návrh tvorby hodnoty

První dimenze modelu je zaměřena na samotný návrh tvorby hodnoty. Popisuje, jaká obchodní logika je použita při tvorbě hodnoty pro zákazníky a uživatele sítě, definuje benefity pro uživatele a zájmové strany. Obvykle začíná nalezením zákazníka s neuspokojenou potřebou, za kterou je ochoten zaplatit. V celostním pohledu může jít o úzké místo nebo málo efektivní článek v řetězci. Protože různí uživatelé mají odlišné, často i protichůdné cíle, je náročné v začátcích stanovit oblast, kde může být spoluvytvořena hodnota pro všechny uživatele. Definování hodnoty pro uživatele může být transparentnost řetězce a spojená eliminace neshod a chyb nebo sledování původu a životního cyklu výrobku. Z počátku je vhodné cílit na nekomplexní a jednodušší problémy, nicméně ani nalezení společného souhlasu a definování benefitů nezajistí úspěch.

Zjednodušení komunikace může být dosaženo zvolením vůdčího článku, který bude koordinovat aktivity a zajišťovat naplňování stanovených cílů tvorby hodnoty. Dá se předpokládat, že za vůdčí článek bude vybrán některý z klíčových článků v řetězci, např. finální montáž, ale není to pravidlem. Výše popisované implementace ukazují, že tvůrce systému (Walmart nebo Maersk) je často klíčovým článkem, který disponuje potřebnou kapacitou a zdroji k vytvoření robustního řešení. Ideálně by měl výběr padnout na neutrální článek, který je schopen přilákat další uživatele a řídit budoucí vývoj platformy. Případně by se klíčový článek měl později vzdát svých výsadních práv a podpořit tím neutralitu systému. Pouze tak bude možné řešení dále rozvíjet a přilákat nové články.

4.1.2 Hodnotová síť

Druhá dimenze se zaměřuje na vnitropodnikové a především mezifiremní vazby, na způsob jakým lze koordinovat a spolupracovat za účelem společné tvorby hodnoty. Probíhá zde rozhodování, jak systém správně řídit, aby mohla být vytvořena hodnota. Jde o dimenzi, která technologicky a procesně vykonává obsah první dimenze. Stanovuje, jakým způsobem by měl být systém (včetně vůdčího článku) integrován a propojen, s cílem nalézt množinu vazeb mezi uživateli a vyhodnotit jejich důležitost. Rozdělení lze zvolit například jako:

- **hlavní partneři** – sponzor projektu, dodavatelé a odběratelé, zprostředkovatelé, konzultanti, IT analytici nebo vývojáři,

- **podpůrné služby a oddělení** – právní oddělení, zákaznický servis, projektová kancelář nebo nákup a prodej.

Po identifikaci vazeb a stanovení důležitosti je možné jasně určit roli každého z článků v řetězci. Na základě workshopů nebo rozhovorů by měl každý článek identifikovat co nejvíce vlastních problémů, které očekává, že blockchainová platforma může vyřešit. Jde o jistou formu ověření, že dříve navržená tvorba hodnoty může opravdu přinést uživatelům benefity a také o nalezení konkrétních problémů v řetězci. Výstupem z druhé dimenze může být list uživatelů a klíčových problémů nebo matice zodpovědností.

4.1.3 Způsob tvorby hodnoty

Třetí dimenze modelu popisuje strukturální a technické možnosti, využití zdrojů a definuje informační tok napříč modelem. Ideální variantou je zvolit metodu procesního mapování a vytvoření strukturované a co nejvíce detailní procesní mapy. Jednotlivé procesy se dají dále rozdělit do podprocesů a pokračovat až na konkrétní úkoly. Dle vytvořené procesní mapy (viz Příloha 3) lze potom systematicky postupovat po procesech, jejich vlastních a fázích. Zároveň ukazuje, jakým způsobem se předává informace a že může být použita jako podklad pro informační koncept a pro samotný vývoj blockchainového řešení. Konečná procesní mapa by měla poskytnout co nejpřesnější informace, aby se orientoval i nezapojený článek (kterým může být třeba vývojář), a měla by být schválena všemi zainteresovanými.

Paralelně s mapováním procesů musí dojít také ke shodě na různých verzích datových záznamů a datových formátech. Napojení vnitropodnikových datových sil na blockchain musí být také předmětem společné shody. Opět platí, že většina nutných záznamů pro funkčnost řetězce již byla identifikována ve druhé dimenzi.

4.1.4 Dosažení hodnoty

Čtvrtá dimenze je zaměřena na nalezení možností sdílení nákladů a zisku, na řešení finančních neshod a také na dosažení hodnoty pro uživatele. V pilotních projektech se často uvažuje, že uživatelé pokrývají vlastní náklady a čas. Někteří uživatelé vynaloží větší úsilí nebo finanční investici s cílem prozkoumat možnosti technologie. Projekt mohou podporovat ve snaze lepšího porozumění, odhalení benefitů nebo

otestování vlastních domněnek. Ekonomická návratnost proto nemusí být jejich primárním cílem.

V této dimenzi se uživatelům platformy určí přesné role a jejich odpovědnosti v rámci navrhovaného systému. Procesní mapy mohou být doplněny novými stupni, které definují integraci dat a přesný moment, typ nebo formát, kdy ho daný uživatel do blockchainu nahraje. Zároveň je nutné věnovat pozornost i možným nesrovnalostem a neshodám, nápravou a zabezpečením.

Ačkoli některé články nehledají ekonomický zisk, forma budoucí komercializace řešení by měla být navržena. Nejčastějším případem je forma členského poplatku a nabídka několika úrovní služby. S ohledem na zřizovací náklady je pravděpodobné, že kdo bude profitovat nejvíce, poskytne také největší finanční investici. Investiční pobídky mohou poskytnout také vládní nebo soukromé agentury operující s důležitými dopravními uzly. Pokud však bude investice silně posunuta směrem k určité skupině uživatelů a zároveň nebudou benefity spravedlivě rozděleny, existuje nebezpečí, že se systém zhroutí.

Důležitou otázkou je také definovaný model řízení. Přesto, že se ve své podstatě jedná o decentralizovanou technologii, většina komerčních řešení je vyvíjena jako privátní blockchain s udíleným přístupem. Zejména ve fázi návrhu dochází k množství centralizovaných rozhodnutí, pravidel a pobídek. Rozhodování o zapojení chytrých kontraktů a jejich případná podoba také probíhá centralizovaně i přesto, že později bude vykonávána decentralizovaně. Nový způsob rozhodování a stanovení strategie vyžaduje změnu myšlení a přístupu všech článků v řetězci.

4.2 Strategie a způsob myšlení

Tato podkapitola je kompletně zpracována podle Jensena, Hedmana a Henningssona (2019). Ti ve své práci uvádějí doporučení, jak nejlépe implementovat technologii blockchain v globálním měřítku (v souvislosti s platformou TradeLens, která byla detailně popsána ve třetí kapitole této práce). Návrhy doplňují také o pohled, jak nejlépe přinést hodnotu všem uživatelům sítě. Zprvu upozorňují, že pionýrské projekty se vždy budou potýkat s negativním ohlasem od „klasických“ uživatelů, kteří nedokážou nebo nechtějí držet krok s vývojem technologií, odmítají jiný (nový) způsob práce nebo mají negativní postoj

k inovacím. Svá doporučení rozdělují do tří skupin (viz Tab. 4.1), které jsou rozpracované v následujících podkapitolách.

Tab. 4.1 Rozdělení doporučení pro implementaci

Rozdělení	Doporučení
strategická doporučení	změnit smýšlení o strategii
	zaměřit se na vizi, ne návratnost
vývoj a samotná adopce	vnímat decentralizovanou platformu jako řešení mezifiremních problémů
	budovat důvěru v blockchain a partnerství
	použití zákonné a politické proveditelnosti jako počátečního bodu
škálování a růst platformy	rozvíjet model řízení společně s expanzí
	zahrnout mezifiremní benefity do strategického plánu

4.2.1 Strategická doporučení

Tradičně se firmy při zvyšování produktivity zaměřují na své vlastní aktivity. Strategická rozhodnutí tradičně nezvažují, jaké kroky před nebo po vlastním rozhodnutí udělají ostatní články v řetězci, resp. zda a jak probíhá reakce na vlastní činnosti. V dřívějších snahách o digitalizaci a zlepšení toku informací v globálních řetězcích bylo patrné zaměření na jednotlivé organizace (články) spíše než na hledání synergických výhod a budování partnerství. Řešení měla vždy za snahu zajistit co největší konkurenční výhodu pro jednotlivý článek, nikoli pro celý dodavatelský řetězec.

Právě dříve popisovaný holistický pohled na SCM zde hraje klíčovou roli. Vedoucí pracovníci musejí změnit své myšlení, protože blockchainová platforma přináší svou hodnotu zejména v mezifiremních výzvách a celému dodavatelskému řetězci. Strategická rozhodnutí musejí překonat hranice firmy a místo hledání benefitů pouze pro jednu firmu musejí nově zvažovat také dopad na další články v řetězci. To znamená zejména na zákazníky a partnery, ale také na úřady nebo konkurenci.

Nicméně, pokud je řešení vyvíjeno jedním hráčem na trhu, je logické, že ostatní články, zejména konkurenti, budou taková rozhodnutí odmítat. Mezi důvody lze zařadit např. obavu o zneužití dat, nedůvěru v zabezpečení systému nebo neochotu spolupracovat. Je třeba zvolit přístup, který zaručí, že platforma bude maximálně neutrální a přímí konkurenti nebudou moci zneužívat svého postavení. Nejlépe,

pokud hlavní tvůrce platformu komercializuje. Zároveň ale musí být platforma dostatečně silná a stabilní, aby zvládla přesvědčit a zapojit všechny klíčové hráče do daného systému (např. kontejnerové námořní přepravy), aby zvládala stanovit a udržet směřování platformy a dělala nezaujatá rozhodnutí. Takový systém je pak schopný balancovat napětí mezi zapojenými články (často konkurenty) a přinést rovnováhu, kdy spolu články ve stejné chvíli úspěšně spolupracují i soupeří.

Druhá strategicky zaměřená rada souvisí se způsobem hodnocení investic. Opět je důležitá jistá změna myšlení, protože tradiční modely nebo indexy, v čele s ROI⁹, nejsou vhodné. Objevování nových technologií se pojí s vysokou mírou rizika a vysokou mírou nejistoty, na druhou stranu může přinést extrémně vysoké benefity. Místo toho, aby firma hodnotila vývoj takové platformy jako obyčejnou investiční položku, musí do svého procesu rozhodování zakotvit inovativní myšlení. To znamená, že se nebude dívat na blockchain jako na krátkodobou investici, ale bude uvažovat širší strategický rozsah a formu vize.

Při formování projektu je vhodné začít právě s vizí a jejím sdílením mezi klíčové články dodavatelského řetězce (včetně konkurence i úřadů). Díky tomu se již v základech projektu vytváří společná důvěra, která je hlavním pilířem adopce technologie blockchain. Hodnocení běžnými nástroji jako ROI je nemožné, protože hodnota blockchainové sítě roste se zvětšujícím se počtem jejích členů, s efektivnější mezifirmní spoluprací a se schopností přetvářet zažité modely.

4.2.2 Vývoj a samotná adopce

Blockchainová platforma nabízí technologické řešení, které spojuje nedůvěřující si články řetězce do jednotného systému a přináší jednotnou verzi pravdy. Oproti tomu by řešení založené na centrální autoritě mohlo blockchainu z hlediska bezpečnosti konkurovat pouze s unikátním šifrovacím systémem, digitálními podpisy a přístupy. Nicméně, síť by stále řešila otázku, kdo a jak by měl spravovat centrální databázi a úložiště dat. Blockchainové řešení ve své podstatě tuto otázku zodpovídá tím, že část komplexní problematiky důvěry přenáší z konkrétních článků do technického řešení. Než aby se vedly spory o neutralnost centrálního uzlu, který by měl zodpovědnost za veškerá sdílená data v síti, technologie blockchainu zajistí

⁹ ROI (Return on Investment – návratnost investice) je jedna z metod hodnocení profitability investičního projektu.

distribuci, integritu a zabezpečení sdílených dat v rámci sítě. Nově tedy nebude uživatel řešit otázku integrity nebo nestrannosti centrálního uzlu, ale technické řešení a možnosti zabezpečení samotné technologie.

S vyřešením otázky důvěry technologického řešení se pojí i nutná prvotní důvěra v platformu jako celek, především v její budoucí úspěch a směřování. Proto je nutné budovat důvěru s uživateli při samotném návrhu, při spuštění i během fungování. K tomu, aby bylo možné blockchainové řešení nasadit, je nutné partnerství. Jinými slovy lze partnerství považovat za faktor umožňující adopci daného řešení. Budoucí uživatelé musejí získat pocit, že řešení zůstane dostatečně otevřené, nestranné a především, že vlastník řešení bude schopen usměrňovat případné neshody a dokáže naplňovat stanovené cíle. Toho lze dosáhnout například tím, že se vlastník vzdá jisté formy kontroly ve prospěch širší adopce napříč řetězcem. Komerční úspěch platformy také motivuje další uživatele k zapojení. Vstup nových uživatelů pak motivuje další (a tak dále) a tím roste hodnota, kterou blockchainové řešení přináší.

Adopce blockchainového řešení by měla stát na základním pilíři, a to ochotě a pozitivním přístupem k takovému řešení v rámci celého dodavatelského řetězce. Měl by získat brzkou podporu především úřadů a velkých hráčů, aby se mohl dál plynule rozvíjet. Ze začátku by se řešení mělo zaměřovat na menší cíle, na kterých svým potenciálním budoucím uživatelům ukáže přínos a získanou hodnotu.

4.2.3 Škálování a růst platformy

Pro dosažení plného potenciálu, který může blockchain dodavatelskému řetězci přinést, je nutné, aby řešení bylo škálovatelné a snadno rozvinutelné. Příchod nových uživatelů klade požadavky na zvolený model řízení a jeho rozvoj v čase. Model řízení musí umožňovat asymetrické přístupy k datům, protože některé články (např. úřady) nemohou svá data volně sdílet. Jakýkoli budoucí vývoj řešení se odvíjí od vybraného způsobu řízení mezifiremních vazeb a od základní architektury umožňující přidávání nových komponent nebo další zvyšování flexibility.

Model řízení definuje, jakým způsobem jsou přijímána strategická rozhodnutí o směřování platformy, provozu, právech a závazcích. Přijetí rozhodnutí by mělo být co nejméně komplikované a především rychlé. Lze využít například demokratického modelu řízení, kdy si tvůrce řešení ponechává jistou úroveň rozhodování, ale

zároveň vytváří poradní výbor, se kterým pravidelně svá rozhodnutí konzultuje. S narůstajícím počtem uživatelů se zvyšuje důležitost těchto konzultací a tím i důležitost samotného výboru. Přesto, že tento výbor nemá reálné rozhodovací právo, nabízí prostor pro debatu. Jeho členové jsou články v dodavatelském řetězci, a je tedy v jejich nejlepším zájmu tyto debaty vést. Účast v poradním výboru může být jedním z kritérií, proč se zapojit do globální blockchainové platformy.

S postupným rozvojem řešení založených na technologii blockchain v dodavatelských řetězcích poroste nutnost vštěpovat firmám nové strategické myšlení. Memoranda o spolupráci za vytvořením platformy s blockchainovou strukturou v jádru vznikají a budou vznikat, a bude nutné řešení podle situace na trhu usměrňovat. To bude mimo jiné zahrnovat tvorbu nových rozhraní mezi:

- stávající blockchainovou platformou a dalším řešením, které bude založené na stejné technologii (blockchain to blockchain) ve stejném řetězci,
- novými strukturálními moduly stávajícího řešení a služeb třetích stran,
- mezi stávající blockchainovou platformou a dalšími digitálními řešeními.

Sada doporučení ukazuje důležitost změny strategického myšlení ve vedení většiny organizací v dodavatelském řetězci. Mezifiremní vazby a nová partnerství budou představovat hlavní technologické a strategické výzvy. Klíčovým aspektem bude ochota opustit hranice vlastní firmy při formování obchodní strategie a snaha organizací o budování dlouhodobých partnerství.

4.3 Hodnotící rámeček

Vyhodnocení vhodnosti použití technologie blockchain k řešení konkrétního problému by mělo být jednou z prvních aktivit projektu, ne-li úplně první. Následovat by měla úvahou, zda je možné dosáhnout prezentovaných benefitů a zda je skutečně blockchain správným řešením pro danou situaci, nebo zda je jeho potenciální použití spojeno pouze se současným nadšením v odvětví nebo tlaku ze strany konkurence, sponzora, zákazníků apod. Obecně platí, že technologie by měla být přijímána na základě podrobného zkoumání přínosů a vhodnosti, ne na základě úspěchu jiných v odvětví.

Verhoeven, Sinn a Herden (2018) rozpracovávají psychologickou teorii vnímavosti (Theory of Mindfulness) a aplikují ji na analýzu vhodnosti implementace blockchain

do SCM. Model slouží jako pomocný nástroj, který má podpořit prvotní rozhodování. Pomáhá reflektovat na otázku, zda vyplývá výběr blockchainu jako vhodného řešení skutečně z toho, že se jedná o nejlepší možné řešení problému, nebo zda je volba ovlivněna jinými faktory. Za účelem takového hodnocení byl navržen rámec, který zahrnuje 5 oblastí:

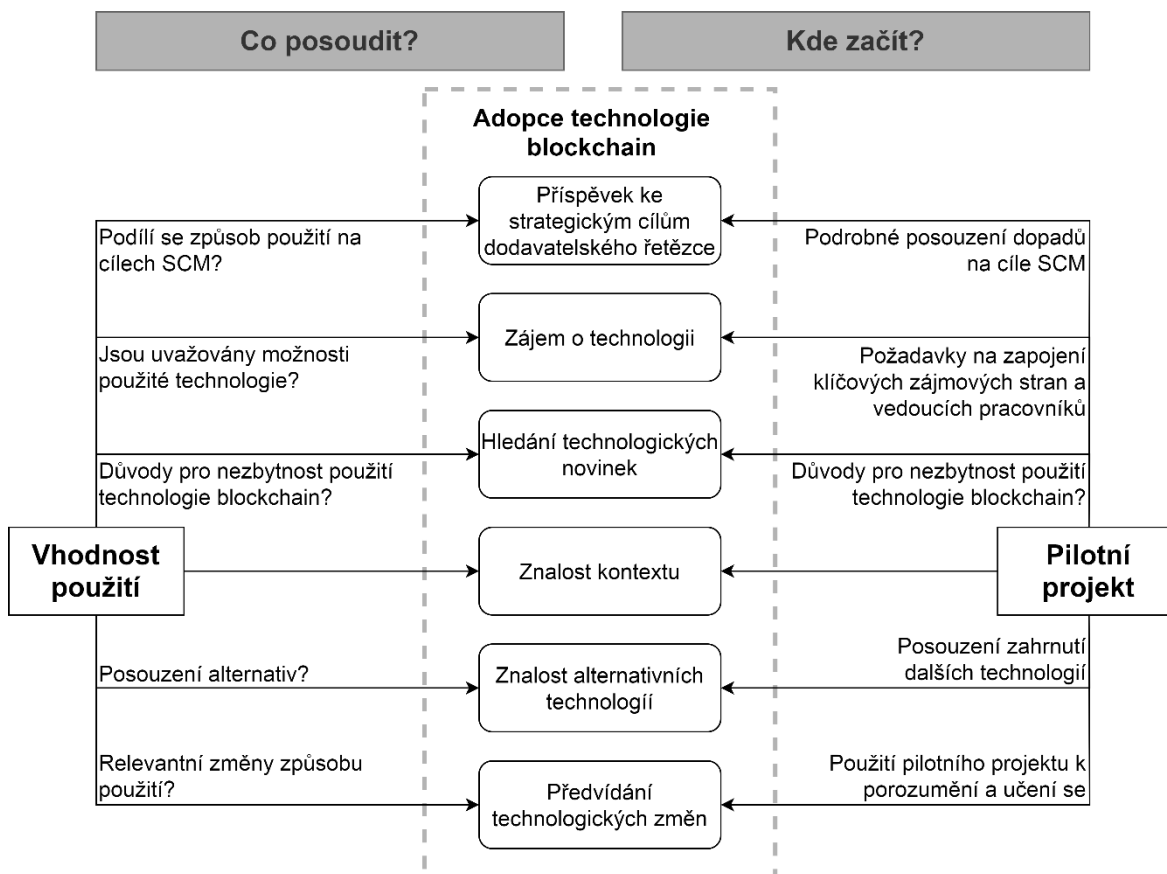
- **Zájem o technologii** znamená především sběr informací a porozumění, jeho výsledkem je komplexní znalost fungování a možností technologie.
- **Hledání technologických novinek** představuje neustálé porovnávání s ostatními technologiemi se zaměřením na vyhodnocení unikátnosti problému a rozdílnosti (novosti) řešení.
- **Znalost kontextu** se pojí s porozuměním požadavkům a orientací v technickém zázemí, možnostech učení, vhodných nástrojích pro implementaci a v dopadech na různé zájmové strany. Cílem je získat povědomí o způsobech, kterými může technologie firmě pomoci, jak se může změnit způsob práce nebo které nesrovnalosti mohou nastat.
- **Znalost alternativních technologií** charakterizuje porovnání se stávajícími možnostmi a alternativní pohled včetně výhod a nevýhod. Výstupem je realistické očekávání od implementace a možnosti propojení technologií.
- **Předvídání technologických změn** popisuje vztah k inovacím a připouští budoucí změny (resp. s nimi rovnou počítá).

Tento rámec dále rozpracovává van Hoek (2019) tým, že k uvedeným pěti oblastem přidává jednu další, konkrétně:

- **Příspěvek ke strategickým cílům dodavatelského řetězce** zajišťuje propojení mezi možnými benefity a skutečnými cíli SCM.

Dodatečnou oblast přidává na základě poznatků z originálního modelu. Ten ukázal, že jedním z největších rizik při zvažování nových technologií byl přístup „hledání problému pro již hotové řešení“. Tedy, že je na základě vnějších faktorů rozhodnuto o implementaci řešení, v tomto případě blockchainu, do řetězce bez zvážení vhodnosti a bez identifikace problémů, které by měl primárně řešit a pro které by byla volba opodstatněná. Van Hoek (2019) dodává, že lze sledovat odlišné cíle a je jasné, že blockchain není řešením všech problémů. I z toho důvodu je podle něj

důležitě, aby cíle implementace byly co nejvíce specifické a konkrétně popisovaly, jak budou přispívat k plnění cílů SCM. Původní model vyhodnocoval vhodnost použití technologie blockchain v SCM, doplněný model (viz Obr. 4.2) nabízí také oblasti pro návrh pilotního projektu.



Zdroj: (van Hoek, 2019, str. 119)

Obr. 4.2 Rámec pro posouzení vhodnosti technologie blockchain v SCM

4.4 Shrnutí dosavadních poznatků

Dosavadní stav řešení založených na technologii blockchain nabízí limitovanou metodiku pro vytvoření nebo implementaci řešení. Jak správně zmiňují Iansiti a Lakhani (2017), zejména komplexita uživatelské sítě, novost a složitost pochopení technologie jako takové zamezují širší adopci. Mnoho řešení se implementuje jako experimentální (pionýrská) technologie určená především pro porozumění, pochopení a učení se. Současná literatura nabízí velmi málo obchodních modelů, přístupů nebo rámců popisujících podrobnou adopci technologie v SCM. Pro účely této práce byly vybrány tři přístupy, které jsou shrnuty v seznamu níže:

- **Model hodnotových dimenzí** pomáhá určit směřování projektu a poskytnout základ pro konceptuální rámec. Je zaměřen na tvorbu a získání hodnoty pro uživatele blockchainové platformy i pro koncové zákazníky. Ve čtyřech dimenzích popisuje, jak postupovat při návrhu samotné tvorby hodnoty a hledání úzkého místa nebo neuspokojené poptávky, jak analyzovat stávající vazby mezi články a určit role, jak využít zdroje a kapacity členů, jak se společně podílet na ekonomické stránce a jak zvolit správný model řízení.
- **Strategie a způsob myšlení** charakterizuje nutnou změnu v rozhodovacích procesech a v jiném pohledu na strategii. Klíčovou změnou je překonání hranic vlastní firmy při tvorbě dlouhodobé strategie směrem k hledání synergických dohod a tvorbě partnerství. Vedoucí firmy by měly aplikovat holistické pojetí SCM, tedy zvažovat dopad na celý řetězec jako celek. Sada doporučení popisuje nový způsob myšlení, porovnává různé metody hodnocení investic a přístupů k nalezené důvěry v řetězci, definuje důležitost správného modelu řízení a identifikuje oblasti nově vznikajících rozhraní.
- **Hodnotící rámec** poskytuje podklad pro rozhodnutí, zda je blockchain skutečně správným řešením daného problému nebo správnou technologií k dosažení cílů. Tím redukuje případy, kdy je blockchain (a obecně jakákoli nová technologie) implementován bez hlubší analýzy nebo propojení možných přínosů se skutečnými cíli. Rámec rozpracovává potenciální adopci blockchainu do šesti oblastí z pohledu vhodnosti technologie a samotného návrhu pilotního projektu.

Jak zmiňuje van Hoek (2019), zájem o uplatnění technologie blockchain v SCM může být nápomocný při navrhování nových pilotních projektů a při edukaci vedoucích pracovníků. Dodává, že v porovnání například s ERP systémy nebo RFID čipy jsou pilotní projekty na adopci blockchainu snadnější a nevyžadují tak velkou finanční investici. Faktorem, který umožní rychlejší adopci technologie, je především zapojení vedení firem a jejich inovativního myšlení.

4.5 Kritické zhodnocení

Vybrat vhodnou kombinaci sad doporučení a přístupů k adopci bylo náročné. Důvodem je zejména nedostatek odborné literatury a provedených výzkumů.

Organizace, které již blockchainové řešení vyvinuly nebo ho vyvíjejí, lze rozdělit na dvě skupiny. První skupina představuje organizace nebo celky, které šíří blockchainovou osvětu, financují marketingové kampaně, vystupují na konferencích nebo se zúčastní technologických veletrhů. Ve spolupráci s univerzitami nebo vlastním oddělením výzkumu vydávají odborné články, ve kterých popisují postup adopce, komplexitu a možnosti řešení, budoucí vývoj apod.

Druhá skupina představuje firmy, které vyvíjejí blockchainová řešení v tajnosti, s maximální ostrahou a s cílem dosáhnout maximální konkurenční výhody. Tento přístup je důkazem, že změna myšlení v organizacích ještě plně nenastala, neboť tichý vývoj nebo pouze nutná tisková prohlášení o použití se neztotožňují s hledáním společného partnerství a rozvojem samotné technologie. Nabízí se otázka, proč firmy nemohou nebo nejsou schopné opustit své vlastní hranice.

Obě skupiny firem spojuje jistá míra inovací a touha po prozkoumání. Ale především pro nízký počet skutečných řešení neexistuje jednotná metodika pro firmy, které stojí před rozhodnutím vytvořit nebo adoptovat takové řešení. Proto nezbývá než doufat, že bude pokračovat aktuální trend a firmy budou zkoumat možnosti adopce technologie blockchain v SCM. Nicméně je jasné, že adopce blockchainu představuje výzvu jak strategickou, tak technologickou. Směřování modelů řízení a samotných blockchainových platforem bude ovlivňovat rychlost a míru adopce stávajících, stále ještě prvotních řešení. Pokud se ukáže, že dokážou vytvořit a přinést hodnotu článkům napříč dodavatelským řetězcem, dá se očekávat zrychlení adopce a boom nových řešení.

5 Závěr

Technologie hraje v současném světě důležitou roli. Její kontinuální rozvoj pomáhá lidstvu překonávat nové překážky a přináší nový úhel pohledu na zavedené postupy a principy. Mezi takové technologie dnes lze počítat také blockchain. Technologie původně vyvinuta jako základ fungování kryptoměn v čele s bitcoinem se dnes těší velikému zájmu nejen ve finančním sektoru. Diskutuje se o jejím globálním dopadu a možných přínosech napříč různými odvětvími ekonomiky.

Tato práce je zaměřena na problematiku uplatnění technologie blockchain v řízení dodavatelských řetězců. Úvodní část práce poskytuje teoretický základ a definuje samotný pojem „dodavatelský řetězec“. Je zde charakterizována typická struktura dodavatelského řetězce, popsány jednotlivé toky a vysvětleny metody, které jsou v současné době využívány v řízení dodavatelských řetězců. Po části věnované dodavatelským řetězcům následuje kapitola věnovaná samotné technologii blockchain. Zde jsou popsány okolnosti jejího vzniku a princip fungování. Zvláštní pozornost je věnována zabezpečení sítě. Jsou popsány dva typy konsenzuálních algoritmů, vysvětleny zásady hashování a způsoby nalezení jedné pravdy v síti. V závěru teoretické části této práce jsou představeny hlavní pilíře technologie a je nastíněn její budoucí vývoj a možné překážky adopce.

Empirická část práce naplňuje stanovené dílčí cíle práce a tím i hlavní cíl, tedy analyzovat a vyhodnotit možnosti použití technologie blockchain v řízení dodavatelských řetězců. Metodou systematické literární rešerše odborných článků a veřejně dostupných případových studií z praxe byly analyzovány tři implementace technologie blockchain v SCM. Naplnění prvního dílčího cíle je dosaženo vyhodnocením těchto implementací, konkrétně použitím SWOT analýzy. Z té vyplývá, že nejsilnější stránkou v případových studiích bylo vytvoření detailní digitální datové stopy, která zachycuje všechny události o zboží (kontejneru), nabízí transparentní přehled a podporuje další silné stránky, např. holistický přístup k SCM nebo sledování materiálového toku v reálném čase. Jako příležitosti byly identifikovány zejména propojení s externími technologiemi nebo větší kontakt zákazníka s produktem.

Z případových studií vyplývají také omezení implementace. Nejslabší stránkou je vyžadovaná komplexita sítě a nutnost zapojení všech článků řetězce pro vytvoření

skutečné hodnoty. Různorodost sítě vede také k velkému objemu zpracovaných dat, která nejsou v současné době standardizovaná. Jako největší externí hrozby implementace byly identifikovány neochota se zapojit do blockchainové sítě nebo investovat do jejího vývoje, neznalost technologie a chybné zadávání dat.

V závěru empirické části této práce jsou detailně popsány tři různé sady doporučení pro implementaci technologie blockchain do SCM. Popisují, jakým způsobem formulovat tvorbu hodnoty v rámci sítě a jak hodnoty dosáhnout, nutné změny v uvažování o firemní strategii nebo jakým způsobem vyhodnotit vhodnost blockchainu jako řešení problému a dosažení cíle. Klíčovým doporučením je změna způsobu myšlení, která je vyžadována především u vedoucích pracovníků. Formuluje nutnost opustit hranice jedné firmy při tvorbě strategie a místo toho budovat partnerství napříč řetězcem a vyhledávat synergické možnosti. Popisem sad doporučení a hodnotícího rámce je naplněn i druhý dílčí cíl práce.

Na závěr nabízí autor práce jeho vlastní kritické zhodnocení stavu literatury k dané problematice a směřování vývoje implementací v SCM. Upozorňuje zde na nedostatek odborné literatury a metodiky pro implementaci technologie blockchain v praxi. Na druhé straně pozitivně hodnotí otevřenost a šíření osvěty u již vzniklých platforem a pozitivní zůstává i ve směru budoucího směřování technologie blockchain v oblasti řízení dodavatelských řetězců.

Seznam literatury

AKMAN, Banu. Malcom McLean: A tale of the shipping container. *More Than Shipping* [online]. 18.10.2019 [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <https://www.morethanshipping.com/malcom-mclean-a-tale-of-the-shipping-container/>

ALLISON, Ian. IBM and Maersk Struggle to Sign Partners to Shipping Blockchain. *Coindesk* [online]. 26.10.2018 [cit. 2020-11-30]. Dostupné z: <https://www.coindesk.com/ibm-blockchain-maersk-shipping-struggling>

BATES, Rob. De Beers' Blockchain Platform Hopes to Track Every Diamond. *JCK: The Industry Authority* [online]. 12.06.2019 [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: <https://www.jckonline.com/editorial-article/de-beers-blockchain-platform/>

CRANDALL, Richard, William CRANDALL a Charlie CHEN. *Principles of Supply Chain Management*. Second Edition. Florida, USA: CRC Press, 2015. ISBN 978-1-4822-1205-1.

DEBTER, Lauren a kol. Forbes: Blockchain 50. *Forbes* [online]. 19.02.2020 [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2020/02/19/blockchain-50/?sh=4bdadbb87553>

DUPAL', Andrej. *Logistika*. Bratislava: Sprint 2, 2018. ISBN 978-80-89-710-44-7.

FÁBRY, Jan. *Modelování produkčních a logistických systémů pro prezenční a kombinovanou formu studia*. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO Vysoká škola, 2019. ISBN 978-80-87042-85-4.

GODBOLE, Shantanu. Blockchain for trade: Examples and Lessons from real world implementations. *United Nations: Economic and Social Commission for Asia and the Pacific* [online]. 2019 [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: https://www.unescap.org/sites/default/files/Session%202_4_IBM%20Research.pdf

GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

GUPTA, Vinay. A Brief History of Blockchain. *Harvard Business Review* [online]. 28.02.2017 [cit. 2020-10-14]. Dostupné z: <https://hbr.org/2017/02/a-brief-history-of-blockchain>

HAVEL, Mário. Proof of Work a Proof of Stake: Vše co víme. *Alza.cz* [online]. 13.01.2020 [cit. 2020-10-03]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/proof-of-work-a-proof-of-stake>

HOLMAN, David a kol. Sustainable Logistics Management in the 21st Century Requires Wholeness Systems Thinking. *Sustainability* [online]. 2018, **10**(12), 4392. DOI: 10.3390/su10124392. ISSN 2071-1050. Dostupné z: www.researchgate.net/publication/329189698

HŘIVNA, Jan. *Technologie blockchain a její využití*. Praha, 2018. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta informatiky a statistiky. Vedoucí práce Jiří Ivánek.

HUGOS, Michael. Ancient Silk Road – First Global Supply Chain. *SCM Globe* [online]. Chicago, Illinois, USA, 08.09.2019 [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <https://www.scmglobe.com/the-silk-road-first-global-supply-chain/>

CHATFIELD, Dean a Alan PRITCHARD. Returns and the bullwhip effect. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* [online]. 2013, **49**(1), 159-175 [cit. 2020-08-15]. DOI: 10.1016/j.tre.2012.08.004. ISSN 1366-5545. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554512000798>

CHRISTOPHER, Martin. *Logistics & Supply Chain Management*. Fourth Edition. Edinburgh: Prentice Hall, 2011. ISBN 978-0-273-73112-2

IANSITI, Marco a Karim R. LAKHANI. The Truth About Blockchain. *Harvard Business Review* [online]. 2017, **95**(1), 119-127 [cit. 2020-10-14]. ISSN: 0017-8012. Dostupné z: <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>

IBM. About IBM Food Trust. *IBM* [online]. 2019 [cit. 2020-11-06]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/downloads/cas/E9DBNDJG>

JENSEN, Thomas, Jonas HEDMAN a Stefan HENNINGSSON. How TradeLens Delivers Business Value With Blockchain Technology. *MIS Quarterly Executive* [online]. 03.12.2019, **18**(4), 221-243 [cit. 2020-11-29]. DOI: 10.17705/2msqe.00018. ISSN: 1540-1960. Dostupné z: <https://aisel.aisnet.org/misqe/vol18/iss4/5/>

JUGOVIĆ, Alen a kol. The Possibilities of Applying Blockchain Technology in Shipping. *Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research* [online]. 19.12.2019, **33**(2), 274-279 [cit. 2020-11-29]. DOI: 10.31217/p.33.2.19. ISSN: 1332-0718. Dostupné z: www.researchgate.net/publication/338070848

KAMATH, Reshma. Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM. *The Journal of the British Blockchain Association* [online]. 2018, **1**(1), 1-12 [cit. 2020-11-07]. DOI: 10.31585/jbba-1-1-(10)2018. ISSN: 2516-3949. Dostupné z: www.researchgate.net/publication/326188675

LASETER, Tim a Keith OLIVER. When Will Supply Chain Management Grow Up? *Strategy+business* [online]. 2003, **8**(32) [cit. 2020-08-01]. ISSN 1083-706X. Dostupné z: <https://www.strategy-business.com/article/03304?pg=0>

MAERSK. TradeLens blockchain-enabled digital shipping platform continues expansion with addition of major ocean carriers Hapag-Lloyd and Ocean Network Express. *Maersk* [online]. 02.07.2019 [cit. 2020-11-30]. Dostupné z: <https://www.maersk.com/news/articles/2019/07/02/hapag-lloyd-and-ocean-network-express-join-tradelens>

MCKENZIE, Jessica. Why blockchain won't fix food safety—yet. *The Counter* [online]. 02.04.2018 [cit. 2020-11-07]. Dostupné z: <https://thecounter.org/blockchain-food-traceability-walmart-ibm/>

NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. *Bitcoin.org* [online]. 31.10.2008 [cit. 2020-10-14]. Dostupné z: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

PERNICA, Petr. *Logistika (Supply Chain Management) pro 21. století*. 1. díl. Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.

POUNDER, Paul, Gavin BOVELL a Shannelle PILGRIM-WORRELL. A Review of Supply Chain Management and Its Main External Influential Factors. *Supply Chain Forum: An International Journal* [online]. 2013, **14**(3), 42-50 [cit. 2020-08-01]. DOI: 10.1080/16258312.2013.11517320. ISSN 1625-8312. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/16258312.2013.11517320>

PROVENANCE. Blockchain: The solution for transparency in product supply chains. *Provenance* [online]. 21.11.2015 [cit. 2020-11-01]. Dostupné z: <https://www.provenance.org/whitepaper>

PROVENANCE. From shore to plate: Tracking tuna on the blockchain. *Provenance* [online]. 2016a, 15.07.2016 [cit. 2020-11-01]. Dostupné z: <https://www.provenance.org/tracking-tuna-on-the-blockchain#glossary-blockchain>

PROVENANCE. Tracking Tuna from Catch to Customer. *Provenance* [online]. 2016b, 16.09.2016 [cit. 2020-11-01]. Dostupné z: <https://www.provenance.org/news/technology/tracking-tuna-catch-customer>

ROSIC, Ameer. Smart Contracts: The Blockchain Technology That Will Replace Lawyers. *Blockgeeks* [online]. 09.10.2016a [cit. 2020-10-19]. Dostupné z: <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/>

ROSIC, Ameer. What is Blockchain Technology? A Step-by-Step Guide For Beginners. *Blockgeeks* [online]. 18.09.2016b [cit. 2020-10-18]. Dostupné z: <https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/>

SANYAL, Sanjeev. A Brief History of Supply Chains. *The Globalist* [online]. 22.03.2012 [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <https://www.theglobalist.com/a-brief-history-of-supply-chains/>

SHARMA, Sanjeev Kumar a Vinay SINGH. Applications of blockchain technology in the food industry. *New Food Magazine* [online]. 08.05.2020 [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: <https://www.newfoodmagazine.com/article/110116/blockchain/>

SCHULTZE-WOLTERS, Christian. Sustainability, trust & transparency in the food industry. *Youtube: IBM Client Centers* [online]. 29.06.2020 [cit. 2020-11-30]. Dostupné z: https://youtu.be/_YNz1WDXByk

STEVENS, Graham C. Integrating the Supply Chain. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management* [online]. 01.08.1989, **19**(8), 3-8 [cit. 2020-12-04]. DOI: 10.1108/EUM00000000000329. ISSN: 0269-8218. Dostupné z: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EUM00000000000329/full/html>

TOMPKINS, Jim. 'Supply Chain' Past, Present and Future. *Industry Week* [online]. 03.09.2010 [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://www.industryweek.com/supply-chain/article/22011338/supply-chain-past-present-and-future>

TORTORELLA, Guilherme Luz, Rogério MIORANDO a Giuliano MARODIN. Lean supply chain management: Empirical research on practices, contexts and performance. *International Journal of Production Economics* [online]. 2017, (193), 98-112 [cit. 2020-08-16]. DOI: 10.1016/j.ijpe.2017.07.006. ISSN 0925-5273. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527317302232>

TRADELENS. Together, We Can Set Trade Free. *TradeLens* [online]. 2020a [cit. 2020-11-30]. Dostupné z: <https://www.tradelens.com/ecosystem/authorities>

TRADELENS. TradeLens Documentation: Document Sharing. *TradeLens* [online]. 2020b [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: https://docs.tradelens.com/documents/document_sharing/#structured-and-unstructured-documents

TRADELENS. TradeLens Documentation: Platform Event Model. *TradeLens* [online]. 2020c [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: https://docs.tradelens.com/learn/platform_event_model/

UNCTAD. Review of Maritime Transport 2019. *United Nations: Conference on Trade and Development* [online]. 31.01.2020 [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2019_en.pdf

UNDERWOOD, Barbara D. Fishy Business: Seafood Fraud And Mislabeling In New York State Supermarkets. *Office of the New York State Attorney General* [online]. 2018 [cit. 2020-11-01]. Dostupné z: https://ag.ny.gov/sites/default/files/fishy_business.pdf

UNUVAR, Merve. The food industry gets an upgrade with blockchain. *IBM* [online]. 15.06.2017 [cit. 2020-11-07]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2017/06/the-food-industry-gets-an-upgrade-with-blockchain/>

VAN HOEK, Remko. Developing a framework for considering blockchain pilots in the supply chain: Lessons from early industry adopters. *Supply Chain Management: An International Journal* [online]. 17.11.2019, **25**(1), 115-121 [cit. 2020-12-15]. ISSN 1359-8546. DOI: 10.1108/SCM-05-2019-0206. Dostupné z: www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SCM-05-2019-0206

VANĚČEK, Drahoš a Radek TOUŠEK. *Řízení dodavatelského řetězce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta, 2017. ISBN 978-80-7394-644-9.

VERHOEVEN, Peter, Florian SINN a Tino HERDEN. Examples from Blockchain Implementations in Logistics and Supply Chain Management: Exploring the Mindful Use of a New Technology. *Logistics* [online]. 11.09.2018, **2**(3), 20 [cit. 2020-12-15]. DOI: 10.3390/logistics2030020. ISSN 2305-6290. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2305-6290/2/3/20>

VYHNANOVSKÝ, Ondřej. *Jak funguje blockchain?* Forbes Next. Praha: MediaRey, SE, 2018, **2018**(1), 49. ISSN 2570-4869.

WAGNER, Isabel. Container lines: Statistics & facts. *Statista* [online]. 10.09.2020 [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: https://www.statista.com/topics/6160/container-lines/#dossierSummary_chapter1

WANG, Yingli, Catherine Huirong CHEN a Ahmed ZGHARI-SALES. Designing a blockchain enabled supply chain. *International Journal of Production Research* [online]. 27.09.2020, 1-26 [cit. 2020-12-15]. DOI: 10.1080/00207543.2020.1824086. ISSN: 1366-588X. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/345782589>

WHITE, Mike a Marvin ERDLY. Shipping in the Age of Blockchain: IBM Think Conference 2019. *Youtube: Tradelens* [online]. 22.02.2019 [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: https://youtu.be/Xwqo_fwPEJo

WHO. Food Safety. *World Health Organization* [online]. 30.04.2020 [cit. 2020-11-07]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

WISNER, Joel, Keah-Choon TAN a G. Keong LEONG. *Principles of Supply Chain Management: A Balanced Approach*. Fourth Edition. Boston, USA: Cengage Learning, 2016. ISBN 978-1-285-42831-4.

YIANNAS, Frank. A New Era of Food Transparency Powered by Blockchain. *Innovations: Technology, Governance, Globalization* [online]. 2018, **12** (1-2), 46-56 [cit. 2020-11-06]. DOI: 10.1162/innov_a_00266. ISSN: 1558-2477. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/326309553>

YIANNAS, Frank. Blockchain and Food Safety with IBM and Walmart: Genius of Things Summit. *Youtube: IBM Internet of Things* [online]. 16.02.2017 [cit. 2020-11-30]. Dostupné z: https://youtu.be/MMOF0G_2H0A

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Schéma základního dodavatelského řetězce	13
Obr. 1.2 Schéma dodavatelského řetězce ve strojírenství	14
Obr. 1.3 Efekt biče.....	21
Obr. 1.4 Montáž na zakázku vs. návrh, nákup a výroba na objednávku	22
Obr. 1.5 Kanbanový okruh	25
Obr. 1.6 Srovnání principu úzkého místa a bodu rozpojení.....	27
Obr. 2.1 Centralizovaný a decentralizovaný systém.....	31
Obr. 2.2 Struktura bloků	35
Obr. 3.1 Datová síla vs sdílená datová vrstva	41
Obr. 3.2 Původní dodavatelský řetězec pro dodávky manga, Walmart.....	49
Obr. 3.3 Dodavatelský řetězec s využitím platformy IBM Food Trust.....	51
Obr. 3.4 Tok materiálu a dokumentů v globální námořní přepravě.....	54
Obr. 3.5 Ukázka přístupové matice	59
Obr. 3.6 Tok materiálu a informací na blockchainové platformě.....	59
Obr. 3.7 SWOT analýza použití technologie blockchain v SCM.....	62
Obr. 4.1 Návrh struktury obchodního modelu.....	66
Obr. 4.2 Rámec pro posouzení vhodnosti technologie blockchain v SCM	75

Seznam tabulek

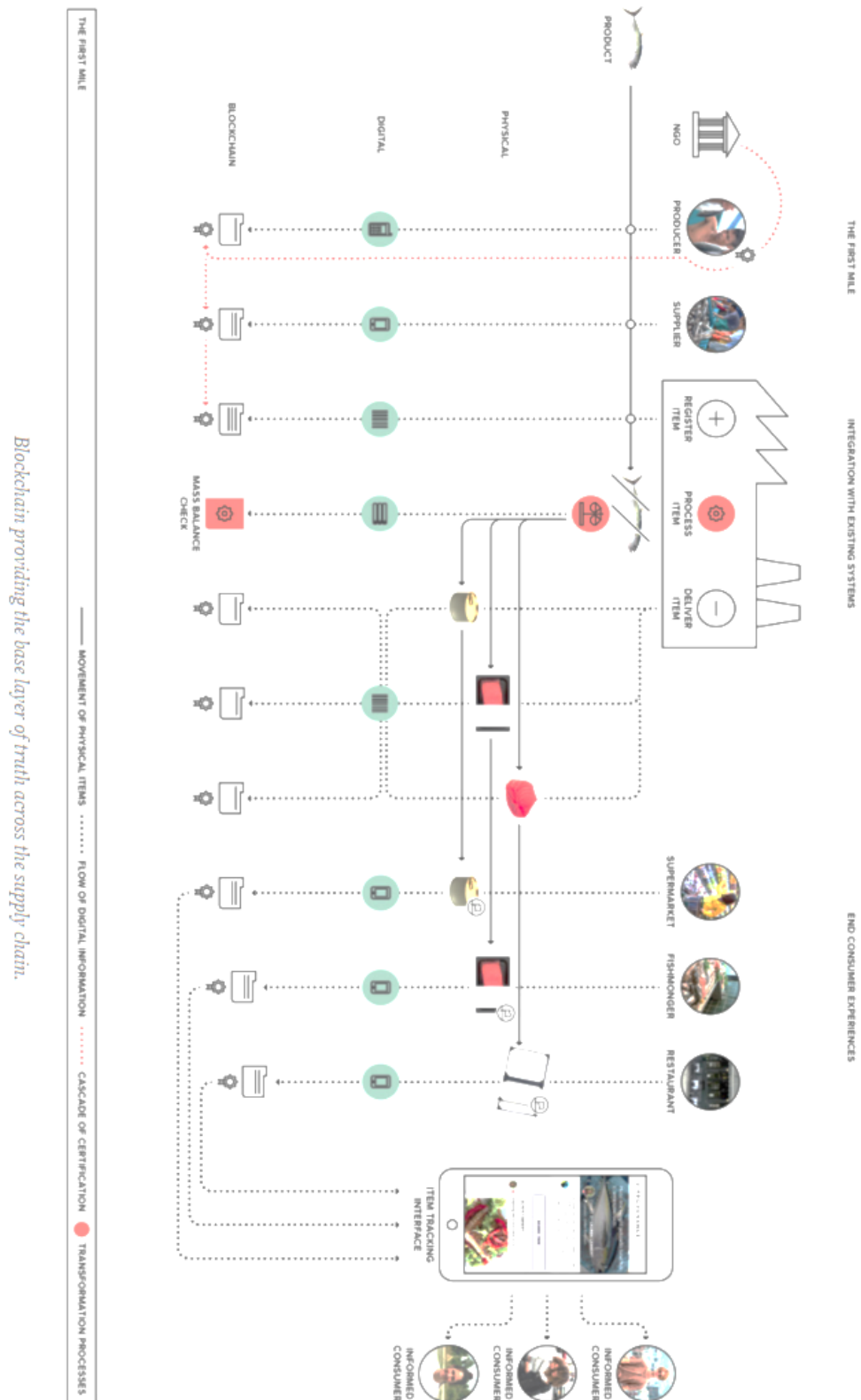
Tab. 1.1 Globalizace – přínosy a dopady	10
Tab. 3.1 Ukázka podporovaných dokumentů	58
Tab. 3.2 Souhrnná tabulka analyzovaných případových studií.....	61
Tab. 4.1 Rozdělení doporučení pro implementaci	70

Seznam příloh

Příloha 1 Schéma implementace.....	88
Příloha 2 Koncept sdílení dat	89
Příloha 3 Výstup v podobě procesní mapy.....	90

Příloha 1 Schéma implementace

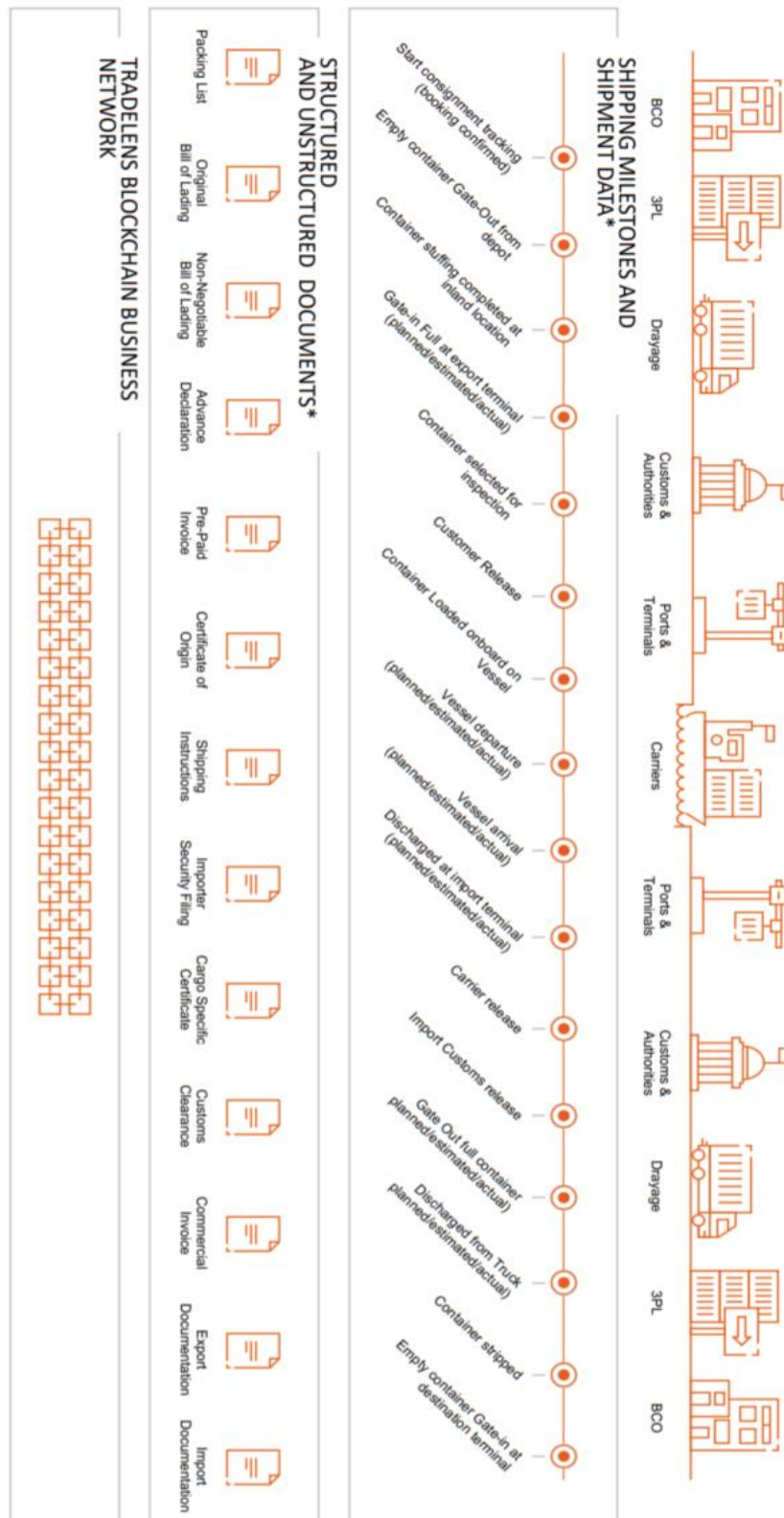
Podrobné schéma implementace blockchainové platformy v dodavatelském řetězci.



Zdroj: (Provenance, 2016a)

Příloha 2 Koncept sdílení dat

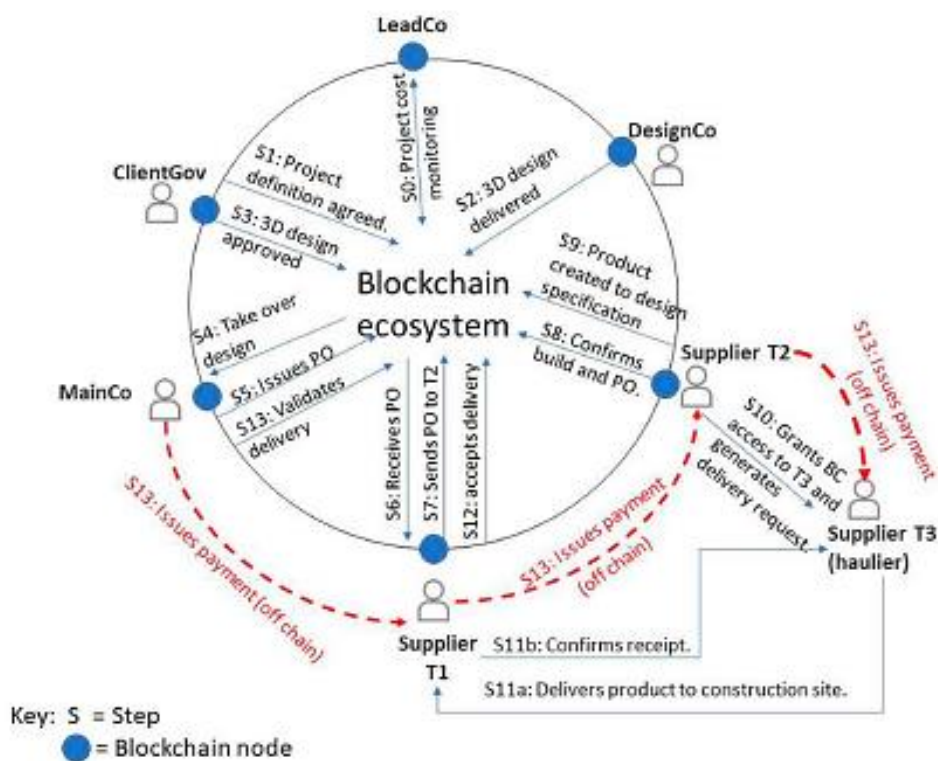
Diagram tvorby přepravních milníků v různých fázích kontejnerové přepravy.



Zdroj: (Godbole, 2019, str. 10)

Příloha 3 Výstup v podobě procesní mapy

Ukázka možného výstupu z modelu hodnotových dimenzí v podobě strukturované procesní mapy. Jednotlivé procesy se mohou stejným způsobem dále rozpracovat a postupně se tak dostat až ke konkrétním úkolům.



Zdroj: (Wang, Chen a Zghari-Sales, 2020, str. 15).

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Bc. Ondřej Kopčan		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	Specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců		
NÁZEV PRÁCE	BLOCKCHAIN A JEHO UPLATNĚNÍ V ŘÍZENÍ DODAVATELSKÉHO ŘETĚZCE		
VEDOUCÍ PRÁCE	prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.		
KATEDRA	KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2021
POČET STRAN	90		
POČET OBRÁZKŮ	17		
POČET TABULEK	4		
POČET PŘÍLOH	3		
STRUČNÝ POPIS	<p>Tato diplomová práce analyzuje možnosti uplatnění technologie blockchain v řízení dodavatelských řetězců. Jako teoretická východiska práce jsou popsány současně používané metody v SCM, principy fungování technologie blockchain a její hlavní pilíře.</p> <p>Empirická část práce detailně analyzuje tři vybrané případové studie z praxe a vyhodnocuje poznatky formou SWOT analýzy. Dále vymezuje vhodný rámec implementace v podobě sad doporučení a hodnotícího rámce.</p> <p>Hlavním výstupem této diplomové práce je provedená analýza využití technologie blockchain v SCM a shrnutí doporučení pro implementaci v praxi.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Blockchain, řízení dodavatelského řetězce, implementace technologie, SWOT analýza		

ANNOTATION

AUTHOR	Bc. Ondřej Kopčan		
FIELD	Specialization International Supply Chain Management		
THESIS TITLE	USING BLOCKCHAIN IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT		
SUPERVISOR	prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.		
DEPARTMENT	KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management	YEAR	2021
NUMBER OF PAGES	90		
NUMBER OF PICTURES	17		
NUMBER OF TABLES	4		
NUMBER OF APPENDICES	3		
SUMMARY	<p>This master's thesis analyses the possibilities of using blockchain technology in supply chain management. The theoretical basis of the work describes current methods used in SCM, the principle of operation of blockchain technology and its main pillars.</p> <p>The empirical part of the thesis analyses in detail three selected case studies from practice and evaluates the findings in the form of SWOT analysis. The thesis further designates a suitable framework for implementation in the form of recommendations and evaluation model.</p> <p>The main outcome of this thesis is an analysis carried out of the use of blockchain technology in SCM and a summary of recommendations for implementation in practice.</p>		
KEY WORDS	Blockchain, supply chain management, technology implementation, SWOT analysis		