

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.**

Studijní program: N0413A050001 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: Specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

## **Inovativní technologie v logistice "Last mile delivery"**

### **Diplomová práce**

**Bc. David Křupka**

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.

Rád bych poděkoval vedoucímu této diplomové práce, panu Ing. Tomáši Malčicovi, Ph.D. za vedení práce, poskytnutí cenných rad a podkladů.

## Obsah

Úvod.....	5
1 Logistika distribuce .....	6
1.1 Základní funkce a struktura distribučního systému .....	7
1.2 Prvky distribučního systému .....	11
1.3 Typy distribučních cest.....	14
1.4 Trendy a výzvy logistiky distribuce.....	18
2 Logistika poslední míle a Logistika 4.0 .....	20
2.1 Logistika poslední míle.....	20
2.1.1 Faktory ovlivňující proměnu logistiky poslední míle .....	22
2.1.2 Výzvy a budoucí vývoj logistiky poslední míle.....	25
2.2 Logistika 4.0.....	26
2.2.1 Dopady Průmyslu 4.0 na oblast logistiky .....	28
2.2.2 Trendy v oblasti logistiky 4.0.....	30
3 Analýza praktického využití inovativních technologií v logistice poslední míle.....	36
3.1 Doručování pomocí dronů.....	36
3.2 Doručování pomocí autonomních vozidel .....	39
3.3 Využití umělé inteligence .....	42
3.4 Mobilní aplikace pro sledování a řízení doručení .....	45
3.5 SWOT analýza představených technologií .....	47
3.6 Hodnocení technologií pro konkrétní logistické případy.....	53
4 Soubor doporučení pro další využití technologií v logistice poslední míle .....	60
4.1 Doporučení pro stávající technologie .....	60
4.2 Doporučení pro implementaci dalších technologií.....	63
Závěr .....	65
Seznam literatury .....	67
Seznam obrázků a tabulek.....	75

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

AGV	Automated Guided Vehicle
AI	Artificial intelligence
B2B	Business-to-business
B2C	Business-to-customer
FTS	Fahrerlose Transportsysteme
ICT	Information and Communication Technologies
IoT	Internet of things
S-ADR	Sidewalk Autonomous Delivery Robot
R-ADR	Road Autonomous Delivery Robot
RFID	Radio Frequency Identification
UAV	Unmanned aerial vehicle
WSA	Weighted Sum Approach

## Úvod

Tématem této diplomové práce jsou inovativní technologie v oblasti logistiky poslední míle neboli last mile delivery.

Pojem poslední míle je v současné době jedním z klíčových témat v oblasti logistiky. Pro dodavatelské řetězce se nejedná pouze o poslední článek v celém řetězci, ale také o službu koncovým zákazníkům, jejímž cílem je naplnit jejich potřeby, očekávání a na základě toho zajistit jejich spokojenost. I díky tomu se stala poslední míle nejnákladnější částí celého řetězce a v současné době představuje zhruba 50 % celkových nákladů na přepravu.

Neustálý nárůst objemu přepravovaných zásilek a zákaznických očekávání v kombinaci s vývojem nových technologií a konceptů vytváří v této oblasti tlak právě na dodavatelské řetězce, a především na poskytovatele doručovacích služeb. Ti v současné době rozvoje Průmyslu 4.0 čelí výzvám implementace nejrůznějších konceptů obsahujících nejnovější technologie a tím poskytují nejen zákazníkům vyžadované služby, ale také snižují finanční náročnost celého procesu a zvyšují jeho celkovou efektivitu.

Cílem této práce je analyzovat možnosti uplatnění nástrojů a technologií Průmyslu 4.0 v oblasti logistiky poslední míle, analyzovat konkrétní případy jejich využití, zhodnotit jejich silné a slabé stránky a také vyhodnotit jejich potenciál pro specifické logistické případy.

V teoretické části této práce bude představen pojem logistika distribuce, prvky a struktura distribučního systému, typy distribučních cest a budoucí výzvy v této oblasti. Následně pak bude popsána poslední část distribučního řetězce, a to poslední míle a také pojem logistika 4.0, dopady Průmyslu 4.0 na logistiku a nejnovější trendy v oblasti logistiky.

V praktické části této práce bude provedena analýza vybraných technologií používaných v praxi, jejich hodnocení pro konkrétní logistické případy a vypracován soubor doporučení pro další využití již používaných nebo nových technologií v logistické praxi.

# 1 Logistika distribuce

V této kapitole bude přiblížena problematika logistiky distribuce. Bude věnována pozornost základním funkcím a struktuře distribučního systému, jednotlivým prvkům distribučního systému, typům distribučních cest a také klíčovým otázkám a výzvám v logistice distribuce.

V oblasti logistiky je pojem distribuce pokládán za jeden z klíčových prvků při poskytování služeb koncovým zákazníkům. Termín distribuce je používán k popisu metod a prostředků, kterými je výrobek nebo skupina výrobků fyzicky přesouvána z místa jejich produkce k místu, kde jsou následně k dispozici konečnému zákazníkovi (Rushton, Croucher a Baker, 2022). U spotřebitelských výrobků je konečným místem myšlena zpravidla maloobchodní prodejna, ale stále častěji se může jednat také přímo o domov koncového zákazníka. Postupem času totiž některé kanály začali obcházet maloobchodní prodejny a vedou přímo ke spotřebiteli. V případě výrobků určených pro další průmyslovou spotřebu může být konečným místem myšlena továrna nebo sklad materiálu zákazníka.

Již z definice pojmu distribuce je jasné, že se jedná o podstatný prvek, který hraje důležitou roli při uspokojování potřeb zákazníků a naplňování logistických cílů výrobních společností.

Důležitost samotné distribuce pro firmy a celé dodavatelské řetězce ilustruje hned několik faktů (Straka, 2019):

- Bez distribuce, by nemohli být finální výroby uvedeny na trh.
- Náklady na fyzickou distribuci výrobku tvoří až jednu třetinu z ceny finálního výrobku.
- Distribuce ve většině případů tvoří jednotný a stálý celek.
- Distribuce se ve světovém měřítku formuje do mnoha různých variant, které jsou následně využívány pro svoje rozmanité přednosti.

O tok hotového výrobku ke konečnému zákazníkovi se stará distribuční systém. Ten je možné definovat jako soubor fyzických prvků a lidí, kteří v dodavatelském systému zajišťují tok zboží mezi prodávajícím a kupujícím. Distribuční systém začíná v okamžiku vyrobení konkrétního výrobku a jeho následným předáním do skladu hotových výrobků a končí úspěšným dodáním koncovému zákazníkovi. Celý

distribuční systém je složen z prvků, mezi které patří např. sklady výrobků, velkoobchodní sklady, provozovny a prodejny, dopravní prostředky, logistická centra, poskytovatelé služeb a také lidé nebo dokonce informace (Gros a kol., 2016). Do těchto prvků lze také řadit materiál jako např. kontejnery, palety, obaly, jednotlivé přepravy a také manipulační techniku. Soubor aktivit probíhajících mezi těmito prvky v distribučním systému se nazývají distribuční řetězec. Mezi tyto aktivity je možné řadit balení výrobků, manipulační operace, skladování, dopravu a také přenos veškerých informací o těchto uvedených aktivitách.

### **1.1 Základní funkce a struktura distribučního systému**

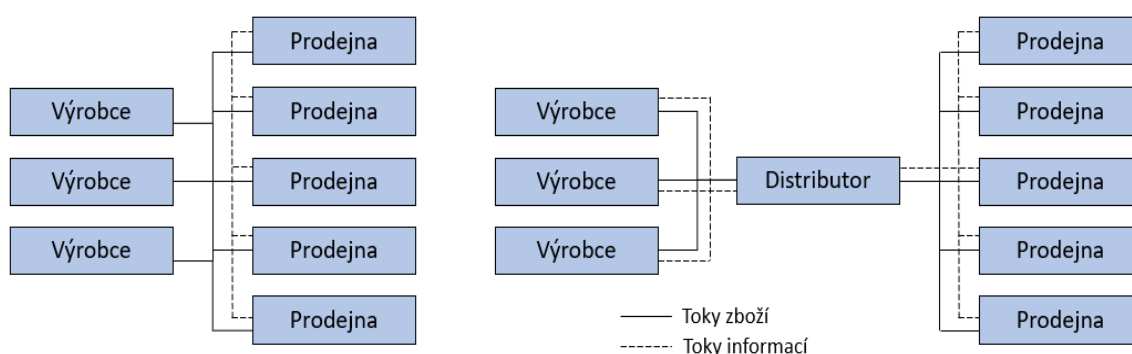
Distribuční systém má za úkol přinášet hodnotu nejen koncovým zákazníkům ale také prvkům, které se v něm nacházejí. K tomu slouží hlavní funkce distribučního systému, které řeší problémy, se kterými se jednotlivé prvky musí potýkat (Rushton, Croucher a Baker, 2022).

Mezi základní funkce distribučního systému se řadí (Gros a kol., 2016):

- **Kompletační funkce** – Jedná se o funkci, kterou provádí jeden z prvků v distribučním systému. Kompletačním prvkem je zpravidla velkoobchod nebo jiná distribuční organizace. Ten pak shromažďuje objednávky prodejců, vystavuje hromadné objednávky výrobcům a po jejich přijetí je rozděljuje, kompletuje a odesílá k prodejcům v množství, které si objednali (viz Obr. 1). S kompletačním prvkem jsou ve většině případů spojeny vysoké náklady z důvodu časově náročných a nákladných operací, na druhou stranu vede k benefitům jako je zjednodušení a zkrácení přepravních cest a také snížení přepravních nákladů z důvodu snížení počtu dodávek od výrobců pomocí plného využívání dopravních prostředků.
- **Skladovací funkce** – Skladovací funkce řeší lokalizaci zásob. Bez distributora by bylo velice obtížné snižovat stav zásob v celém systému, omezit počet skladovacích míst, neudržovat žádné pojistné zásoby. Všechny tyto efekty samozřejmě vedou ke značnému snížení nákladů na skladování.
- **Přepravní funkce** – Tato funkce řeší optimalizaci dopravy. Při využití distributora je optimalizace cest od výrobců k distributorovi a následně od

distributora k prodejcům efektivnější. Přeprava je efektivnější, než kdyby se každý z výrobců snažil o zefektivnění sám.

- Komunikační funkce – Tato funkce snižuje počet vystavovaných a přijímaných objednávek v celém systému. Zefektivňuje se komunikace mezi výrobcem a jeho zákazníkem. Výrobním společností jsou odesílány sumarizované požadavky a ty tak nemusí reagovat na individuální změny v poptávce a tím pádem se zkracuje i případná odezva na takové změny



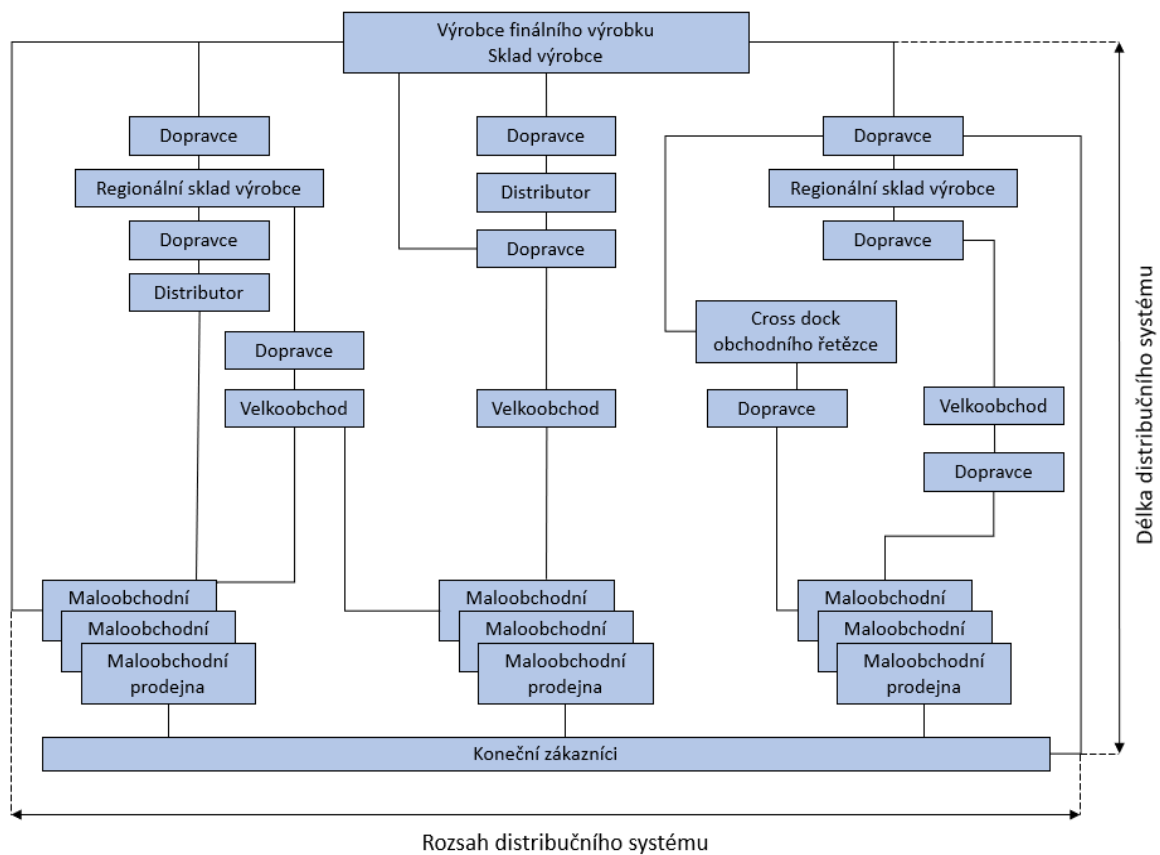
Zdroj: Upraveno dle (Gros a kol., 2016)

### **Obr. 1 Využití distributora**

Mezi další funkce distribučního systému lze také řadit nákup výrobků od jejich výrobců, prodej výrobků v místě posledního článku celého řetězce a také veškeré doplňkové aktivity a služby jako doručení výrobku k zákazníkovi, jeho následná instalace, servis produktu a také informovanost zákazníka v celém procesu distribuce (Straka, 2019).

V případě struktury distribučního systému je prvním důležitým měřítkem jeho délka a rozsah (Gros a kol., 2016). V případě délky se jedná o počet subjektů, kterými výrobek musí projít na své cestě od výrobce až k finálnímu zákazníkovi. U rozsahu se jedná o počet partnerů u jednotlivých stupňů (viz Obr. 2).





Zdroj: Upraveno dle (Gros a kol., 2016)

### **Obr. 2 Struktura distribučního systému**

Malindžák (2007) definuje v distribučním procesu tři skupiny účastníků, mezi kterými lze najít různá uspořádání distribučních systémů. Patří mezi ně:

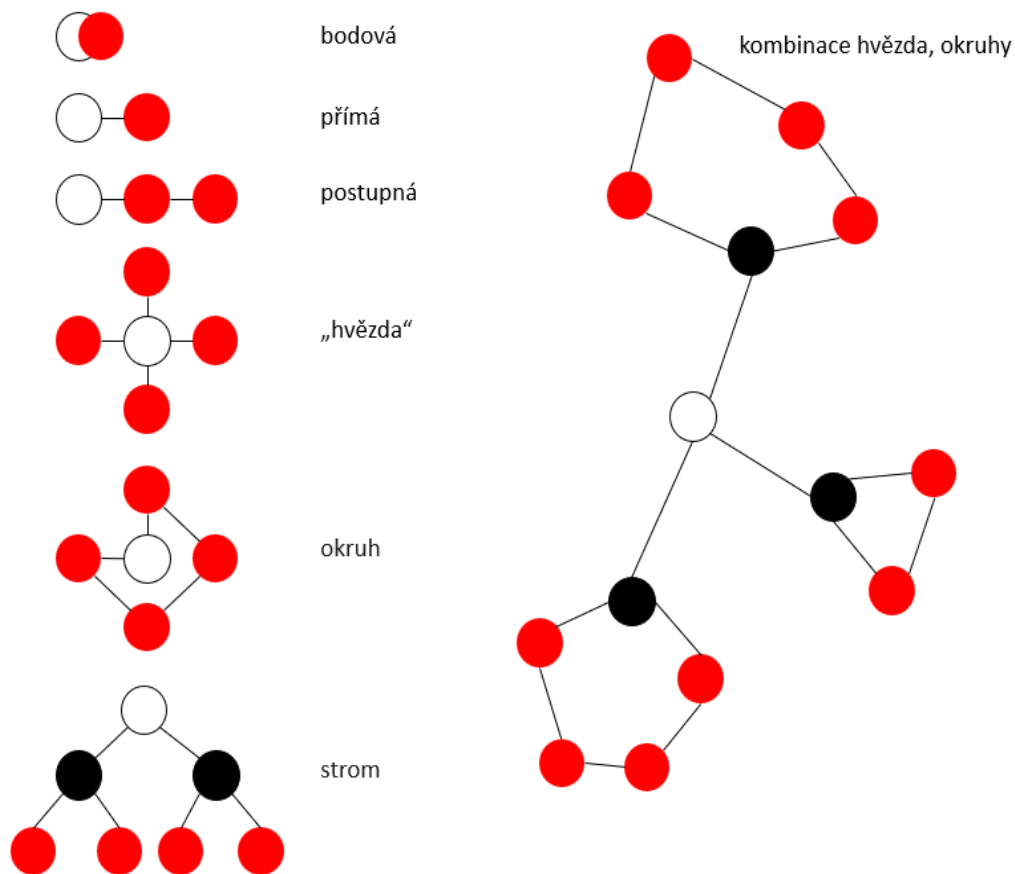
- Zdroje distribuovaných výrobků – V tomto případě se jedná o výrobce finálních výrobků a také např. komponentů pro další zpracování.
- Subjekty plnící základní funkce distribuce – Do této skupiny patří dopravci, velkoobchody, distributoři a další poskytovatelé logistických služeb.
- Cílové destinace – Do této skupiny lze řadit finální prodejny, zákazníky samotné a také další společnosti.

V distribučních systémech se nachází hned několik struktur (viz Obr. 3). Ty jsou dány vzájemnou polohou a vazbami mezi jednotlivými prvky v distribučním systému.

Dle Grose a kol. (2016) je možné mezi prvky v distribučním systému najít hned šest základních struktur:

- Bodová struktura – Jedná se o strukturu, kdy jsou výrobky vyráběny na místě jejich konečné spotřeby. Nedochází tedy mezi výrobcem a zákazníkem k žádné dopravě.
- Přímá distribuční síť – V této struktuře dodává výrobce svoje výrobky přímo k finálnímu zákazníkovi. Jedná se většinou o specifické výrobky, které jsou vyrobeny na objednávku přesně dle požadavků zákazníka. Pomocí této sítě lze také distribuovat výrobky v oblasti B2B.
- Postupná distribuční síť – V případě postupné distribuční sítě rozváží dopravce výrobky jednoho výrobce postupně na zvolená místa zákazníků. Může se také jednat o soz potřebných surovin nebo dílů ke zpracovateli, např. takovým způsobem může probíhat soz mléka od lokálních dodavatelů do mlékárny.
- Distribuční síť typu hvězda – V tomto typu rozváží nebo sváží dopravce výrobky nebo suroviny přímo a individuálně od výrobce nebo dodavatele k zákazníkovi a následně se vrací a provádí další dodávky. Tímto systémem lze svázat např. vratné obaly při zpátečních cestách nebo využívat cross-docková centra mezi výrobcem a velkoobchody.
- Distribuční síť typu okruh – U distribuční sítě typu okruh rozváží dopravce výrobky od výrobce nebo distributora k zákazníkům postupně. Jedná se o uzavřený okruh, kdy jsou výrobky dopravovány postupně a následně se dopravce vrací do výchozího místa. V praxi takto funguje např. soz odpadu ve městech nebo každodenní rozvoz čerstvých potravin do prodejen.
- Distribuční síť typu strom – Distribuční síť typu strom je specifická svým větvením. V praxi takto může vypadat např. vodovodní nebo kanalizační síť.

Dále je možné tyto sítě kombinovat a spojovat, např. lze do cross-dockových center dodávat v typu hvězda a následně z center pomocí okruhu (viz Obr. 3).



Zdroj: Upraveno dle (Gros a kol., 2016)

**Obr. 3** *Struktury distribučního systému*

## 1.2 Prvky distribučního systému

V situaci, kdy výrobce potřebuje dopravit své výrobky k zákazníkům, k tomu může v dnešní době využít velkou škálu subjektů. Ty plní různé funkce, které jsou nezbytné při dodávkách výrobků finálním zákazníkům. V celém distribučním systému pak každý z těchto subjektů hraje důležitou roli, která je spojena s charakterem výrobku, který je distribuován. Mezi prvky distribučního systému lze řadit (Gros a kol., 2016):

- velkoobchody,
- maloobchody,
- distributory / poskytovatele logistických služeb.

## **Velkoobchody**

Činnost velkoobchodu je založena na nákupu velkého množství zboží od výrobců a následný prodej dalším zákazníkům (Mulačová a kol., 2013). Dodavatelé velkoobchodů jsou většinou přímo výrobci zboží nebo jiní velkoobchodníci. Zákazníky velkoobchodů jsou většinou maloobchodní společnosti, podnikatelé a také jiné výrobní podniky. V případě sortimentu pro výrobní podniky se stává velkoobchod v podstatě posledním článkem v celém řetězci. Naopak v případě spotřebitelského zboží je velkoobchod v roli mezičlánku mezi výrobcem a např. maloobchodem.

Mulačová a kol. (2013) rozeznávají hned čtyři druhy velkoobchodních činností:

- dodávkový velkoobchod,
- agenturní velkoobchod,
- samoobslužný velkoobchod,
- regálová velkoobchod.

Gros a kol. (2016) také uvádí, že z ekonomického pohledu je velkoobchod postaven na nákupu velkých objemů zboží od výrobců za nižší ceny, ke kterým následně přidává marži, která je schopna pokrýt náklady a vytvářet určité množství zisku.

## **Maloobchody**

Maloobchody se svojí činností zaměřují na proces nákupu finálních výrobků od jejich výrobců s cílem je prodat spolu s doplňkovými službami konečnému zákazníkovi zpravidla bez jakékoliv transformace (Zentes a kol., 2016). Zatímco tradiční funkce maloobchodu stále převažují, vyvinuly se maloobchody v komplexní společnosti, které často koordinují nebo dokonce vlastní hodnotové řetězce. Samotný maloobchodní proces je posledním krokem v distribuci zboží, který v poslední době vytváří stále více přidané hodnoty produktu samotného.

V dnešním pojetí jsou maloobchodníci aktivními tvůrci a kontrolory produktu v reakci na známou poptávku ze strany zákazníků (Fernie a Sparks, 2018). Dokáží ovlivňovat dodavatelský řetězec od výroby až po spotřebu. Během posledních 25–40 let se maloobchody proměnily z kdysi pasivních příjemců produktu k lídrům prodejních kanálů. Rozšířily svoji kontrolu nad těmito kanály a zaměřily se na produktivitu, účinnost a spolupráci s dalšími partnery.

Mezi příklady maloobchodů lze zařadit např. specializované prodejny, které nabízejí prodej určitých výrobních skupin nebo také nákupní centra poskytující rozsáhlou nabídku výrobků a služeb.

### **Distributoři / Poskytovatelé logistických služeb**

Distributoři a jiní poskytovatelé logistických služeb se od velkoobchodů a maloobchodů liší. Tyto subjekty se označují jako třetí strany a v praxi výrobky nenakupují ani neprodávají, pouze poskytují služby spojené s přepravou, balením a skladováním výrobků (Kulkarni a More, 2022). Tyto subjekty jsou označovány jako 1PL, 2PL, 3PL, 4PL a 5PL.

Poskytovatelé logistických služeb označovaní jako 1PL poskytují přepravu výrobků z jednoho místa na druhé většinou lokálně (Kulkarni a More, 2022). V této kategorii se může jednat i o logistické oddělení výrobní firmy za předpokladu, že má dopravní prostředky a sklady. Může se jednat např. o obchodníka se dřevem, který pomocí vlastních vozidel dodává dřevo zákazníkům. V případě 2PL se jedná o poskytovatele logistických služeb druhé strany, který často operuje ve větší zeměpisné oblasti, než je tomu u 1PL. Takový subjekt vlastní sklady, kontejnerové lodě, letadla nebo jiné dopravní prostředky a využívá je výhradně k přepravě výrobků jiných společností.

3PL společnost může pomáhat jiným společnostem ve více fázích dodavatelského řetězce. Nabízí komplexní logistická řešení, která zahrnují celou řadu služeb jako jsou skladování, přeprava, celní řízení, cross-docking, správa vrátek, export balení apod (Perrin, 2020). Fungují v podstatě jako logistická oddělení společností, které jí šetří čas, problémy a náklady spojené s řízením celého procesu. Využití 3PL společností má pro výrobní společnosti nespočet výhod. Jejich využitím lze šetřit náklady spojené se skladováním a provozem vozového parku. 3PL společnosti totiž využívají dlouhodobých vztahů s dopravci, a tak jsou si schopny zajistit nižší ceny, které pak přenášejí na své zákazníky. Dobré vztahy také mohou zajistit prostor při dopravních špičkách.

4PL je pokročilejší forma řízení dodavatelských řetězců, která se spíše zaměřuje na jejich optimalizaci než na dodávky samotné. Obvykle tyto společnosti nevlastní žádné vybavení ani skladovací prostory. Náplň jejich práce je zaměřena na strategii a konzultace, nabízejí rady a řešení, jak lze zlepšit dodavatelský řetězec a

dosahovat lepších výsledků (Perrin, 2020). 4PL tedy většinou koordinuje činnosti 3PL společností a benefitují z něj hlavně velké společnosti s komplexním dodavatelským řetězcem.

5PL společnosti se zaměřují na poskytování služeb podnikům v oblasti e-commerce zvládat rostoucí tlak na dodavatelské řetězce (Thompsonová, 2022). Aby podniky v oblasti e-commerce dokázaly držet krok s konkurencí, je velice klíčové řízení zásob, plnění objednávek a také přesné doručování. 5PL společnosti zajišťují všechny služby a vyjednávají nejlepší smlouvy, jaké jejich zákazníci potřebují. Využívají také technologie pro řízení sítí včetně systémů pro řízení skladů robotiky a umělé inteligence. Všechny tyto technologie napomáhají k efektivnímu a optimálnímu řízení dodavatelských řetězců. To pomáhá jejich klientům soustředit více času na hlavní podnikání.

### **1.3 Typy distribučních cest**

Volba vhodné distribuční cesty patří mezi strategická rozhodnutí, a často se jedná o zásadní faktor úspěchu celého dodavatelského řetězce. Na výběr vhodné distribuční cesty působí hned řada faktorů. Gros a kol. (2016) mezi faktory efektivního řízení materiálových toků řadí:

- požadavky zákazníků na úroveň služeb,
- charakter poptávky,
- sílu konkurence,
- vlastnosti distribuovaného zboží,
- geografický rozsah distribučního prostoru.

Straka (2019) uvádí, že nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím volbu prvků a distribuční cesty je charakter distribuovaného výrobku. Dále uvádí že je nutné při takovém rozhodování vzít v úvahu především cenu výrobků, potřebné množství pro přepravu a čas potřebný k přepravě výrobků k finálním zákazníkům. Uvedené faktory totiž mohou značně ovlivnit finální strukturu a typ distribuční cesty tak, aby byl vhodný pro konkrétní výrobek. Mezi další faktory, které mohou do značné míry ovlivňovat výběr distribuční cesty lze doplnit např. legislativu nebo klimatické podmínky v zemích působnosti.

Rushton, Croucher a Baker (2022) rozdělují distribuční cesty na dvě základní skupiny, a to na přímou distribuci a na distribuci výrobce-maloobchod. V případě přímé distribuce se jedná o dodávky od výrobce přímo ke konečnému zákazníkovi na předem určené místo. Naopak v distribuci výrobce-maloobchod se vyskytují další subjekty, pomocí kterých je finální výrobek dopravován do maloobchodu. V tomto případě se tedy jedná o nepřímou distribuci.

Do přímé distribuce řadí Rushton, Croucher a Baker (2022) tyto řešení:

- Od výrobce přímo do maloobchodu – Výrobce dodává zboží z místa výroby přímo do maloobchodní sítě pomocí vlastních nákladních vozidel. Toto řešení je často využíváno pouze při dodávkách pomocí nákladních automobilů a je v dnešním pojetí distribuce méně využívané, než tomu bylo v minulosti.
- Zásilky – Stále oblíbenější se stalo nakupování prostřednictvím zásilek. Zboží, které je objednané z katalogu se doručuje přímo domů k zákazníkovi pomocí pošty nebo jiné balíkové služby. Fyzický distribuční kanál tedy vede od výrobce k dopravní službě a následně ke spotřebiteli domů, přičemž se obchází maloobchodní prodejna.
- Od výrobce přímo do domu – Tento typ přímé distribuce je poměrně vzácný. Může se používat u jednorázové výroby, kde je specifický a unikátní výrobek vyroben na zakázku. Tento výrobek pak nemusí být skladován a je přímo dopraven na předem domluvené místo k zákazníkovi.
- Internetové nakupování z domova – Nakupování z domova přes internet je dnes velmi běžným způsobem nákupu. Před časem se většina online nákupů podobala těm, které se používají při zásilkovém prodeji uvedeném výše. V posledních letech byly zavedeny nové specializované distribuční operace hlavně s nástupem prodeje potravin na internetu. V odvětví potravin jsou výrobky dopravovány přímo k zákazníkům většinou pomocí osobních automobilů nebo jízdních kol. Do této kategorie spadá i prodej z počítače do počítače nebo jiného zařízení, neboť produkty jako hudba, filmy, e-knihy, software nebo videohry jsou dnes distribuovány jejich zákazníkům převážně v digitální formě.

- B2B dodávky – Mezi důležité distribuční cesty lze také řadit dopravu mezi dvěma výrobními podniky, protože zajišťuje průmyslových výrobků určených pro další výrobu. Může se jednat o suroviny nebo komponenty k dalším výrobkům, které dodává třetí strana nebo sám výrobce.

V nepřímé distribuci jsou obsaženy další subjekty, které se zapojují do fyzické distribuce výrobků k zákazníkům. Rushton, Croucher a Baker (2022) tuto distribuci označují jako výrobce-maloobchod a řadí do ní tyto příklady:

- Od výrobce do maloobchodní prodejny prostřednictvím distributora – Jedná se o klasický fyzický distribuční kanál, kde výrobce dodává finální výrobky do distribučního centra. To pak výrobky rozděljuje do jednotlivých objednávek a odesílá do maloobchodních prodejen.
- Od výrobce do maloobchodní prodejny prostřednictvím distribučního centra maloobchodu – Tento typ distribuční cesty je podobný jako ten předcházející. Distribuční centrum je ale vlastněno přímo maloobchodem a z něj pak svými vlastními dodávkovými vozidly realizuje dodávky do svých prodejen.
- Od výrobce do maloobchodní prodejny prostřednictvím velkoobchodu – Tento typ je považován za klasickou distribuční cestu. Velkoobchod na základě zajištění cenové výhody následně provádí distribuci do maloobchodů.
- Od výrobce do maloobchodní prodejny prostřednictvím velkoobchodu typu cash and carry – Velkoobchody typu cash and carry většinou dodávají výrobky pouze několika menším maloobchodům. Nárůst počtu tohoto typu velkoobchodů vznikl proto, že mnoho výrobců nedodává zboží přímo maloobchodům z důvodu malého množství objednávek.
- Od výrobce do maloobchodní prodejny při využití distribučních služeb třetích stran – Outsourcing distribučních služeb na třetí strany je dnes již běžnou praxí. Náklady na distribuci a stále se měnící prostředí dodavatelských řetězců urychlilo rozvoj poskytovatelů logistických služeb např. 3PL, které zajišťují distribuci výrobků k zákazníkům.
- Od výrobce do maloobchodní prodejny pomocí přepravníků malých zásilek nebo pošty – Tento typ je velmi podobný tomu předchozímu. V posledních



letech došlo k velkému nárůstu počtu společností, které se specializují na přepravu malých zásilek do druhého dne.

- Od výrobce do maloobchodní prodejny pomocí zprostředkovatele/brokera – Jedná se o poměrně vzácný typ distribuční cesty. Zprostředkovatel působí jako prostředník mezi výrobcem a maloobchodem podobně jako velkoobchod. Jeho úloha je ale od velkoobchodu odlišná v tom, že se zabývá spíše marketingem výrobků než jejich fyzickou distribucí. Zprostředkovatel pak právě k fyzické distribuci využívá distributory třetích stran nebo výjimečně i vlastní zdroje.

Uvedené příklady přímé a nepřímé distribuce se od sebe značně liší svým charakterem a použitím. Dle Rosse (2022) je výběr mezi těmito dvěma typy distribucí klíčovým prvkem k dosažení spokojenosti nejen konečných zákazníků ale také společností samotných. V tabulce 1 jsou uvedeny hlavní rozdíly mezi přímou a nepřímou distribucí.

**Tab. 1 Rozdíly mezi přímou a nepřímou distribucí**

Oblasti	Přímá distribuce	Nepřímá distribuce
Kontrola	Společnost má kontrolu nad veškerou distribucí	Kontrolu nad distribucí přebírají jiné články v systému
Náklady	Vyšší počáteční náklady, které mohou být snižovány v případě zefektivnění	Nižší náklady z důvodu jejich sdílení s ostatními články
Odpovědnost	Vysoká odpovědnost za celou distribuci	Hlavní odpovědnost nesou jiné subjekty v distribučním systému
Zásoby	Výrobce musí držet vysoký stav zásob	Nízký stav zásob u výrobce
Vztahy se spotřebiteli	Společnost má přímý kontakt se spotřebiteli, což může podpořit věrnost značce	Společnost nemá přímou vazbu na spotřebitele

Zdroj: Upraveno dle (Ross, 2022)

Distribuční cesty lze dále dělit např. na extenzivní, výběrovou a exklusivní podle rozsahu distribučního systému nebo dle stupňů nacházejících se v distribučním systému na jednostupňovou, dvoustupňovou, třístupňovou a vícestupňovou (Gros a kol., 2016).

#### **1.4 Trendy a výzvy logistiky distribuce**

Pro mnoho společností je samotná distribuce jejich výrobků konečným zákazníkům výzvou a klíčovým prvkem jejich úspěchu. V posledních letech se celé dodavatelské řetězce začaly rapidně transformovat z důvodu zákaznických požadavků a také celosvětového dění. Společnosti začaly vnímat nové výzvy v oblasti distribuce jejich výrobků a začaly transformovat distribuci a celé dodavatelské řetězce tak, aby měly náskok před konkurencí a zároveň byly agilní v reakci na dění ve světě.

Jedním z trendů poslední doby pro překonávání vzniklých výzev se stala horizontální spolupráce. Jedná se o koncept, kdy dvě nebo více konkurenčních společností ze stejného odvětví sdílí dopravu nebo části distribučního systému (Serrano-Hernandez a kol., 2017). Díky sdílené přepravě dochází hned k několika přínosům. Společně lze totiž šetřit logistické náklady a zvyšovat efektivitu z důvodu plného vytížení přepravy nebo kooperace při zpětných dodávkách např. prázdných obalů. Dochází také k přínosům pro životní prostředí, jelikož lze uspořit palivo, energii a produkovat méně emisí.

Za další výzvu v oblasti distribuce zboží lze považovat poprodejní logistiku nebo logistiku servisních dílů. Ke konečnému zákazníkovi je totiž potřeba dostávat nejen výrobky samotné ale i náhradní díly (Mehta a Balakumar, 2021). V posledních letech proto společnosti začaly klást důraz právě na distribuci náhradních dílů a jiných poprodejních služeb. Ty jsou distribuovány třetími stranami nebo právě výrobci přímou distribucí. Přímá distribuce totiž zajišťuje v oblasti poprodeje významný kontakt se spotřebitelem a výrobci právě touto cestou mohou získávat cenné zkušenosti s produktem přímo od koncových zákazníků.

Lachvajderová a kol. (2022) uvádí že dalším trendem v distribuci je omnichannel strategie. Jedná se o strategii, kdy má zákazník na výběr jeden výrobek hned na několika kanálech: maloobchodní prodejna, mobilní telefon, počítač nebo internet. V praxi to znamená, že zákazník má přístup k pokročilým funkcím, které umožňují zkontrolovat dostupnost zboží v příslušné maloobchodní prodejně nebo

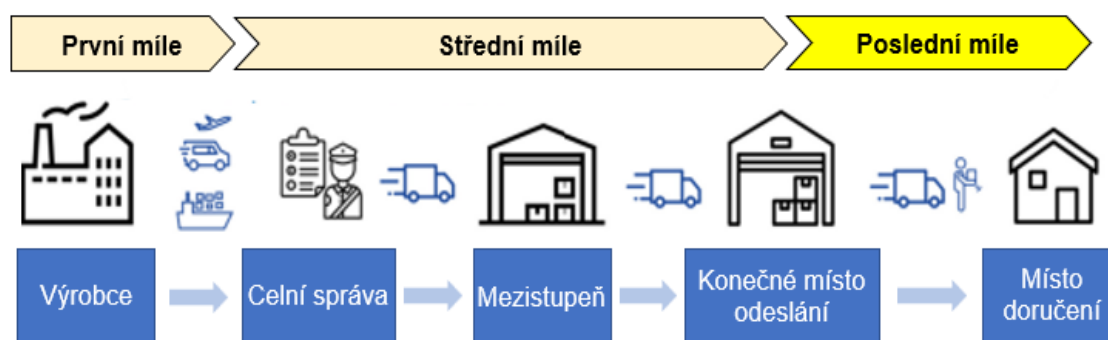
distribučním centru v reálném čase. Zboží může zákazník nakoupit online, a následně si zboží vyzvednout v kamenné prodejně nebo naopak nakupovat přímo v prodejně a zboží si nechat dovést kurýrem na předem určené místo. Prodejci se tak snaží zajistit co nejlepší a nejpohodlnější zákaznickou zkušenost, včetně personalizace spotřebitelských preferencí týkajících se výběru, platby nebo dodání zboží. Kombinace různorodých online a offline prodejních procesů, tj. omnichannel strategie, se již stává nezbytným standardem. Strategii omnichannel prodeje je třeba adekvátně přizpůsobit i logistické postupy, řízení dodavatelského řetězce a celkový proces vyřizování objednávek zákazníků. Propojení fyzického a digitálního prostředí v omnichannel logistice poskytuje podstatnou část odpovědi na otázku, jak zajistit dostatečně flexibilní, udržitelnou a operativní logistiku s požadovanou výkonností.

## 2 Logistika poslední míle a Logistika 4.0

Logistika poslední míle je v poslední době velice skloňované téma v distribučních řetězcích. Jedná se o klíčový prvek v uspokojování potřeb zákazníků a dnes je již mnoha společnostmi vnímán spíše jako služba konečným zákazníkům než jen poslední článek v celém distribučním řetězci. V této kapitole bude představen právě pojem logistiky poslední míle, budou popsány faktory, které ovlivňují její proměnu v posledních letech a také bude nastíněn budoucí vývoj a směřování logistiky poslední míle.

### 2.1 Logistika poslední míle

Poslední míle neboli last mile je označován jako poslední úsek dodávky v celém dodavatelském řetězci (viz Obr. 4). Ačkoliv je přesná definice logistiky poslední míle v mnoha případech různá, hlavní charakteristikou je, že se jedná o poslední fázi celého dodavatelského řetězce, kdy je výrobek přepravován do místa určení preferovaného příjemcem (Olsson, Hellström a Pålsson, 2019). Zároveň je logistika poslední míle označována za nejnákladnější, nejméně efektivní a nejvíce znečišťující ovzduší z celého dodavatelského řetězce.



Zdroj: Upraveno dle (Ha, Akbari a Au, 2022)

**Obr. 4 Zjednodušený model distribuce**

Neustálý nárůst objemu zásilek vytváří obrovský tlak na poskytovatele logistických služeb a maloobchodníky. Zatímco procesy v oblasti skladování nebo manipulace s výrobky byly v posledních letech z hlediska nákladů a časové vytiženosti zefektivňovány, poslední míle v nedávných letech začala být obrovským problémem pro malé i velké poskytovatele logistických služeb. Dle odhadů totiž last mile sektor představuje téměř 50 % všech celkových nákladů na přepravu a očekává se, že

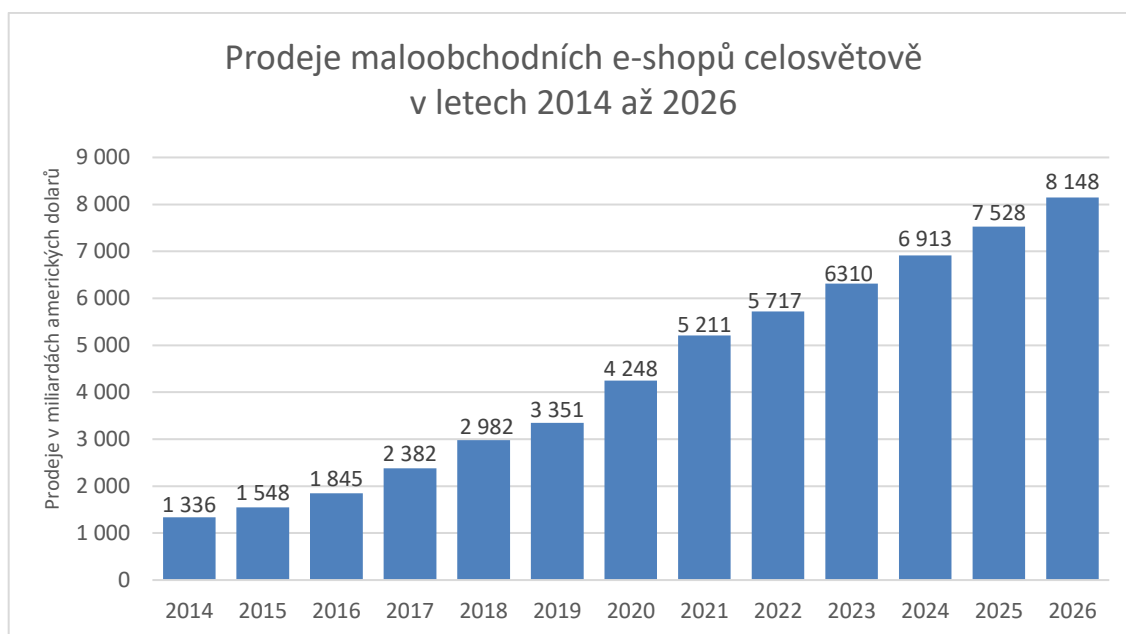
v příštích letech poroste celosvětově poptávka v tomto odvětví o 78 % až do roku 2030 (Risberg, Jafari a Sandberg, 2023). To naznačuje veškerým článkům v dodavatelském řetězci, že se jedná o podstatnou část, která i v následujících letech poroste na svém významu a budou v tomto odvětví probíhat konkurenční boje o koncové zákazníky.

Na logistiku poslední míle lze samozřejmě pohlížet hned několika způsoby. Tím základní je rozdělení, zda se jedná o dodávky B2B nebo B2C. Každý z těchto typů dodávek má totiž specifické charakteristiky a je na něj v dodavatelských řetězcích nahlíženo odlišným způsobem (Graf a Wurst, 2022). V případě B2B dodávek jsou totiž za poslední míli považovány např. dodávky ze skladu výrobce nebo velkoobchodu do maloobchodních nebo jiných prodejen. Za více obvyklý typ poslední míle lze považovat B2C dodávky. Jedná se např. o dodávky z maloobchodních prodejen nebo skladů výrobců přímo ke finálním spotřebitelům do jejich domova nebo na jiné předem určené místo.

Poslední míle představuje ve spojitosti s nárůstem počtu obyvatel, rozvojem elektronického obchodování a měnícího se chování spotřebitelů velký problém pro většinu dnešních společností. Existují faktory, které jsou zodpovědné za existenci poslední míle a tlak, který vyvíjí na poskytovatele logistických služeb a na maloobchodníky. Graf a Wurst (2022) mezi tyto faktory řadí:

- Nárůst objemu balíků – Jak uvádí index přepravy balíků společnosti Pitney Bowes (2024), na němž jsou sledovány dodávky balíků ze 13 zemí světa včetně Číny, USA, Japonska nebo Německa, objem přepravovaných balíků se zdvojnásobil za pouhé čtyři roky. V roce 2014 dosáhl objem přepravovaných balíků čísla 43 miliard, v roce 2018 už tomu bylo přes 87 miliard balíků. Tato společnost dále předpokládá, že objem balíků do roku 2025 vzroste na 200 miliard. Tento nárůst je zapříčiněn prodejem prostřednictvím internetových obchodů, zejména gigantů v internetovém obchodu jako jsou Amazon nebo Alibaba. Tyto společnosti nabízejí velmi širokou škálu produktů pro doručení až do domu. Na obrázku číslo 5 je uveden dosavadní a odhadovaný stav celosvětových internetových prodejů (e-commerce).

- Přejít na ekonomiku On-Demand (na vyžádání) – S rostoucím rozmachem ekonomiky na vyžádání není tento pojem nový ani v logistice poslední míle. Pro poslední míli to znamená, že zákazník chce rozhodovat nejen o místě doručení zásilky, ale také o časovém rámci, v němž by měla zásilka dorazit. V nejlepším případě je tento časový rámec co nejkratší, a zákazník je často informován o stavu své zásilky průběžně. Pro maloobchodníky je to příležitost, jak získat zákazníky tím, že nabídnou stále více populární službu doručení ve stejný den nebo na vyžádání. Naopak pro poskytovatele logistických služeb je rozšiřování těchto činností na vyžádání často složitým a nákladným úkolem. Zvýšení nákladů pak často musí dotovat sám maloobchodník nebo jsou přeneseny na spotřebitele ve formě poplatků nebo zvýšení ceny produktu.



Zdroj: Upraveno dle (Statista, 2024)

**Obr. 5 Prodeje maloobchodních e-shopů celosvětově v letech 2014 až 2026**

### 2.1.1 Faktory ovlivňující proměnu logistiky poslední míle

Jak již bylo zmíněno, logistika poslední míle prochází v posledních letech velkou proměnou. Dříve byla tato část pokládána pouze za poslední článek v celém dodavatelském řetězci. V dnešním pojetí na ni všechny dodavatelské řetězce pohlížejí odlišným způsobem a pokládají ji mimo jiné za klíčovou cestu k dosažení svých úspěchů.

Průzkum 765 maloobchodníků, výrobců a dalších subjektů v dodavatelských řetězcích USA ukázal, že mezi největší výzvy v oblasti poslední míle v posledních letech patří zejména (Statista, 2022):

- flexibilita a agilita při přizpůsobování se požadavkům zákazníků,
- celkové náklady na logistiku poslední míle,
- výběr partnera pro dodávky,
- efektivita dodávek,
- zpožděné dodávky,
- zákaznické požadavky.

Z výsledků průzkumu vyplynulo, že největší proměnu v oblasti poslední míle způsobil fakt, že je nutné se přizpůsobovat se požadavkům zákazníků. Rostoucí nároky na úroveň služeb ze strany koncových zákazníků jako je např. doručení ve stejný den jsou pro maloobchodníky příležitostí, jak předběhnout své konkurenty (Graf a Wurst, 2022). Nicméně tradiční dodavatelské řetězce nejsou stavěny pro doručování na základě rychlosti nebo podrobného plánování posledního kroku doručení. Proto je nutné ze strany maloobchodů a poskytovatelů logistických služeb zavádět taková řešení, která jsou schopna právě na různorodé požadavky zákazníků reagovat. Jedním z nich je např. zavedení decentralizovaných skladů, kde maloobchodníci umožňují dodávky k zákazníkům v časovém horizontu do 12–16 hodin.

Další výzvou, která je do jisté míry spojena s vyvíjejícím se prostředím poslední míle je neustále se zvyšující celkové náklady v této oblasti. Již dnes jsou náklady na poslední míli vysoké z důvodu dekonsolidace a individuálního doručování zásilek konečným zákazníkům. Doručování jednotlivých zásilek individuálně totiž není z hlediska nákladů efektivní hlavně ze dvou důvodů (Graf a Wurst, 2022). Prvním z nich je fakt, že se ve většině případů jedná o jednorázové dodávky, druhou z nich jsou stále měnící se trasy, jelikož jsou zásilky rozváženy pokaždé jinam. Náklady jsou také zvyšovány pomocí různých služeb zákazníkům jako je např. opětovné doručení, pokud se nepodařilo zásilku doručit předchozí den. Koncoví zákazníci ale nejsou ochotni platit vyšší cenu, která by takto vzniklé náklady dotovala, a to vytváří ještě větší tlak na poskytovatele logistických služeb. Marže v oblasti poslední míle

tak nedosahují očekávání, a tak malí poskytovatelé logistických služeb nemohou konkurovat těm velkým, zatímco ti jsou ochotní dotovat vzniklé náklady, aby si stávající zákazníky udrželi.

Za vývojem a proměnou poslední míle stojí bezesporu i nárůst zákaznických požadavků na služby spojené s logistikou poslední míle. Zákazníci dnes očekávají že budou informováni a do jisté míry zapojeni do procesu dodávky jejich výrobků. Očekávání zákazníků kladou na celé řetězce obrovský tlak a mezi nejrychleji objevující se očekávání od konečných zákazníků patří rychlé a bezproblémové dodávky, customizace a také široký sortiment výrobků (SAP, 2023). Zákazníci si v posledních letech zvykli na dodávky na předem smlouvené místo do dvou dní od provedení objednávky a mnoho z nich je dokonce ochotno za tuto službu připlatit. Zákazníci od nakupování vyžadují perfektní zážitek a chtějí si přesně přizpůsobovat možnosti dodání, v průběhu doby dodávky přesně zjišťovat kde se jejich zásilka na trase nachází a v reálném času komunikovat s řidičem.

Jedním z dalších faktorů ovlivňujících proměnu logistiky poslední míle je bezesporu udržitelnost. S výrazným nárůstem poptávky po dodávkách se zvyšuje znečištění ovzduší, hluk a také dopravní zácpy a nehody. Zatímco zákazníci si všechny tyto dopady uvědomují, nejsou ale ochotni nést zodpovědnost sami a požadují, aby se na udržitelnosti podílely také články v dodavatelském řetězci (Ha, Akbari a Au, 2022). Mnoho zákazníků dnes zajímá, jestli značka vyvíjí iniciativu směrem k udržitelnosti. Dodavatelské řetězce se tedy dnes nemohou soustředit pouze na svoji ekonomickou výkonnost.

Provedený výzkum Ignata a Chankova (2020) uvádí, že jsou koncoví zákazníci ochotni déle čekat, zaplatit více nebo vybrat pro ně méně výhodné místo doručení výměnou za ekologicky nebo sociálně udržitelné doručení. Tento průzkum také ukázal že jakmile jsou koncoví zákazníci seznámeni s výhodami udržitelných dodávek, jsou tito zákazníci ochotni přinést ekonomické oběti výměnou za ochranu životního prostředí a společnosti.

Kombinace všech těchto výzev definuje proměnu doručování poslední míle. Vznikají vyšší náklady na tento článek řetězce z důvodu stále vzrůstajících očekávání ze stran zákazníků. To tvoří tlak zejména na poskytovatele logistických služeb, kteří často nesou náklady s tím spojené. Právě na poskytovatelích



logistických služeb je díky tomuto tlaku, vyvinout nákladově a časově efektivnější procesy tak, aby bylo možné poskytovat maximální komfort zákazníků, a přitom byla poslední míle výnosnější.

### **2.1.2 Výzvy a budoucí vývoj logistiky poslední míle**

Výše zmíněné faktory ovlivňující logistiku poslední míle naznačily, jakým směrem by se v budoucnu mělo toto odvětví ubírat. Hlavními tématy jsou zákaznická očekávání a reakce ze strany dodavatelských řetězců na tyto požadavky, snižování nákladů na poslední míli a také udržitelnost v celém procesu doručování k finálním zákazníkům.

Právě udržitelnost a zákaznické požadavky dávají prostor dodavatelským řetězcům pro experimenty s ekologicky šetrnějšími a zároveň zákaznický atraktivními způsoby doručování např. pomocí elektromobilů, robotů nebo dronů (Ha, Akbari a Au, 2022). Na druhou stranu většina těchto iniciativ razantně zvyšuje provozní náklady a vyžaduje vysoké finanční investice. V těchto případech by tato řešení mohla být podporována pomocí finančních a nefinančních pobídek ze stran vládních institucí.

Kromě jiného, velké množství těchto řešení zatím není možné z důvodu legislativy v jednotlivých státech realizovat. Hoffman a Prause (2018) uvádí, že např. Estonsko nedávno přizpůsobilo své dopravní zákony pro sdílení veřejného prostoru mezi lidmi a roboty. Naopak jiné země např. Spojené státy stále váhají s touto iniciativou přijít.

V neposlední řadě je v tomto odvětví prostor pro snižování nákladů. Společnost Amazon zavedla nástroj Day Delivery Option, který umožní zákazníkům vybrat si přesně den a časové okno ve kterém jim jejich zásilka bude doručena (Graf a Wurst, 2022). Tím sníží počet neúspěšných pokusů o doručení a tím i náklady na dopravu a dopad na životní prostředí na jednotlivý balík.

V logistice poslední míle je tedy dle výše zmíněných informací prostor pro realizaci široké škály zákaznických služeb ve spojení s udržitelností a zefektivněním z pohledu nákladů a již dnes vznikají nová řešení ze strany velkých společností i malých startupů.

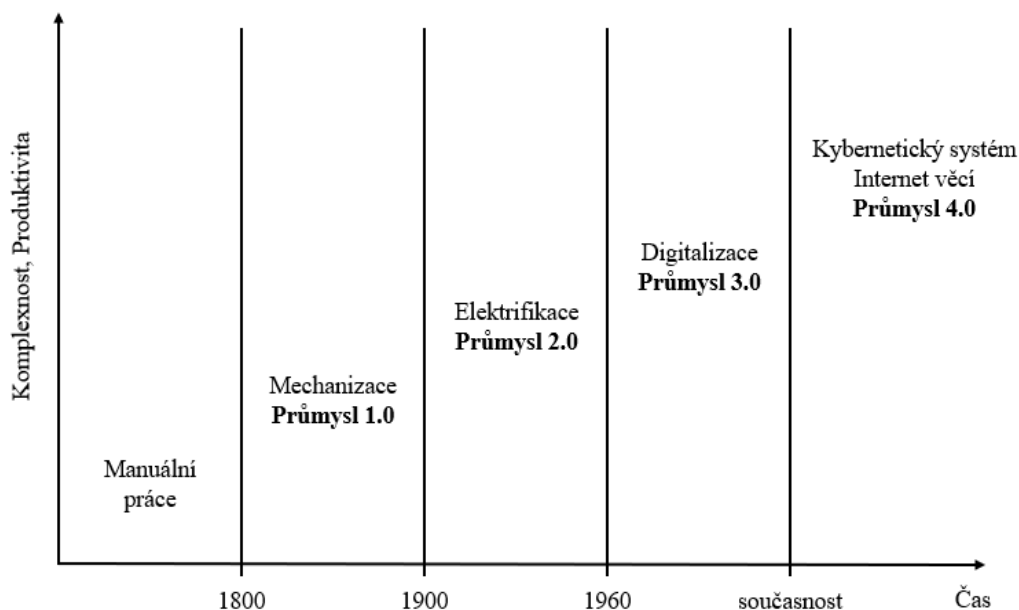
## 2.2 Logistika 4.0

Logistika 4.0 je v současnosti pro většinu dodavatelských řetězců velkou výzvou, protože si uvědomují, že právě tato oblast je pro vytvoření konkurenční výhody, uspokojování zákazníků a zefektivňování procesů klíčová. Právě díky nové éře logistiky spojené s digitalizací a automatizací logistických procesů jsou podniky schopny zefektivňovat svoje klíčové procesy, zkvalitňovat a rozšiřovat svoje služby nebo optimalizovat své náklady.

Předchozí tři průmyslové revoluce, které předcházely té čtvrté, se odehrály v průběhu přibližně dvou set let. Počínaje parním strojem poháněným mechanickými stavy na konci 17. století, se výroba látek přesunula z domácností do továren, což prudce zvýšilo nejen objem produkce ale také efektivitu výroby. O zhruba sto let později začala druhá průmyslová revoluce použitím pásových dopravníků a v následujících letech došlo k vrcholu této éry, kterou zapříčinila výroba modelu Ford T ve Spojených státech. Právě zavedení dopravníkových pasů a nepřetržitých výrobních linek vedlo k prudkému zvýšení produktivity a efektivity. Začátek třetí průmyslové revoluce je spojován s rokem 1969 kdy byl společností Modicon představen první programovatelný automat. Právě tento krok, znamenal možnost programování systémů, ze kterého dnes vychází vysoce efektivní a flexibilní moderní automatizační systémy (Koçhan, Ali a Paksoy, 2020).

Poprvé se pojem Industry 4.0 neboli Průmysl 4.0 objevil v roce 2011 v článku, který zveřejnila německá vláda, aby zdůraznila strategii v oblasti technologií pro rok 2020. Následně se pojem Průmysl 4.0 začal hojně využívat v německém průmyslu a po roce 2013 se stal oficiální národní strategií pro průmysl Německa (Zhou a kol., 2015).

Čtvrtá průmyslová revoluce navazuje na předchozí tři revoluce. Její vznik se datuje od vzniku novodobého internetu na počátku nového tisíciletí. Čtvrtá průmyslová revoluce se však od těch předchozích liší. Zatímco první tři revoluce byly vždy spojeny se vznikem nového typu energie, čtvrtá průmyslová revoluce spíše než zrod nového typu energie, iniciuje nový technologický fenomén, kterým je digitalizace (Koçhan, Ali a Paksoy, 2020).



Zdroj: Upraveno dle (Koçhan, Ali a Paksoy, 2020)

**Obr. 6 Přehled čtyř průmyslových revolucí**

V posledních letech přitahuje tento pojem pozornost nejen výrobních společností ale také poskytovatelů služeb. Průmysl 4.0 zahrnuje především integraci výrobních zařízení, systémů služeb a dodavatelských řetězců, které umožňují tvorbu sítí s přidanou hodnotou. Pro úspěšnou adaptaci je nezbytné využití nově vznikajících technologií jako jsou analýzy dat, autonomní nebo adaptivní roboti, kybernetická infrastruktura, simulace, cloudové systémy nebo rozšířená a virtuální realita. Nejdůležitějším prvkem je ale dle Ustundaga a Cevikcana (2018) široké využití alternativních spojení a průmyslového internetu, která umožňují propojení jednotlivých zařízení. V důsledku vývoje průmyslového internetu a internetu věcí, dochází k propojení distribuovaných systémů jako jsou nejrůznější sítě senzorů, cloudových systémů, autonomních robotů nebo aditivní výroby. Adaptivní roboti a kybernetické fyzické systémy poskytují integrované, počítačové prostředí, jež by mělo být podpořeno simulací, trojrozměrnou (3D) vizualizací a tiskem. Kompletní systém musí především zahrnovat analýzu dat a různé koordinační nástroje pro provádění rozhodování v reálném čase a autonomní provádění výrobních a také servisních procesů.

Značný rozvoj a vznik nových technologií má v současnosti obrovský vliv na rozvoj průmyslu a také služeb. S vývojem nových technologií se výrobní podniky,

poskytovatelé služeb ale i celé dodavatelské řetězce musí potýkat se stále většími a výzvami, které musí překonávat. S těmito technologiemi je možné být nejen adaptivní na v současné době dynamický trh ale také na individuální požadavky zákazníků. S nástupem Průmyslu 4.0 a s ním spojených technologií se výrobní podniky ale také poskytovatelé služeb staly nejen efektivnější a chytřejší, ale také bezpečnější a v neposlední řadě také udržitelnější s ohledem na životní prostředí (Grzybowska, Avasthi a Sawhney, 2020).

Právě výše zmíněné výhody jsou klíčovými prvky v budování konkurenční výhody. Dle Grzybowské, Avasthiho a Sawhneyho koncepce průmyslu 4.0 podporuje rozvoj v těchto čtyřech oblastech:

1. technická infrastruktura,
2. automatizace a komunikace výrobních zařízení,
3. odborná způsobilost zaměstnanců,
4. kooperace s ostatními společnostmi a komunikace se zákazníky.

### **2.2.1 Dopady Průmyslu 4.0 na oblast logistiky**

Průmysl 4.0 zasahuje do většiny oblastí týkajících se dodavatelských řetězců a oblast logistiky není výjimkou. Logistika se stala základním stavebním kamenem hodnotových řetězců pro výrobce, dodavatele a maloobchodníky. V dynamicky měnícím se prostředí je stále složitější plnit požadavky na čas, kvalitu a místo dodávek (Wang, 2016). Právě dnešní chování spotřebitelů vede k největším logistickým výzvám a požadované aspekty jakým jsou flexibilita, přizpůsobivost, proaktivita a sebeorganizace nabývají na stále většímu významu a lze jich dosáhnout prostřednictvím integrace nových inteligentních technologií.

Hlavním příslibem využití nových technologií v oblasti logistiky je rozsáhlé propojení strojů, skladů a logistických systémů. Tyto prvky jsou pak schopny si vyměňovat informace, fungovat autonomně a vzájemně se kontrolovat. To vše utváří logistiku dnes označovanou jako chytrá logistika nebo také logistika 4.0 (Feng a Ye, 2021).

Feng a Ye (2021) uvádí, že současně využívané technologie, jako internet věcí (IoT), Big data analýza nebo umělá inteligence v logistice 4.0 se od technologií používaných v tradiční logistice liší čtyřmi hlavními charakteristikami:

- **Intelligence** – Inteligentní technologie jako jsou umělá inteligence (AI), automatizační technologie a také informační a komunikační technologie (ICT) pomáhají zlepšovat úroveň automatizace a inteligentní rozhodování napříč logistikou.
- **Flexibilita** – K flexibilitě přispívá přesnější předvídání poptávky, optimalizace zásob a efektivnější přeprava pomocí používaných technologií. Schopnost řešit neočekávané problémy je klíčovou schopností přispívající ke spokojenosti koncových zákazníků.
- **Integrace logistiky** – Technologie jako jsou IoT a ICT umožňují sdílení informací mezi subjekty napříč celým dodavatelským řetězcem. Související výrobní, logistické obchodní procesy je tak možné řídit a koordinovat centrálně.
- **Sebeorganizace** – Monitorování v reálném čase a inteligentní rozhodování umožňují některým částem logistického systému fungovat i bez výrazných zásahů člověka, což přináší vyšší efektivitu, flexibilitu a úsporu nákladů logistických operací.

Koçhan, Ali a Paksoy, (2020) uvádí, že některé studie zkoumající dopady průmyslu 4.0 na logistiku je rozdělují do dvou dimenzí. První z nich je dimenze fyzického dodavatelského řetězce, které zahrnují autonomní a samostatně řízené logistické systémy (např. autonomní nákladní a osobní automobily), automatizované systémy manipulace s materiálem (např. vychystávací roboty) a autonomní systémy zpracování objednávek (např. inteligentní systémy založené na technologii blockchain), které jsou propojeny a vzájemně na sebe působí. Druhou zmíněnou dimenzí je digitální dimenze hodnotového řetězce. Tento digitální rozměr zahrnuje data ze senzorů a strojů, která jsou shromažďována z prvního uvedeného fyzického směru dodavatelského řetězce a slouží jako klíčový vstup pro strategické rozhodování.

## 2.2.2 Trendy v oblasti logistiky 4.0

Podobně jako jiné oblasti, i logistika je vývojem a rozvojem technologií do značné míry ovlivněna. Technologií a inovací, které k dynamickému prostředí dnešní logistiky napomáhají je nespočet a pro dodavatelské řetězce a jednotlivé subjekty uvnitř nich je jejich efektivní implementace náročná.

Koçhan, Ali a Paksoy, (2020) seřadili důležité technologie a oblast jejich používání v logistice 4.0 podle několika kritérií:

- Identifikace – chytré karty, čárové kódy, RFID, senzorové technologie apod.
- Vzdálená komunikace – 5G sítě, LTE, GSM/GPRS, WLAN, satelitní komunikace apod.
- Lokalizace – Georeferenční body, 5G, LTE/GSM/GPRS, WLAN, satelitní technika apod.
- El. výměna dat – Technika pro elektronické zpracování dat, EDI, XML, internet, telematika apod.
- Terminály – Chytré telefony, tablety, speciální ruční zařízení, počítače apod.
- Architektura – Sítě, hardware (servery, cloud, uložení), software (operační systém, open source), databáze, virtualizace apod.
- Metody datové analýzy – Deskriptivní, výzkumné (Big data), regrese, analýza nahodilých jevů apod.
- Zpracování analýzy dat – Těžba dat, OLAP apod.

Řada z těchto technologií v sobě skrývá značný potenciál a možnost redukovat nejen náklady ale také časovou úsporu a pozitivní enviromentální dopady.

### **Automatizace a robotizace**

Automatizace a robotizace mají v budoucím vývoji logistiky své místo. Odesílatelé, dopravci a logistické společnosti začali automatizovat své procesy právě zaváděním nových technologií. Automatice je jakýkoliv proces, který se řídí sám pomocí počítačů a softwarů bez nebo jen s malým zásahem člověka. Mezi podpůrné technologie automatizace pak lze řadit právě robotické procesy nebo umělou inteligenci. Do praxe jsou pak zaváděny jako komplexní balíčky řešení, které zvyšují efektivitu a úsporu v mnoha aspektech. Případů automatizace a robotizace existuje

mnoho, například v oblasti logistických koridorů, monitorování dodavatelského řetězce nebo kontaktních míst se zákazníkem (Graf a Wurst, 2022). Dle odhadů, může implementace technologií v oblasti automatizace zkrátit dobu přepravy a celního řízení o 16 až 28 %.

Dle Sáncheze a Mouftiera (2016) umožňuje použití technologií spadající do oblasti automatizace a robotizace zlepšovat také výkonnost a bezpečnost celého řetězce. V přístavech a skladech jsou využívány technologie podporující právě automatizaci a robotizaci, kde zvyšují výkon a budoucnu je jejich použití předpokládáno i při provozu lodí a dalších druhů dopravy.

Ferreira a Reis (2023) zároveň uvádí, že rozvoj robotizace v posledních letech dopomohl v oblasti e-commerce, a to především v rozvoji autonomních vozidel. V důsledku nárůstu objemu objednávek vzrostly také požadavky koncových zákazníků na rychlost a poskytované služby v doručování. Aby tyto nároky bylo možné splňovat, byla do procesu doručování implementována elektrická distribuční a doručovací vozidla, která částečně redukovala lidskou práci a umožňují efektivnější doručování. To také potvrzuje nárůst počtu úspěšných dodávek koncovým zákazníkům o 25–35 %.

Mezi další příklady logistických řešení lze řadit roboty pro vychystávání a přepravování, technologie rozpoznávání obrazu, ramena a senzory pro identifikaci přepravovaných jednotek, která analyzují tvar, velikost, typ výrobků a jejich optimální přepravu a manipulaci. Dále také asistenční roboty, kteří pomáhají s přepravou uvnitř skladů nebo v poslední fázi dodavatelského řetězce při doručování zásilek přímo ke konečnému zákazníkovi nebo do zákaznickem zvoleného místa (Aktaş a kol., 2021).

Praktickým příkladem může být využití automatických FTS neboli AGV vláček ve výrobních závodech společnosti Škoda Auto a.s. Tyto robotické vozíky pomáhají v interní logistice se zavážením dílů uvnitř výrobní haly přímo k výrobní lince. Navigovány jsou tyto vozíky pomocí nahraného půdorysu a také skeneru rozpoznávajícího prostředí. Díky této technologii lze optimalizovat transportní procesy, zefektivňovat tok materiálu a také pomocí tohoto systému celý tok materiálu monitorovat a analyzovat případné nedostatky (Škoda Storyboard, 2022).

## IoT

Pojem internet věcí neboli Internet of Things (zkráceně IoT) není při bližším pohledu přímo technologií ale spíše konceptem (Bartodziej, 2017). IoT vznikl jako zastřešující pojem pro v poslední době rostoucí počet inteligentních objektů, které se stávají součástí každodenních činností. Jedná se o soubor technologií, systémů a také konstrukčních řešení, které jsou připojeny k internetu nebo podobné struktury jako je internet.

Dle Ustundaga a Cevikcana (2018) lze IoT dělit do tří vrstev:

- Fyzická vrstva – Do této vrstvy spadají snímače a kontrolní zařízení, která detekují změny objektů nebo prostředí, což umožňuje zachycovat relevantní data pro účely měření v reálném čase a následnou analýzu a zpracování dat.
- Vrstva konektivity – Tato vrstva je odpovědná za připojení k ostatním zařízením, serverům nebo sítím. Její funkce slouží k přenosu dat a komunikaci mezi jednotlivými zařízeními například pomocí sítí 3G/4G/5G, WiFi, RFID nebo NFC.
- Digitální vrstva – Tato vrstva je zodpovědná za analýzu a zpracování velkého množství dat, která přicházejí z internetu věcí. Využívá přitom mnoho technologií jako jsou databáze, cloud computing nebo moduly pro zpracování velkého objemu dat. Definiuje také situace a případy, ve kterých je možné internet věcí nasadit a využívat např. chytré domácnosti nebo chytrá města.

V dodavatelském řetězci lze využívat IoT v mnoha případech jako je skladování nebo přeprava. Při sledování vzájemné komunikace skladů, palet a vozidel lze analyzovat systém skladování a optimalizovat jej (Koçhan, Ali a Paksoy, 2020). Přepravu lze monitorovat okamžitě a díky tomu ji nejen zefektivňovat ale také odhalovat chyby v relativně krátkém časovém období. Díky IoT může být celý dodavatelský řetězec digitalizován což přispěje nejen k dodávkám ve správný čas a na správné místo ale také usnadnění celého logistického procesu. Díky zapojení technologií mohou být zákazníkům nabízeny rozšířené služby jako např. živé sledování zásilek nebo změny parametrů ze strany zákazníka v průběhu doručování.



## **Blockchain**

Technologie blockchain byla poprvé představena v roce 2008, jako elektronický peněžní systém pro vývoj první plně distribuované kryptoměny a to Bitcoinu. Technologie blockchain představuje v podstatě šifrovaný protokol a systém archivace, který zajišťuje že data jsou monitorována, trvale zaznamenávána a ověřována v jediné decentralizované databázi všemi uživateli, kteří k ní mají přístup (Koçhan, Ali a Paksoy, 2020).

Přestože je technologie blockchain využívána především ve finančním sektoru, její vzestup pokračuje i v dalších odvětvích jako je maloobchod, pojišťovnictví, energetika nebo právě logistika ve smyslu zrychlení transakčních časů nebo eliminaci padělání a rizika podvodů (Kim a kol., 2019). Díky této technologii je pro společnosti možné budovat produktivní vztahy mezi obchodními partnery, zprůhlednit proces obchodování pro své zákazníky a také předejít některým chybám.

Tijan a kol. (2019) uvádí, že pro jeho plné využití v dodavatelských řetězcích je nutné použít přístup založený na velkých objemech dat. Pojem "Big data" zahrnuje velký objem strukturovaných i nestruturovaných dat, který exponenciálně roste a jehož analýza umožní přesnější rozhodování. A právě tato data, jsou základem pro technologii blockchain. Ta totiž zajišťuje sledování všech typů transakcí. V případě dodavatelských řetězců je tato technologie schopna snižovat časové prodlevy, dodatečné náklady a také lidské chyby. S technologií blockchain je totiž možné sledovat pohyb konkrétního produktu a jeho předávání mezi subjekty v dodavatelském řetězci. Tím lze prakticky vytvořit historii každého produktu od jeho výroby až k předání zákazníkovi.

## **Virtuální a rozšířená realita**

Virtuální a rozšířená realita je v posledních letech využívána nejenom ve videoherním průmyslu ale také v dalších odvětvích. Zatímco rozšířená realita (AR) vkládá do reálného světa virtuální objekty, informace nebo elementy ta virtuální (VR) umožňuje jejím uživatelům vstoupit do počítačem generované situace, světa nebo kompletně smyšleného prostoru (Goel a kol., 2023).

Tyto digitální technologie v posledních několika letech mění většinu průmyslových odvětví a způsob jejich fungování. Oblast dodavatelských řetězců a logistiky obecně

není výjimkou. Koçhan, Ali a Paksoy (2020) dělí potenciál využití rozšířené a virtuální reality v oblasti logistiky do čtyř hlavních oblastí: příjem, skladování, vychystávání a expedice. V tabulce číslo 2 jsou uvedeny možnosti využití těchto technologií.

**Tab. 2 Potenciál využití virtuální a rozšířené reality v logistice**

<b>Operace</b>	<b>Potenciál využití</b>
Příjem	Označení vykládacího doku řidiči nákladního vozidla Kontrola přijatého zboží Označení místa, kam uložit přijaté položky
Skladování	Informování zaměstnance o novém úkolu Zobrazení místa uskladnění přijatých položek Zobrazení podrobností o uskladněné položce
Vychystávání	Zobrazení podrobností o vychystávané položce Zobrazení místa uložení vychystávané položky Přiřazení vychystávané položky do vozíku dle jejího charakteru
Expedice	Zobrazení typu obalového materiálu pro konkrétní položky Označení správného místa pro umístění položky Označení vhodné oblasti nakládky

Zdroj: Upraveno dle (Koçhan, Ali a Paksoy, 2020)

## **Metaverse**

Metaverse je jedním z nejnovějších trendů v oblasti virtuálního světa. Jedná se o další vývoj internetu spojením digitálního a fyzického světa a propojení technologií virtuální a rozšířené reality, blockchainu, umělé inteligence a internetu věcí. Toto prostředí umožňuje interakci mezi uživateli a s digitálními objekty (Mystakidis, 2022). Metaverse představuje sociální platformu díky níž lze v průmyslové praxi utvářet otevřené prostory ve spolupráci s rozšířenou realitou.

Metaverse je již v mnoha oblastech e-commerce a marketingu využívat ale její potenciál pro řízení dodavatelského řetězce nebyl plně prozkoumán a využit. Při správných investicích a rozvoji platformy by pomocí Metaverse bylo možné dosáhnout nové úrovně v optimalizaci dodavatelského řetězce. Mezi výhody potenciálního využití Metaverse řadí Hofmanová (2022):

- posílení přehledu o všech fázích dodavatelského řetězce,
- nové kapacity pro plánování a řešení problémů,

- propojení a možnosti spolupráce,
- nové možnosti měření a zlepšování udržitelnosti.

Metaverse by mohla pomoci zmapovat celou síť dodavatelského řetězce, což by vedlo k lepšímu přehledu o všech jeho fázích a také zjistit v reálném čase informace o dodacích lhůtách, logistických nákladech a zpožděných dodávkách (Hofmanová, 2022). Pomocí simulace v prostoru Metaverse lze zavést problémy, které mohou nastat např. povětrnostní události, nedostatek materiálu nebo problémy v dopravě a zjistit, jak dodavatelský řetězec na tyto situace reaguje a kde dochází k jeho nedostatkům. Tento virtuální svět by bylo možné využít k jakémusi testování řešení od řízení objednávek až po distribuci a tyto informace pak využívat k zefektivňování dodavatelského řetězce v reálném světě.

### **3 Analýza praktického využití inovativních technologií v logistice poslední míle**

Díky pandemii COVID-19 došlo v posledních letech k exponenciálnímu růstu v oblasti e-commerce. Tento růst proto vyvolal kritické logistické výzvy, a to zejména v poslední fázi distribuce označované jako poslední míle. Tradiční cesty doručování ke koncovým zákazníkům dosáhly v posledních letech svých limitů a již nadále nejsou považovány za nejefektivnější metody doručování. V důsledku technologického pokroku a stále zvyšujících se očekávání a požadavků zákazníků jsou pro doručování využívány inovativní alternativy (Mohammad a kol., 2023). Do nich patří například doručování pomocí dronů, inteligentní doručovací boxy, autonomní doručovací roboti nebo crowdsourcing.

Za největším rozvojem těchto technologií stojí dva megatrendy, a to automatizace a urbanizace. Některé studie podle Mohammada (2023) odhadují, že do roku 2050 bude ve velkých městech žít přibližně 70% světové populace. Zároveň Stevens (2019) uvádí, že odhadovaný počet doručovaných zásilek pouze společností Amazon byl v roce 2019 na území USA 3,5 miliardy zásilek a do roku 2022 se měl zvýšit o téměř dvojnásobek. Tyto informace poskytují přehled o tom, jakým způsobem se oblast poslední míle v posledních letech vyvíjí a jaký má v budoucnu potenciál pro další vývoj.

V této kapitole bude provedena analýza dnes využívaných inovativních technologií a přístupů v logistice poslední míle. Bude zkoumáno jejich dosavadní využití a následně vyhodnoceny silné a slabé stránky a také potenciál další implementace do procesu logistiky poslední míle.

#### **3.1 Doručování pomocí dronů**

Drony neboli bezpilotní letecké systémy (UAV) jsou letadla, která jsou schopna provozu bez pilota a cestujících na palubě (Kardasz a kol., 2016). Jejich řízení probíhá na dálku pomocí rádiových vln nebo autonomně s předem určenou trasou. Drony mají specifickou velikost, typ pohonu a jsou často vybaveny příslušenstvím sloužícím ke sledování a monitorování jejich polohy. Nejdůležitějšími vlastnostmi dronů je, že ke svému provozu nepotřebují žádnou další infrastrukturu a také jejich velmi krátká reakční doba, pokud jde o uvedení jednotky do provozu.

Přes velkou popularitu využití dronů v civilním prostředí a také armádě zaznamenaly v posledních letech tyto bezpilotní letouny růst svého využití také v oblasti e-commerce a s ní spojených logistických procesů (Petrosanu a Pirjan, 2022). Jejich využití právě v této oblasti poskytuje organizacím nejen zvýšení efektivity a produktivity, lze ale také pomocí jejich využití snížit riziko nevhodného doručení a omezit znečištění ovzduší. Nejvíce jsou drony využívány v oblasti interní logistiky a také na konci celého řetězce v poslední míli.

Právě v oblasti logistiky poslední míle již testuje jejich využití nebo přímo provozuje drony hned několik společností jako např. DHL, Amazon nebo Alibaba. Příklad dronu od společnosti Amazon, převážejícího léčiva, je uveden na Obr. 7. Právě tyto drony využívané pro doručování na poslední míli jsou obvykle omezeny na přepravu pouze jedné nepříliš těžké a svým rozměrem velké zásilky. Nejedná se tedy o přepravu velkých objemů zásilek ale spíše jednotlivých kusů. Na druhou stranu jsou drony poháněny elektrickou energií a pracují autonomně což má pozitivní vliv nejen na životní prostředí a s ní spojenou udržitelnost ale také na snižování nákladů.



Zdroj: Amazon (2023)

### **Obr. 7 Využití dronu společností Amazon**

V praxi jsou v použití dronů pro doručování na poslední míli aplikovány dva hlavní koncepty:

1. Depo → dron → domov – Při použití tohoto konceptu drony se zásilkou startují přímo z centrálního depa a po doručení zásilky zákazníkovi se vrací zpět. Tento koncept vyžaduje hustou a nákladnou síť především v městských oblastech, a to hlavně z důvodu dosahu a doby provozu dronů.

2. Depo → vozidlo → dron → domov – Při použití tohoto konceptu je z depa vypraveno vozidlo, které přiblíží skupinu dronů k oblasti doručování a následně v funguje jako mobilní startovací platforma pro drony, které poté doručují zásilku přímo zákazníkovi. Do doručení se dron znovu vrací k vozidlu, a to může pokračovat do další oblasti doručování. V době jízdy jsou drony naplněny dalšími zásilkami (Boysen, Fedtke a Schwerdfeger, 2020).

Oba tyto koncepty jsou zaměřeny na doručování bez jakéhokoliv zásahu pracovníka společnosti, která doručování poskytuje. Nicméně existují i další koncepty kde je pracovník do procesu doručování integrován. Dayarian a kol. (2020) uvádí, že v případě zastavěných oblastí, kde není možné bezpečné přistání je možné pomocí dronu zásilku přiblížit k místo kam má být zásilka doručena a následně předána pracovníkovi, který ji doručí konvenčním způsobem.

Jedním z dalších možných případů doručování zásilek je jejich přeprava pomocí dronu k výdejnímu místu. Společnost DHL představila koncept doručování dronem k samoobslužným výdejním boxům, kde jsou zásilky uloženy pro vyzvednutí zákazníkem (Kückelhaus, Niezgoda, 2024 ©). Tento koncept řeší problematické doručování zásilek zákazníkům do panelových domů nebo do oblastí kde není možné, aby dron doručil zásilku přímo zákazníkovi.

Zatím pouze patentovaným konceptem v oblasti doručování na poslední míli je létající sklad od společnosti Amazon. V rámci tohoto konceptu se pohybuje nebo je statické ve výšce vzdušné centrum se zásilkami, a právě drony jsou nasazovány pro jejich doručování (Jeong, Song a Lee, 2020). Tato centra označovaná jako letecká centra pro plnění (AFC) jsou navržena tak, aby se vznášela ve vzduchu pomocí vzducholodí. Díky tomu se mohou pohybovat nad hustě zastavěnými oblastmi a držet zásobu určitého zboží, které může být po zakoupení zákazníkem doručeno pomocí dronu do několika minut. Společnost Amazon by tak na základě historie nákupů, trendů nebo událostí (období svátků např. Den svatého Valentýna, Vánoce, Nový rok apod.) v dané oblasti mohla prediktivně tyto sklady plnit určitým typem zbožím a u něj následně garantovat doručení do několika minut.

Všechny již používané nebo pouze navrhované koncepty využití dronů mají jedno společné, a tím je zvyšování efektivity a plnění vysokých požadavků zákazníků. Využití této technologie má ale pro společnosti jako Amazon nebo DHL pozitivní

dopad nejen v výše uvedených aspektech ale také co se týká logistických nákladů, životního prostředí a celkového fungování procesu poslední míle.

### **3.2 Doručování pomocí autonomních vozidel**

V posledních několika letech společnosti v oblasti logistiky a také e-commerce ukazují velký potenciál ve využívání autonomních vozidel. Právě jejich využívání rapidně vzrostlo v roce 2020 tedy v době, kdy ve světě panovala pandemie Covid-19 a právě tyto vozidla v případě doručování zásilek značně omezila mezilidský kontakt, a tedy i zvýšila ochranu před další nákazou. Některé startupy např. Starship Technologies svým testováním a zaváděním autonomních robotů inspirovali další společnosti k jejich nasazení právě do logistiky poslední míle a dalších procesů logistiky.

Právě v oblasti logistiky poslední míle je v současné době v provozu nebo testováno hned několik konceptů autonomních vozidel, která jsou schopna doručovat jednu nebo více zásilek až ke koncovému zákazníkovi bez zásahu člověka. Dle společnosti Fact.MR (2020) má dále celosvětový trh autonomního doručování růst o 19 % ročně až do roku 2031 a to díky zapojení dalších, dnes nevyužívaných technologií do procesu doručování.

Na trhu existují dva hlavní typy těchto vozidel a to:

- S-ADR – chodníkové autonomní doručovací vozidlo,
- R-ADR – silniční autonomní doručovací vozidlo.

Zatímco S-ADR využívají výhradně chodníky a cyklistické pruhy, tak R-ADR sdílejí silnici s jinými motorovými vozidly. Zásadním aspektem chodníkových vozidel tedy S-ADR je to, že podle zákona nesplňují požadavky motorových vozidel a je jim v rámci legislativy nutné věnovat pozornost (Engesser a kol., 2023). V případě R-ADR vozidel je legislativa obdobná jako u jiných elektrických dopravních vozidel.

Již zavedeným a rok fungujícím řešením v oblasti doručování pomocí autonomních vozidel je spolupráce společností Clevo a DHL Express na Estonském trhu (Bishop, 2023). Autonomní vozidla společnosti Clevo byla ve spolupráci s DHL nasazena na 12 měsíců do ulic hlavního města Tallinn, aby zde doručovala zásilky na poslední míli (viz Obr. 8). Tyto zásilky přebírala od společnosti DHL a doručovala je ke konečným zákazníkům na posledních 3–5 km. Během těchto 12 měsíců bylo

doručeno přes 1645 zásilek při ujetí 5000 kilometrů za všech podmínek. Mezi nejdůležitější výsledky tohoto ročního provozu také patří to, že během něj došlo k nulovému počtu bezpečnostních incidentů. V současné době byla spolupráce na tomto projektu prodloužena a probíhá další testování nových konceptů a technologií.



Zdroj: Clevon (2023)

***Obr. 8 Autonomní doručovací vozidlo od společnosti Clevon***

Dalším praktickým příkladem využití autonomních chodníkových vozidel při doručování na poslední míli jsou vozidla od společnosti Ottonomy.io. Jejich vozidla jsou koncipovaná primárně pro doručování hotových jídel a nápojů z restaurací k zákazníkům. Fungují jako poskytovatel doručovacích služeb pro restaurace a jejich vozidlo je schopno doručit hned několik objednávek současně. Tato vozidla jsou vybavena specifickým navigačním systémem, který respektuje okolí a přizpůsobuje své chování na základě přeplněnosti prostředí (Ottonomy.io, 2024 ©). Navíc díky sensorům vyhodnocuje data s ohledem na bezpečnost svého pohybu v prostředí a poskytuje z nich relevantní data pro následné analýzy.

Oba výše zmíněné příklady již dnes využívaných autonomních vozidel mají podobný proces doručení zásilek. Autonomní vozidlo je naplněno zásilkami nebo objednávkami v logistickém depu nebo u restaurace a následně dopravuje zásilku nebo objednávku jídla až do vzdálenosti 10 km. Když dorazí toto doručovací vozidlo na místo určení, je zákazníkovi zaslána na jeho mobilní telefon informace o tom, že je jeho zásilka připravena k vyzvednutí. Následně zákazník u čtečky nainstalované



ve vozidle naskenuje obdržený QR kód nebo zadá na terminále ve vozidle dříve obdržené heslo a zásilka je mu vydána.

Podobným způsobem fungují i další řešení bezkontaktního doručování na trhu autonomních doručovacích vozidel. V současné době je v provozu hned celá řada řešení využívající jak malá, tak velká vozidla pro doručování na poslední míli. Se společnostmi zabývajícími se touto technologií jako např. Udelv nebo Magna většinou spolupracují velké firmy zaměřující se na e-commerce nebo na poskytování logistických služeb jako jsou Amazon, FedEx, Uber, UPS nebo DHL pro případy doručování zásilek svým koncovým zákazníkům. Nicméně tato vozidla mají potenciál k růstu svého využití i v dalších oblastech a to např. na letištích, výrobních a sportovních halách nebo v doručování hotových jídel. Poslední jmenovanou z nich potvrzuje již vzniklé partnerství mezi společnostmi Pizza Hut a Toyota, které pracují na vlastním řešení doručování pomocí autonomních vozidel (Pizza Hut, 2018).

Výše uvedeným využitím autonomních doručovacích vozidel řeší společnosti, které s nimi pracují hned několik překážek. První z nich je, že trh e-commerce stále nezadržitelně roste a objem zásilek, které je nutné zákazníkům doručovat se každým rokem zvyšuje. Dalším problémem je situace na trhu práce, kdy poskytovatelé logistických služeb mají problém s dostatečným množstvím pracovní síly, a právě automatizace a robotizace již tak nákladné poslední míle jim tento problém z části pomáhá řešit. Udržitelnost nebo elektromobilita jsou další témata, která jsou s autonomními vozidly spojena a díky nim je možné dosahovat nejen nastavených cílů ale také regulí.

Ve velkých městech jsou právě autonomní vozidla v případě doručování využívána jako alternativa ke klasickým motorovým vozidlům, jejichž průjezd je některými částmi města omezen nebo zcela zakázán. Autonomní chodníkové vozidlo je v tomto případě efektivní alternativou, jak zajistit zákazníkům v těchto oblastech maximální množství takových služeb, které jsou schopny uspokojit jejich požadavky. Ať už se jedná o doručení např. ve stejný den, v konkrétním čase, přímo ke dveřím zákazníka nebo možnost v čase sledovat pohyb své zásilky a měnit preference.

### 3.3 Využití umělé inteligence

Umělá inteligence často označovaná jako AI (Artificial intelligence) je v současné době největším megatrendem ve většině odvětví a není tomu jinak ani co se týká logistiky a řízení celých dodavatelských řetězců. Různé formy umělé inteligence včetně automatizace robotických procesů, technik počítačového vidění, rozpoznávání řeči, machine a deep learningu a zpracování jazyka otevírají nové cesty k efektivnímu a účinnému komplexnímu řízení a rozhodování. Mimo jiné může umělá inteligence napomoci k formulování efektivní distribuční strategie a cest s ohledem na omezení a požadované cíle, vytvářet záložní plány pro případ narušení dodavatelského řetězce a také navrhnout nejefektivnější dopravní trasu a vozidlo za použití analýzy velkého množství dat jako doprava, počasí, specifikací vozidla a nákladů (Richey a kol., 2023).

Využití umělé inteligence při koordinaci a doručování má na poslední míli neoddiskutovatelně pozitivní dopad. Díky výkonným výpočtům a strojovému učení může umělá inteligence následně analyzovat historické trendy a na jejich základě předpovídat určité situace. Možnosti doručení lze kombinovat s analýzami provedenými umělou inteligencí, díky níž lze určit která objednávka by měla být doručena konkrétním způsobem s ohledem na efektivnost.

Jucha (2021) uvádí, že umělá inteligence by v budoucnu mohla pomoci zejména maloobchodníkům a jejich přepravním partnerům lépe předvídat dodávky na základě historických údajů. To by mohlo v budoucnu výrazně napomoci plánovat dodávky s předstihem a díky tomu lépe překonávat výkyvy v poptávce zapříčiněné například ročním obdobím.

Möller (2023) uvádí, že praktické využití umělé inteligence v oblasti poslední míle je účinným nástrojem optimalizace v těchto čtyřech hlavních oblastech:

- Správa vozového parku – Na základě informací o vozidlech jako počet ujetých kilometrů nebo způsob jejich využívání může umělá inteligence určit moment provedení servisu tak, aby pomohla předejít zpožděním v doručování z důvodů poruch těchto vozidel.
- Plánování tras – Plánovat trasy s ohledem na aktuální dopravu nebo počasí. Díky schopnosti předpovídat pomocí strojového učení může umělá

inteligence napomoci také v optimalizaci trasy v závislosti na pravděpodobnosti provozu.

- Tvorba vytížení – Umělou inteligenci lze využít i v případě maximálního využití kapacit vozidel. V tomto ohledu lze v rámci sekund pomocí umělé inteligence sestavit obsah nákladu na základě hmotnosti a velikosti zásilek a příslušného místa doručení každé zásilky.
- Interakce se zákazníkem – Dnes již známým využitím umělé inteligence jsou tzv. chatboti. Ti dokáží komunikovat se zákazníkem způsobem, který jim poskytuje pomoc a tím zvyšovat zákaznickou spokojenost a zároveň uvolňovat lidské zdroje. Nejnovějším trendem v oblasti chatbotů je v reálném čase informovat příjemce o všech podrobnostech doručení a také reagovat na požadavky na změny doručení a jejich realizaci automaticky iniciovat.

Společnost DHL využívá v praxi umělou inteligenci při doručování na poslední míli hned v několika případech. Využívá ji pro optimalizaci tras a s ní spojenou úsporu paliva. Jejich systém zohledňuje definované proměnné pro nejlepší možnou volbu trasy. Navíc zákazník v reálném čase dostává informace o odhadované době doručení a o poloze vozidla. Až do doručení zákazník může provádět změny, například v čase nebo místě doručení. Na základě těchto změn pak implementovaná umělá inteligence reaguje a upravuje trasy.

Dalším příkladem využití umělé inteligence v procesu poslední míle je technologie Vision picking. Jedná se o vychystávání zásilek pomocí nositelné technologie, nejčastěji chytrých brýlí. Tyto brýle jsou spojeny s podnikovými systémy a slouží jako čtečka čárových kódů na připravených zásilkách (Möller, 2023). Po načtení kódu probíhá pomocí umělé inteligence vyhodnocování informací o této zásilce jako je hmotnost, velikost, obsah, místo doručení apod. Na základě těchto informací systém vyhodnotí, kam tuto zásilku přiřadit a vygeneruje pokyny pro pracovníka. Celý tento proces je velice efektivní, jelikož probíhá během několika málo vteřin. Ve svých skladech a v procesu doručování již tuto technologii zavedlo nebo testuje mnoho společností zabývajících se logistickými službami jako jsou DHL nebo Amazon ve spolupráci se společnostmi zabývajících se tímto řešením.

Dle Dicksona (2023) může použití umělé inteligence také zlepšit bezpečnost při doručování na poslední míli. Umělá inteligence již dnes dokáže identifikovat vzorce

chování, které mohou naznačovat podvodnou činnost např. neobvyklé změny v doručovacích adresách nebo objednaném množství. Jejich rozpoznávání a eliminace tak může chránit jak obchodníky a poskytovatele logistických služeb tak také zákazníky. Jiným využitím v oblasti bezpečnosti je možnost implementace biometrických technologií například rozpoznávání obličeje do autonomních systému doručování. V takovém případě by bylo zajištěno, že zásilka bude doručena pouze správnému a oprávněnému příjemci.

S implementací umělé inteligence do procesu poslední míle je ale také spojeno hned několik výzev:

- Významné investice – Již tak nákladná logistika poslední míle se s počátečními investicemi na implementaci umělé inteligence do stávajícího procesu stává ještě nákladnější.
- Ochrana osobních údajů – Díky zavedení některých nástrojů např. chatbot, je také nutné posílit ochranu osobních údajů zákazníků.
- Kybernetická bezpečnost – S implementací digitálních technologií se váže také nutnost posílení kybernetické bezpečnosti před možnými útoky a únikem informací.

Další vývoj této technologie lze v budoucnu očekávat v několika dalších aspektech. Jedním z nich by mohla být personalizace, kterou by umělá inteligence mohla výrazně posílit nejen v oblasti poslední míle. Algoritmy by mohly analyzovat údaje o zákaznících a přizpůsobovat možnosti doručení jako časové intervaly a místa, individuálním preferencím zákazníků a tím naplňovat jejich požadavky a očekávání.

Umělá inteligence by v budoucím období měla hrát ústřední roli při vytváření flexibilnějších a přizpůsobivějších dodavatelských sítí. Dynamické algoritmy řízené právě umělou inteligencí by pro společnosti operující v oblasti logistických služeb a e-commerce mohly hrát hlavní roli. Díky nim by rozdělovaly dodávky mezi řidiče, autonomní vozidla a drony na základě charakteru jednotlivých zásilek čímž by se nejen zvýšila efektivita procesu doručení, ale také snížily již dnes tak vysoké náklady na poslední míli. Zároveň by tímto došlo ke snížení uhlíkové stopy díky minimalizaci spotřeby paliva a emisí, čímž by se společnosti staly udržitelnějšími s ohledem na životní prostředí.

### 3.4 Mobilní aplikace pro sledování a řízení doručení

Mobilní aplikace jsou v současné době využívány snad ve všech odvětvích, průmyslu a služeb nevyjímaje. Jejich využívání má pozitivní dopady pro obě strany jak pro výrobce nebo poskytovatele služeb tak i pro zákazníka. Na trhu mobilních aplikací existuje nepřehledné množství aplikací usnadňující každodenní činnosti zaměřující se nejen na sektor B2C ale také B2B.

Konkurenční prostředí v oblasti logistických služeb dnes vyžaduje, aby bylo zboží dodáno v potřebnou dobu, co nejkratším čase a také dle přání a požadavků zákazníka. Díky mobilním aplikacím lze některé procesy zpřehlednit, automatizovat a řídit, aby bylo možné těchto cílů snadněji dosahovat (Bronitska, 2023). Lze je v logistických procesech uplatnit od řízení skladových zásob nebo zásilek až po dohled nad vozovým parkem dané společnosti. Tyto aplikace mohou spravovat denní záznam včetně ujetých kilometrů, pracovní doby řidiče, údaje o řidiči a také nákladů, dále sledovat polohu vozu nebo zásilky v čase, informace o chování řidiče a také kontrolu stavu vozidla.

V oblasti poslední míle vytváří mobilní aplikace spojení v reálném čase mezi dispečinky, spotřebiteli a doručovacími týmy, což umožňuje rychlejší a efektivnější doručování. Díky nim lze také sledovat doručování v reálném čase což pomáhá budovat loajalitu a důvěru zákazníků ke společnosti, která je zodpovědná za doručení jejich zásilky. Další funkcionalitou takových aplikací je, že poskytují uživatelům prostředí, kde lze spravovat historii zásilek, provádět změny nebo uhradit zásilku před jejím doručením. To vše poskytuje zákazníkům nespočet možností tak, aby doručení bylo dle jejich představ.

Thompsonová (2023) uvádí, že mobilní aplikace se staly základním nástrojem pro dnešní doručování na poslední míli. Nabízejí řadu funkcí, které mají řešit složité problémy a zvyšovat efektivitu. Základními funkcemi těchto aplikací jsou:

- Sledování v reálném čase – Prostřednictvím mobilní aplikace mohou zákazníci sledovat své zásilky v reálném čase což podporuje transparentnost a jistotu dodání.
- Integrace s GPS a navigací – Díky GPS a navigačním zařízením mohou především pracovníci doručovacích služeb přesně a efektivně provádět svoji

práci. Díky tomu může docházet k menšímu počtu chyb, dodávek jsou prováděny v čas a tím roste spokojenost zákazníků.

- Plánování a flexibilita dodávek – Zákazníci mohou prostřednictvím mobilních aplikací zvolit preferovaná okna a možnosti doručení. Tím je možné pro poskytovatele doručovacích služeb přizpůsobovat se a optimalizovat své časové plány. Díky tomu je zvyšována zákaznická spokojenost a je snižován počet zmeškaných dodávek.
- Digitální podpisy a potvrzení o doručení – Mobilní aplikace usnadňují zaznamenávání digitálních podpisů a vizuálních dokladů o doručení. Tato funkce umožňuje poskytovat záznam o doručení, prostřednictvím ní řešit případné neshody a také zvyšuje bezpečnost pro obě strany.
- Upozornění a výstrahy – Díky oznámením a notifikacím mobilní aplikace včas informuje klienty v průběhu celého procesu doručování. Díky tomu jsou klienti informováni a zapojeni od potvrzení objednávky až po její doručení.

V praxi takových aplikací existuje nespočet a v dnešní době ji již zařadili všichni významní poskytovatelé doručovacích služeb. Ve většině těchto aplikací lze nalézt mnoho funkcionalit, které zkvalitňují logistické služby dle nově nastavených standardů zákazníků. V těchto aplikacích lze zobrazit detaily zásilky včetně očekávaného doručení, měnit parametry dodání od data až po místo dodání, sledovat aktuální pohyb své zásilky a také ji zaplatit předem. Prostřednictvím těchto aplikací mohou také zákazníci komunikovat s pracovníkem doručovací služby odpovědným za doručení zásilky a sledovat jeho pohyb v reálném čase. Všechny tyto funkcionality jsou zaměřené především na poskytování maximálního množství služeb zákazníkům a podporu jejich spokojenosti.

Na druhou stranu mají tyto aplikace přínos i pro poskytovatele doručovacích služeb. Díky tomuto softwaru mohou být příchozí objednávky automaticky přiřazovány jednotlivým kurýrům, a zároveň mohou dispečeré sledovat pohyb kurýru na mapě. Uvnitř této aplikace je v některých případech také pro pracovníky interaktivní mapa, která je navádí přímo k cíli a celým procesem doručení je provází. To může pomoci především novým pracovníkům s orientací v hektickém procesu doručování na poslední míli.

Skiver a Godfrey (2017) také uvádí, že v poslední době roste vznik nových projektů zaměřujících se na crowdsourcing. Jedná se o situaci, kdy firma nabídne řešení konkrétní situace, v případě poslední míle proces doručování, komukoli v okolí, kdo je ochoten tuto situaci řešit namísto jejich zaměstnance. V praxi vznikají projekty, které fungují na bázi aplikací, které jsou schopny propojit poptávku a nabídku v oblasti doručování. Aplikace upozorňuje její uživatele, že na jejich trase je poptávka po doručení určité zásilky, a ti ji mohou přijmout a doručit. Na základě toho jsou odměněni dle smluvních podmínek. Díky tomu je možné šetřit nejen náklady ale také pracovní sílu a zefektivňovat procesy včetně časů doručení.

### 3.5 SWOT analýza představených technologií

Následující kapitola je zaměřena na SWOT analýzu výše analyzovaných technologií se zaměřením na jejich využití v praxi.

SWOT analýza obsahuje čtyři základní části:

- S – silné stránky (strenghts),
- W – slabé stránky (weaknesses),
- O – příležitosti (opportunities),
- T – hrozby (threats).

Jednotlivé SWOT analýzy jsou vypracovány za účelem zhodnocení silných a slabých stránek a také příležitostí a hrozeb jednotlivých technologií v oblasti poslední míle. Tyto SWOT analýzy jsou definovány tak, aby pokryly nejen pohled společností, které je mohou využít ale také dopad na jednotlivé zákazníky.

#### SWOT analýza využití dronů

Tab. 3 SWOT analýza doručování pomocí dronů

Doručování pomocí dronů			
<b>S</b>	Rychlost, efektivita a flexibilita	<b>W</b>	Omezený dolet a nosnost
	Udržitelnost		Náchylnost na počasí
	Technologický potenciál		Bezpečnostní rizika
<b>O</b>	Rozšíření služeb	<b>T</b>	Legislativní překážky
	Personalizace služeb		Technické problémy
	Růst poptávky v e-commerce		Možnost zneužití

Ve SWOT analýze využití dronů v doručování na poslední míli byly stanoveny jako silné stránky rychlost, efektivita a flexibilita, udržitelnost a také technologický potenciál (viz Tab. 3). Využití dronů je v oblasti poslední míle velmi rychlým a také flexibilním nástrojem. Drony jsou schopné oproti jiným konvenčním způsobům doručení doručit zásilku mnohem rychleji a zároveň do těžce přístupných míst. Drony jsou také pokládány za udržitelný typ doručování, jelikož snižují produkci emisí a zároveň náklady na dopravu ve srovnání s vozidly se spalovacími motory. Další silnou stránkou je jejich technologický potenciál, který je s neustálým vývojem baterií, navigačních systémů a senzorů enormní. To může zvyšovat výkon, spolehlivost a efektivitu dronů i v budoucnu.

Mezi slabé stránky jsou řazeny omezený dolet a nosnost, náchylnost na počasí a také bezpečnostní rizika (viz Tab. 3). Většina dnes využívaných dronů má velmi omezený dolet a také nosnost, což značně omezuje variabilitu jejich využití. Další slabinou je jejich ovlivnění nepříznivými povětrnostními podmínkami jako jsou déšť, vítr nebo sněžení. V takových případech by mohlo dojít ke zpoždění nebo dokonce nemožnosti doručení zásilky. Při použití dronů také existují rizika kolizí s ostatními letouny nebo objekty na trase což představuje riziko nehody a nedoručení zásilky.

Mezi příležitosti využití dronů lze řadit rozšíření doručovacích služeb, personalizace služeb a také další růst oblasti e-commerce. Využíváním dronů lze rozšířit služby doručování k zákazníkům i do oblastí, které jsou obtížně dostupné a tím ve spolupráci s výše uvedenými silnými stránkami poskytovat velkou míru personalizace doručení pro každého zákazníka. Další příležitostí je stálý nárůst e-commerce a s ním rostoucí poptávka po doručovacích službách, což může znamenat nové tržní příležitosti a zákazníky pro využití dronů.

Mezi hrozby lze řadit legislativní překážky, které jsou v některých oblastech velice přísné a mohou omezit právě doručování pomocí dronů. Dále jsou také hrozbou možné technologické problémy, jako je selhání přímo dronu nebo GPS, což může způsobit nejen ztrátu ale také zpoždění, a tím negativně ovlivnit zkušenost zákazníka. Poslední hrozbou je riziko zneužití těchto dronů pro nelegální aktivity a např. špionáže. Je tedy nutné zaobírat se i kybernetickou bezpečností a správně nastaveným procesem jejich využívání. S hrozbou zneužití dronů může být navíc



spojena nedůvěřivost ze strany zákazníků. Některé z těchto hrozeb mohou být eliminovány právě technologickým potenciálem a neustálým zlepšováním využití této technologie.

## SWOT analýza využití autonomních vozidel

Tab. 4 SWOT analýza doručování pomocí autonomních vozidel

Doručování pomocí autonomních vozidel			
<b>S</b>	Efektivita a flexibilita	<b>W</b>	Technologická závislost
	Bezpečnost provozu		Legislativní překážky
	Udržitelnost		Omezení prostředí
<b>O</b>	Rozšíření služeb	<b>T</b>	Technologické limity
	Snižování nákladů		Kybernetické hrozby
	Inovace v doručování		Nedůvěra zákazníků

Jako silné stránky ve využití autonomních vozidel byly stanoveny efektivita a flexibilita využití, bezpečnost a také udržitelnost (viz Tab. 4). Autonomní vozidla mohou být využita k doručování zásilek nejenom s vysokou přesností a efektivitou což snižuje náklady a zvyšuje rychlost doručení, ale také mohou být použity v podstatě ve kteroukoliv denní dobu. Další silnou stránkou je jejich bezpečnost, což také dokazuje roční testování společnosti DHL v Estonsku, kde nedošlo v průběhu testování ani k jedné nehodě. Dalším pozitivem je udržitelnost z důvodu snižování emisí a spotřeby paliva, jelikož jsou tyto vozidla většinou elektrická.

Mezi slabé stránky je zařazena technologická závislost, jelikož jsou tato vozidla závislá na přesné funkčnosti senzorů a softwaru. Dalším negativem mohou být legislativní překážky, které mohou šířit jejich rozšíření a provoz. Na druhou stranu je nutné legislativně tyto vozidla ošetřit. Omezení prostředí je další slabou stránkou autonomních vozidel, a to hlavně z důvodu toho, že tato vozidla mohou být omezena ve složitých dopravních podmínkách nebo na nezpevněných cestách.

Mezi příležitostmi je možné zařadit dopad na množství a kvalitu služeb, díky zavedení autonomních vozidel což dokazují již v praxi používaná řešení. S tím souvisí i snižování nákladů v dlouhodobém horizontu. I přes vysokou počáteční investici mohou autonomní vozidla značně snižovat náklady na poslední míli, což může vést ke snížení cen u zákazníků. Další příležitostí je možné využití těchto vozidel u

dalších úkonů v procesu doručování na poslední míli. Autonomní vozila by bylo možné v budoucnu využít pro nakládání a vykládání zásilek a ve spojení s umělou inteligencí i jejich další manipulaci a řízení dle charakteru jednotlivé zásilky a tím proces zefektivňovat a poskytovat zákazníkům další služby.

Mezi hrozby je možné řadit kybernetické hrozby, při kterých může být ohrožena bezpečnost doručení zásilek, únik informací a také finanční ztráty. Další hrozbou jsou technologické limity, které v některých případech mohou vést k nedostatečnému výkonu, spolehlivosti a brzdit všeobecné šíření a přijetí této technologie za strany zákazníků. Poslední identifikovanou hrozbou je možná nedůvěra ze strany zákazníků k této technologii, což by mohlo vést například k neochotě využívat tuto možnost u křehkých zásilek nebo zásilek s vysokou cenou. Na druhou stranu pro odstranění této hrozby by bylo možné využít poznatky z provozu, které uvádějí, že bezpečnost provozování těchto vozidel je vysoká a tím přesvědčit zákazníky o bezpečí jejich zásilky.

### SWOT analýza využití umělé inteligence

Tab. 5 SWOT analýza využití umělé inteligence

Využití umělé inteligence			
<b>S</b>	Optimalizace tras	<b>W</b>	Závislost na datech
	Prediktivní analýza		Investiční náklady
	Automatizace procesů		Etická a legislativní otázka
<b>O</b>	Inovace služeb	<b>T</b>	Důvěra zákazníků
	Zlepšení zák. zážitku		Technologické limity
	Rozšíření příležitostí		Bezpečnostní rizika

Mezi silné stránky využití umělé inteligence v procesu doručování na poslední míli lze zařadit optimalizaci tras, prediktivní analýzu a také automatizaci procesů a služeb (viz Tab. 5). Díky optimalizaci tras a prediktivní analýze mohou poskytovatelé logistických služeb výrazně redukovat náklady nejen na dopravu ale také v oblasti údržby a provozuschopnosti vozidel. Automatizace procesů pak napomáhá k redukci času potřebného k doručení.

Do slabých stránek lze zařadit závislost umělé inteligence na datech. V případech, kdy jsou datové zdroje nedostatečné nebo nekvalitní může být její úspěch velmi

omezený. Dalším negativem jsou velmi vysoká finanční nákladnost implementace umělé inteligence, jelikož vyžaduje nejen vysoké investice ale také odborný personál. Použití umělé inteligence navíc může vyvolávat otázky týkající se ochrany osobních údajů a také transparentnosti.

Mezi příležitosti je možné řadit další inovace, které umělá inteligence nabízí ve spojitosti s drony, autonomními vozidly, nebo IoT při doručování. Implementace umělé inteligence také nabízí příležitosti dalšího zlepšování zákaznického zážitku pomocí personalizovaných služeb, které jsou v dnešním pojetí poslední míle základním stavebním kamenem. Dále také umělá inteligence rozšiřuje možné trhy a segmenty zákazníků, které dosud nebyly pro poskytovatele logistických služeb z jakéhokoliv důvodu zajímavé.

Mezi jednu z možných hrozeb lze řadit možnou nedůvěru v tuto technologii ze strany zákazníků. Umělá inteligence je v současné době stále rozvíjející se technologií, s níž může být spojena otázka ochrany osobních údajů nebo spolehlivosti v řízení doručení. Další analyzované hrozby jsou technologické limity, které současné technologie mohou mít v oblasti spolehlivosti a bezpečnosti. Bezpečnost obecně je také dalším rizikem, které s sebou použití umělé inteligence nese, a to hlavně v oblasti kybernetických útoků, které mohou poškodit obě strany jak společnosti, tak i zákazníky a způsobit finanční a jiné ztráty.

### SWOT analýza využití mobilních aplikací pro sledování a řízení doručení

Tab. 6 SWOT analýza využití mobilních aplikací pro sledování a řízení doručení

Využití mobilních aplikací			
<b>S</b>	Sledování stavu zásilky	<b>W</b>	Závislost na technologii
	Možnost změny parametrů		Bezpečnostní rizika
	Personalizovaná komunikace		Technické problémy
<b>O</b>	Personalizované nabídky	<b>T</b>	Legislativní překážky
	Další inovace v aplikacích		Technologická negramotnost
	Zlepšení zák. zážitku		Změny chování zákazníků

Do silných stránek využití mobilních aplikací v procesu poslední míle lze zařadit sledování stavu zásilky, možnost změny parametrů a také personalizovanou komunikaci (viz Tab. 6). Díky těmto funkcionalitám lze nabízet zákazníkům služby,

kteřé jim poskytují komfort při doručování objednaných zásilek. Díky možnosti změny parametru zásilky lze takřka kdykoliv před doručením měnit čas, místo nebo typ doručení. To poskytuje zákazníkům širokou škálu možností a na druhou stranu poskytovatelům logistických služeb zvyšuje náklady a tvoří překážky při doručení.

Jako slabé stránky využití mobilních aplikací pro sledování a řízení doručení je možné vnímat jejich závislost na jiné technologii. Jejich efektivita je závislá na kvalitě a dostupnosti internetového připojení a správné funkci zařízení, což může být v některých oblastech a v případě některých zákazníků problematické. Dalším negativem jsou bezpečnostní rizika jako jsou kybernetické útoky, zneužití osobních údajů nebo únik informací, což může ohrozit důvěryhodnost těchto služeb. Dalším negativním aspektem mohou být technické problémy, díky kterým může být rozsah služeb mobilní aplikace po daný čas částečně nebo zcela omezen.

Mezi příležitostmi lze řadit potenciál v dalším zlepšování zákaznického zážitku díky zvyšující se personalizaci služeb mobilních aplikací. Příkladem může být možná implementace crowdsourcingu přímo do aplikace, která by upozornila zákazníka na momentální možnost doručení tímto způsobem. Ten by ji následně mohl potvrdit nebo zamítnout dle jeho preferencí. S tím souvisí i další inovace a implementace mobilních aplikací do dalších procesů poslední míle včetně spojení s umělou inteligencí v oblasti např. plánování tras nebo optimalizace nákladu, a tím poskytovat zákazníkům další služby. Díky dalším inovacím by také mohla být částečně překonána slabá stránka bezpečnostního rizika a jiných technických problémů.

Mezi hrozby využití mobilních aplikací v prostředí poslední míle patří legislativní překážky, které je nutné splňovat hlavně v oblasti ochrany osobních údajů a obecně bezpečnosti dat. Díky tomu může být ohrožena použitelnost aplikace a zároveň zvýšeny náklady na bezpečnost. Hrozbou je také technologická negramotnost některých zákazníků, což může znamenat neochotu aplikaci využívat. Další hrozbou je změna chování zákazníků a s tím spojen růst konkurence. Často nepředvídatelné změny chování části zákazníků mohou ovlivňovat používání aplikace, což může vést k jejímu zániku. Příklady dnes již v podstatě nepoužívaných, dříve velmi žádaných aplikací je možné snadno naléznout ve kterémkoliv odvětví.

### 3.6 Hodnocení technologií pro konkrétní logistické případy

Jako metoda hodnocení vhodnosti využití konkrétních technologií v praktických příkladech doručení na poslední míli bude využita metoda váženého součtu neboli Weighted Sum Approach (WSA), vícekriteriálního rozhodování. Tato metoda je založena na konstrukci lineární funkce užitku. Nejvyšší možný užitek je 1 a nejnižší možný užitek je roven 0.

Výstupem aplikace uvedené metody nejsou v tomto případě primárně výsledky, ale návrh metodiky. Tato metodika udává to, jakým způsobem se subjekt může rozhodovat o vhodnosti technologií v konkrétních případech logistiky poslední míle. Při aplikaci této metodiky je možné postupovat následovně:

1. Vytvoření týmu – vytvoření týmu zodpovědného za hodnocení daných technologií.
2. Definování kritérií a jejich vah– definování klíčových kritérií a jejich vah s ohledem na konkrétní logistický případ, zákazníka a přidanou hodnotu pro danou společnost
3. Přiřazení hodnot – přiřazení hodnot k technologiím v jednotlivých kritériích
4. Vytvoření kritériální matice a normalizované matice– tvorba kritériální matice a následná normalizace hodnot a dosazení do normalizované kritériální matice.
5. Vyhodnocení technologií – vyhodnocení vhodnosti využití daných technologií na základě výsledných užiteků.

Samotná kritéria a jejich váhy mohou být v každém logistickém případě definována individuálně na základě potřeb daných firem nebo poskytovatelů logistických služeb. Výstupem této kapitoly je tedy primárně doporučení, jakým způsobem přistupovat k hodnocení vhodnosti daných technologií.

Za účelem využití metodiky hodnocení vhodného využití výše analyzovaných technologií v konkrétních logistických případech byly definovány dva praktické případy doručování na poslední míli:

- Modelový případ 1: E-commerce – Příklad kdy internetový obchod bude doručovat objednané zboží, koncovému zákazníkovi. Jedná se o velký internetový obchod s několika stovkami zaměstnanců, operující na několika trzích v rámci Evropy, který proces doručení zboží provádí výhradně sám přímo k zákazníkovi, na prodejny nebo do výdejních boxů.
- Modelový případ 2: Restaurace – Příklad, kdy restaurační zařízení bude doručovat hotové jídlo koncovému zákazníkovi, který si jej objednal. Jedná se o lokální restauraci s jedinou pobočkou v centru města, která má 20 zaměstnanců a rozvoz hotových jídel si zajišťuje výhradně sama.

Pro účely vyhodnocení vhodnosti využití výše uvedených technologií v definovaných příkladech byla také také definována relevantní kritéria K1 – K5:

- K1: Náklady na realizaci – finanční náročnost s ohledem na počáteční a dlouhodobé investice, náklady spojené s provozem a další údržbou.
- K2: Inovativnost a efektivita – schopnost technologie přinášet nové přístupy a zvyšovat efektivitu doručování na poslední míli.
- K3: Možnost integrace – schopnost technologie integrovat se se stávajícími systémy a infrastrukturou.
- K4: Zákaznický komfort – schopnost technologie poskytnout zákazníkům velkou řadu funkcionalit a řešení jejich potřeb a přání.
- K5: Přijatelnost technologie – ochota zákazníků využívat tuto technologii z hlediska důvěry v bezpečnost, transparentnost a spolehlivost.

Tato kritéria byla definována a vybrána na základě analýzy aktuálního vývoje poslední míle. Vychází ze stále většího důrazu na přání a potřeby koncových zákazníků a také pro společnosti stále finančně nákladnější a technologicky náročnější implementace těchto technologií. Vzhledem k cíli diplomové práce jsou tato kritéria relevantně zvolena tak, aby vyhodnotila potenciál využití inovativních technologií ve specifických, výše definovaných, logistických případech poslední míle a zároveň respektovala aktuální vývoj v této oblasti. Váhy jednotlivých kritérií byly zvoleny dle charakteru jednotlivých logistických případů.

Konkrétní hodnoty u jednotlivých technologií ve všech kritériích byly definovány na bodové stupnici od 1 (nejnižší) do 10 (nejvyšší). Tyto hodnoty byly zvoleny na

základě subjektivního názoru autora vycházejícího z poznatků a podkladů z analýzy jednotlivých technologií.

### Případ E-commerce

Vstupní data pro definovaný případ E-commerce jako bodové ohodnocení technologií v jednotlivých kritériích, definované váhy kritérií a také ideální a bazální varianta jsou uvedeny v tabulce číslo 7.

**Tab. 7 Vstupní data pro hodnocení případu E-commerce metodou WSA**

	MIN Náklady na realizaci	MAX Inovativnost a efektivita	MAX Možnost integrace	MAX Zákaznický komfort	MAX Přijatelnost technologie
Využití dronu	6	6	5	9	6
Využití autonomního vozidla	7	8	7	9	8
Využití umělé inteligence	9	10	9	6	8
Využití mobilní aplikace	5	3	6	9	9
Váhy	0,15	0,30	0,20	0,25	0,10
Ideální varianta	5	10	9	9	9
Bazální varianta	9	3	5	6	6

Následně je nutné provést normalizaci kritériálních hodnot pro vytvoření normalizované kritériální matice  $R = (r_{ij})$  dle vzorce:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k. \quad (3.1)$$

Ideální varianta  $H = (h_1, h_2, h_3, \dots, h_k)$  – varianta, jejíž hodnoty jsou ve všech kritériích „nejlepší“.

Bazální varianta  $D = (d_1, d_2, d_3, \dots, d_k)$  – varianta, jejíž hodnoty jsou ve všech kritériích „nejhorší“.

Po provedení normalizace hodnot a vytvoření normalizované kritériální matice, je nutné stanovit užitek každé z porovnávaných technologií dle vzorce:

$$u(w_i) = \sum_{j=1}^k r_{ij} v_j \quad (3.2)$$

Hodnota  $V_j$  značí normalizovanou hodnotu jednotlivých vah.

Výsledná normalizovaná kriteriální matice a celkové užítky jednotlivých technologií pro případ E-commerce jsou uvedeny v tabulce číslo 8.

**Tab. 8 Dosažené hodnoty v případě E-commerce metodou WSA**

	MIN Náklady na realizaci	MAX Inovativnost a efektivita	MAX Možnost integrace	MAX Zákaznický komfort	MAX Přijatelnost technologie	Užitek
Využití dronu	0,75	0,43	0,00	1,00	0,00	<b>0,49</b>
Využití autonomního vozidla	0,50	0,71	0,50	1,00	0,67	<b>0,71</b>
Využití umělé inteligence	0,00	1,00	1,00	0,00	0,67	<b>0,57</b>
Využití mobilní aplikace	1,00	0,00	0,25	1,00	1,00	<b>0,55</b>

Z dosažených hodnot vyplývá, že v případě E-commerce, byla na základě metody váženého součtu vyhodnocena jako nejvhodnější technologie využití autonomního vozidla s hodnotou užítku 0,71. V praxi již taková řešení fungují velmi dobře s ohledem na efektivitu, zákaznický komfort i bezpečnost, a proto je tato varianta i v případě doručování zásilek z internetového obchodu velmi efektivní. Tato vozidla jsou přizpůsobena na doručování hned několik zásilek různých velikostí, což je jejich výhodou oproti například také hodnoceným dronům v oblasti efektivity.

Druhou nejvyšší hodnotu užítku zaznamenala technologie umělé inteligence, a to s výsledkem 0,57. Umělá inteligence je pro případ doručování většího objemu zásilek velmi efektivní. Díky automatizaci procesů, predikcím, podpory zákazníků a také optimalizaci tras nebo nákladu může v kombinaci s již existujícím procesem doručování výrazně napomoci k dosažení redukce nákladů a zvýšení efektivity. Na druhou stranu je umělá inteligence velmi finančně nákladná a technologický náročná na implementaci do již existujícího procesu, a navíc u ní existují bezpečnostní rizika což může být problém nejen pro proces doručení ale také v případě důvěry zákazníků.

Využití mobilní aplikace získalo v tomto případě hodnotu užítku 0,55. Dnes již poměrně hojně využívané a zákazníky oblíbené aplikace pro sledování a řízení



doručení poskytují mnoho funkcionalit jako úprava parametrů, sledování doručení, správa zásilek nebo komunikace s přepravcem. Na druhou stranu v oblasti inovativnosti a efektivnosti pro společnosti zodpovědné za doručení zásilek oproti ostatním porovnávaným technologiím zaostávají.

Využití dronů pro doručování na poslední míli získalo v hodnocení hodnotu užitku 0,49. Drony lze v doručování využívat pro spíše drobné zásilky, jelikož jejich nosnost ani schopnost nést objemné zásilky není v současné době příliš velká. Také integrace do již existujícího procesu doručování není příliš velká, jelikož je nutné celý systém doručování pomocí dronů implementovat separátně. Na jisté problémy může tato technologie narazit v oblasti legislativy, bezpečnosti a také v oblasti důvěry ze strany zákazníků. Na druhou stranu drony dokáží poměrně flexibilně a rychle zásilku doručit což zvyšuje zákaznický komfort.

### Případ Restaurace

Vstupní data pro definovaný logistický případ Restaurace jako bodové ohodnocení technologií v jednotlivých kritériích, definované váhy kritérií a také ideální a bazální varianta jsou uvedena v tabulce číslo 9.

**Tab. 9 Vstupní data pro hodnocení případu Restaurace metodou WSA**

	MIN Náklady na realizaci	MAX Inovativnost a efektivita	MAX Možnost integrace	MAX Zákaznický komfort	MAX Přijatelnost technologie
Využití dronu	6	6	5	9	6
Využití autonomního vozidla	7	8	7	9	8
Využití umělé inteligence	9	10	9	6	8
Využití mobilní aplikace	5	3	6	9	9
Váhy	0,30	0,20	0,10	0,25	0,15
Ideální varianta	5	10	9	9	9
Bazální varianta	9	3	5	6	6

Následně je nutné provést normalizaci kritériálních hodnot pro vytvoření normalizované kritériální matice  $R = (r_{ij})$  dle výše uvedeného vzorce 3.1.

Po provedení normalizace hodnot a vytvoření normalizované kritériální matice, je také nutné stanovit užitek každé z porovnávaných technologií dle výš uvedeného vzorce 3.2.

Výsledná normalizovaná kritériální matice a celkové užítky jednotlivých technologií pro případ E-commerce jsou uvedeny v tabulce číslo 10.

**Tab. 10 Dosažené hodnoty v případě Restaurace metodou WSA**

	<b>MIN Náklady na realizaci</b>	<b>MAX Inovativnost a efektivita</b>	<b>MAX Možnost integrace</b>	<b>MAX Zákaznický komfort</b>	<b>MAX Přijatelnost technologie</b>	<b>Užitek</b>
<b>Využití dronu</b>	0,75	0,43	0,00	1,00	0,00	<b>0,56</b>
<b>Využití autonomního vozidla</b>	0,50	0,71	0,50	1,00	0,67	<b>0,69</b>
<b>Využití umělé inteligence</b>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,67	<b>0,40</b>
<b>Využití mobilní aplikace</b>	1,00	0,00	0,25	1,00	1,00	<b>0,73</b>

V případě Restaurace byla metodou váženého součtu identifikována jako technologie s nejvyšším užtkem 0,73 využití mobilní aplikace pro řízení sledování doručování (viz Tab. 10). Mobilní aplikace se těší v současné době velké oblibě a v praxi již takových aplikací funguje mnoho. Poskytují zákazníkům širokou škálu služeb od sledování doručování jejich objednávky v reálném čase až po komunikaci s restaurací. Náklady na realizaci tohoto řešení nejsou v porovnání s ostatními technologiemi příliš velké. Na druhou stranu, v oblasti inovativnosti a efektivity nepřinášá v tomto případě restauraci v podstatě žádnou hodnotu.

Hodnotu užitku 0,69 v případě Restaurace získala technologie doručování pomocí autonomního vozidla. V praxi již podobné koncepty na doručování hotových jídel fungují a jejich výsledky jsou velmi dobré. Tato vozidla jsou schopna doručovat hned několik připravených jídel do vzdálenosti několika kilometrů. Tím by mohla restaurace pokrývat doručení v oblasti své pobočky nebo toto vozidlo přepravovat do oblasti doručování pomocí jiného vozidla. Autonomní vozidla tím poskytnou efektivitu při doručování, snížení dlouhodobých nákladů a také vytvoří další možnosti pro uspokojení zákazníků. Co se týká negativ, tak je implementace této

technologie poměrně nákladná a možnost integrace do již existujícího systému doručování je náročnější.

Využití dronu pro doručování v tomto případě získalo hodnotu užitku 0,56. Využití dronu by v případě doručování hotových jídel mohlo být efektivní díky své rychlosti a flexibilitě a tím poskytovat zákazníkům kvalitnější služby, na druhou stranu je nosnost omezena pouze na jednu položku. Jedním z negativ je také bezpečnost a s ní spojená legislativa v oblasti doručování pomocí dronů. Dalším rizikem je možná nedůvěra zákazníků v tento způsob doručování a poměrně náročná implementace dronů do procesu doručování.

Umělá inteligence získala hodnotu užitku 0,40. Využití umělé inteligence v případě Restaurace by přineslo zefektivnění v případě plánování tras nebo predikce objednávek. Na druhou stranu je tato technologie finančně i technologicky náročná na implementaci a z pohledu zákazníků přináší malou přidanou hodnotu. Dalším rizikem může být nedůvěra zákazníků v tuto technologii z důvodu bezpečnosti dat a kybernetických útoků.

## **4 Soubor doporučení pro další využití technologií v logistice poslední míle**

Využití inovativních technologií je v dynamickém prostředí poslední míle v posledních letech takřka kritickým pilířem úspěchu nejen pro poskytovatele logistických služeb ale také obecně pro celé dodavatelské řetězce. Jejich implementace, do již zavedeného systému doručování je výzvou, která je často velice nákladná a technologicky složitá. Právě reakce na stále rostoucí požadavky zákazníků a zvyšující se náklady na poslední míli jsou impulzem pro implementaci a vývoj dalších řešení, které mohou v řešení problémů společností zabývajícím se logistikou na poslední míli pomoci.

### **4.1 Doporučení pro stávající technologie**

Stávajících řešení a přístupů v oblasti poslední míle je v aktuální době velké množství. S tlakem ze strany zákazníků a také konkurence se v poslední době objevují inovativní řešení, která mají za úkol nejen napomáhat společnostem s optimalizací tras, procesů a s tím spojenou úsporu nákladů ale také poskytovat maximální možný komfort a nové služby dnes velice náročným zákazníkům. Tyto technologie lze využít jak při realizaci samotného doručování, tak také v plánování a kontrole. Nicméně některé technologie stále nejsou využity na maximum a poskytují další možnosti jejich využití.

#### **Využití dronů**

Z výše analyzovaných technologií jsou to například drony, které svojí rychlostí a flexibilitou překonávají dnes zavedené možnosti doručení. Na druhou stranu zatím nepatří k hojně využívaným prostředkům při doručování zákazníkům, a to hned z několika důvodů. Jedním z nich je jejich dosavadní dolet a také nosnost, díky tomu je typ zboží, které mohou doručovat velmi zúžen. Pro efektivní využívání dronů by tedy bylo nutné postavit rozsáhlou síť dep, ze kterých by drony mohly doručovat na krátkou vzdálenost a zase se do nich pro další zásilky vracet. S podobným konceptem přišla také firma Amazon, která navrhla depo vznášející se nad zemí, ze kterého by drony dopravovali zákazníkům zboží. Další slabinou dronů je jejich náchylnost na počasí a také v případě většího množství využívání také jejich vzájemná kolize. Tyto slabiny je nutné řešit již dnes u dronů vznikající legislativou,

kteřá by regulovala ale zároveň poskytovala prostor pro jejich početnější nasazení v oblasti doručování.

### **Umělá inteligence**

Vysoký potenciál svého využití poskytuje také technologie umělé inteligence. Již dnes tato technologie napomáhá v praxi optimalizovat trasy nebo predikovat výkyvy v poptávce. Stále je ale potenciál této technologie v oblasti poslední míle nedostatečně využit. Díky správné implementaci této technologie by bylo možné spojit jednotlivé optimalizace a predikce do jednoho procesu v reálném čase. Na základě měnících se podmínek jako je počasí, doprava, požadavky zákazníků a jejich změny parametrů doručování by algoritmy umělé inteligence upravovaly rozvrhy doručování během několika sekund v reálném čase. Umělá inteligence by také mohla díky záznamům z historie zohledňovat preference a chování zákazníků a tomu přizpůsobit celý proces doručení tak, aby byla zajištěna maximální spokojenost zákazníka. Spojením všech těchto funkcionalit umělé inteligence jako optimalizace tras, korekce a validace adres, prediktivní analýza, optimalizace nákladu, dynamické plánování nebo sledování v reálném čase v jeden celek by díky své flexibilitě zajistil, že proces dodání by se stal maximálně efektivním i přes jakékoliv změny a problémy, které by při doručování na poslední míli nastaly.

### **Blockchain**

Další technologií, která není zcela plně využita v oblasti poslední míle je technologie blockchain. Při kompletním využití blockchainu v procesu poslední míle by mohla být zvýšena bezpečnost dat, jelikož je každá transakce v blockchainu chráněna před úpravou informací. Navíc by díky ní mohl být upraven celý proces doručování, jelikož technologie blockchain umožňuje spouštět automaticky akce po splnění předem definovaných podmínek. Na takovém principu by pak mohlo fungovat automatické uvolnění platby po doručení zásilky kurýrem. Díky tomu může blockchain výrazně snižovat náklady díky snížení potřeby manuálních zásahů a zprostředkovatelů. Další využití blockchain může spočívat v decentralizaci. Data a záznamy mohou být díky této technologii distribuovány mezi více uzlů v síti což zvyšuje odolnost vůči chybám. Navíc díky poskytování záznamu o každém kroku může být celý proces poslední míle více transparentní a odolný vůči manipulaci.

Obecně lze říci že pro přechod od poslední míle 3.0, kterou známe nyní, k poslední míli 4.0 je zapotřebí využít kombinaci všech výše zmíněných a analyzovaných technologií. Dnes známé výdejní boxy, crowdsourcingové služby, doručování kurýrem nebo využívání mobilní aplikace budou v budoucnu řízený systémem algoritmů, které budou v reálném čase vyhodnocovat aktuální podmínky a informace a na základě toho vytvářet optimální scénáře doručení výhodné nejen pro doručovací společnosti ale také pro maximální uspokojení zákazníků.

### **Hybridní flotila**

Obecně by měla být flotila společností zabývající se doručováním na poslední míli více hybridní. Pracovníci doručovacích služeb budou z části nebo zcela nahrazováni jinými bezkontaktními způsoby doručení jako jsou drony nebo autonomní vozidla. Celý tento proces bude pomocí technologie blockchain zaznamenáván a kontrolován a následně za využití umělé inteligence analyzován. Díky tomu pak bude možné vyhodnocovat celý proces poslední míle a nadále jej zefektivňovat vždy pro konkrétního zákazníka a jeho požadavky.

### **Mobilní aplikace**

Při využití mobilních aplikací bude moci zákazník upravovat své požadavky na doručení a po několika sekundách dostane odezvu s novým časem a způsobem doručení. Pomocí této aplikace pak také po převzetí zboží uvolní v aplikaci finanční prostředky a tím za objednávku zaplatí. Tento způsob by mohl nahradit jak platbu předem, tak i platbu na dobírku. Obě tyto platební metody by byly sloučeny do jedné, ve které by byli před rizikem chráněni jak zákazníci, tak i obchodníci.

### **Doba doručení**

Současná norma doby doručení akceptovatelná zákazníky je 2-3 dny od vytvoření objednávky. Spector (2024) uvádí, že jsme v současné době svědky velkého nárůstu poptávky po doručení ten samý den, a že až 30 % zákazníků tento způsob doručení při své objednávce vyžaduje. Je tedy jasné, že pokud bude tento trend nadále pokračovat, stane se doručení v ten samý den v budoucnu normou a společnosti odpovědné za doručení zákazníkovi na to budou muset adekvátně reagovat. Tento posun v chování a přání spotřebitelů bude více nutit využívat v ideálním případě kombinaci výše zmíněných technologií tak aby optimalizovali své procesy a zároveň uspokojili poptávku po velmi rychlém a efektivním doručování.

## **4.2 Doporučení pro implementaci dalších technologií**

I přes velké zapojení a rozvoj stávajících a nových technologií v logistice poslední míle, stále existují technologie, které jsou právě v poslední míli velmi málo využívané nebo zcela opomíjené. Díky implementaci do procesu doručování by díky těmto technologiím mohlo dojít k dalšímu zefektivňování procesů a také rozšíření služeb koncovým zákazníkům.

### **Virtuální a rozšířená realita**

Jednou z těchto technologií může být rozšířená nebo virtuální realita. V oblasti poslední míle by bylo možné využít rozšířenou realitu v procesu doručování. Ta by mohla přímo v praxi asistovat kurýrovi a napomáhat mu během doručování zásilek. Kurýr by tak mohl díky nositelnému zařízení například zobrazit trasu k následujícímu zákazníkovi, zobrazit informace o zákazníkovi nebo získat podporu v situaci kdy zákazníkovi není možné balík předat. V ideálním případě by toto zařízení bylo napojeno na centrální systém a díky např. umělé inteligenci a algoritmům by byla situace vyhodnocována a kurýrovi v reálném čase předávány díky rozšířené realitě další informace a postup. Tím by byla zabezpečena stále maximální efektivita v doručování.

### **IoT**

Také koncept IoT by mohl být v rámci poslední míle více využit, například společně s RFID štítky a senzory přímo na obalech zásilek. Díky tomu by mohla být zlepšována sledovatelnost a také bezpečnost v procesu poslední míle. Obaly vybaveny teplotními čidly, indikátory nárazu a RFID štítky by tak mohly v kombinaci s konceptem IoT poskytovat velmi dobrý způsob sledovatelnosti a také bezpečnosti pro zákazníky. Při doručování například hotových jídel, léků, křehkého zboží nebo zboží podléhajícího zkáze by byla zajištěna bezpečnost pro koncového zákazníka, ale také by tato čidla poskytovala data, která by mohla být následně vyhodnocována doručovacími společnostmi.

### **Metaverse**

Svoje využití by v následujících letech v logistice poslední míle mohl získat také prostor Metaverse. Pomocí tohoto virtuálního světa by mohl být celý proces poslední míle zmapovaný a následně zanalyzovány všechny jeho části. Díky tomu by bylo možné celý proces lépe poznat a odhalit případné problémy nebo úzká

místa. Navíc by bylo možné díky tomuto virtuálnímu modelu simulovat například povětrnostní podmínky, dopravu nebo nahodilé situace a sledovat, jak je tím celý proces doručování ovlivněn. Na základě výsledků by pak bylo možné v tomto testovacím prostředí nasazovat různá řešení a sledovat chování celého procesu.

Využití Metaverse a virtuální reality by bylo v oblasti poslední míle možné také v tréninku pracovníků zodpovědných za doručování. Pracovník by tak ve virtuálním světě mohl být připravován na různé scénáře, které mohou v praxi nastat, nebo být připravován na práci s dalšími technologiemi jako například autonomní vozidla nebo softwary na optimalizaci tras nebo nákladu. Cílem tohoto tréninku by bylo připravit zaměstnance v oblasti poslední míle na velké množství možných situací a také jak na ně reagovat. Navíc by si ve virtuálním světě mohl vyzkoušet práci se všemi výše zmíněnými technologiemi a poskytnout zpětnou vazbu.



## Závěr

Tato diplomová práce se zaměřuje na analýzu využití inovativních technologií v logistice poslední míle. Cílem práce bylo analyzovat praktické využití nástrojů a technologií v oblasti logistiky poslední míle, vyhodnotit možnost jejich uplatnění a jejich potenciál pro využití ve specifických logistických případech.

V prvních dvou kapitolách byla provedena rešerše aktuální odborné literatury a dalších zdrojů z oblasti logistiky distribuce, logistiky poslední míle a také Průmyslu 4.0. Další dvě kapitoly byly následně zaměřeny na analýzu konkrétních technologií používaných v logistice poslední míle, definování především jejich silných a slabých stránek, vyhodnocení jejich potenciálu v konkrétních logistických případech a také vypracování souboru doporučení pro další implementaci těchto technologií.

Analyzovanými technologiemi byly drony využívané při doručování zásilek, autonomní doručovací vozidla, využití umělé inteligence a také mobilní aplikace pro sledování a řízení doručení se zaměřením na konkrétní případy současného využití těchto technologií v logistické praxi. Následně byla provedena SWOT analýza každé technologie a byly vyhodnoceny jednotlivé silné stránky, slabé stránky ale také příležitosti a hrozby využití těchto technologií s logistikou poslední míle. Součástí třetí kapitoly bylo také představení metodiky pro posuzování a srovnání vhodnosti využití a dalšího potenciálu těchto technologií v praxi. Následně byly definovány logistické případy e-commerce a restaurace, v nichž je porovnávána vhodnost využití jednotlivých technologií. V obou definovaných případech se výsledky lišily v závislosti na jednotlivých parametrech těchto případů.

Při porovnání čtyř technologií dle pěti definovaných kritérií byla vyhodnocena pro případ e-commerce jako nejvhodnější technologie autonomního vozidla a pro případ restaurace využití mobilní aplikace. Váhy a hodnoty kritérií byly zvoleny s ohledem na společnosti a také koncové zákazníky poslední míle. Spíše, než samotné výsledky tkví přidaná hodnota v navržené metodice, jak k hodnocení technologií v konkrétních případech přistupovat. Každá společnost může při uplatnění stejného postupu aplikovat své vlastní priority dle specifik jejich obchodních aktivit a logistických procesů v oblasti poslední míle.

V poslední kapitole byl vypracován soubor doporučení pro dvě skupiny technologií. Do první z nich spadají již dnes v logistice poslední míle využívané technologie jako

analyzované drony, autonomní vozidla, umělá inteligence ale také technologie blockchain. Druhou skupinou byly technologie dnes využívané v poslední míli jen okrajově nebo takřka vůbec. Jedná se o technologie jako IoT, virtuální a rozšířené reality a také virtuálního světa Metaverse, který by v budoucnu mohl napomoci k zefektivnění a zpřehlednění poslední míle.

## Seznam literatury

3PL, 4PL & 5PL – What's the Difference? Online. PERRIN, Louis. Hemisphere Freight Services LTD. 2020. Dostupné z: <https://www.hemisphere-freight.com/knowledgehub/3pl-4pl-5pl-whats-the-difference/>. [cit. 2024-04-26].

Amazon announces 8 innovations to better deliver for customers, support employees, and give back to communities around the world. Online. Amazon.com. 2023. Dostupné z: <https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-delivering-the-future-2023-announcements>. [cit. 2024-04-28].

AKTAS, Emel; BOURLAKIS, Michael; MINIS, Ioannis a ZEIMPEKIS, Vasileios. Supply Chain 4.0: Improving Supply Chains with Analytics and Industry 4.0 Technologies. London: Kogan Page, 2021. ISBN 978-1-78966-075-3.

AUDUMBAR KULKARNI, Milind a VISHWANATH MORE, Hemant. Operations and Supply Chain Management. Lulu Publication, 2022. ISBN 978-1-387-88356-1.

BARTODZIEJ, Christoph Jan. The concept industry 4.0: an empirical analysis of technologies and applications in production logistics. Springer Gabler, 2017. 150 s. BestMasters. ISBN 978-3-658-16501-7.

BISHOP, Richard. Freight Autonomy Startup Clevon Reveals Results Of On-Road Trial With DHL Express Estonia. Online. Forbes. 2023. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/richardbishop1/2023/09/22/freight-autonomy-startup-clevon-reveals-results-of-on-road-trial-with-dhl-express-estonia/?sh=3fe240872c52>. [cit. 2024-04-28].

BOYSEN, Nils; FEDTKE, Stefan a SCHWERDFEGGER, Stefan. Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective. Online. OR Spectrum. 2020, č. 43, s. 1-58. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00291-020-00607-8>. [cit. 2024-04-28].

BRONITSKA, Tetiana. TOP 10 Logistics and Supply Chain Applications. Online. IDAP group. 2023. Dostupné z: <https://idapgroup.com/blog/logistics-companies-need-mobile-application/>. [cit. 2024-04-28].

CHEVALIER, Stephanie. Retail e-commerce sales worldwide from 2014 to 2027. Online. Statista. 2024. Dostupné z:

<https://www.statista.com/statistics/379046/worldwide-retail-e-commerce-sales/>. [cit. 2024-04-27].

CLEVON. DHL Express Estonia and Clevon case study. Online. Clevon.com. 2023. Dostupné z: <https://clevon.com/case-studies/dhlexpress/>. [cit. 2024-04-28].

CROUCHER, Phil; BAKER, Peter; RUSHTON, Alan. The Handbook of Logistics and Distribution Management. London: Kogan Page, 2022. ISBN 978-0-7494-6627-5.

DAYARIAN, Iman; SAVELBERGH, Martin a CLARKE, John-Paul. Same-Day Delivery with Drone Resupply. Online. 2020, s. 1-18. Dostupné z: <https://doi.org/10.1287/trsc.2019.0944>. [cit. 2024-04-28].

DICKSON, Ian. AI's impact on last-mile delivery takes surprising turn. Online. Here.com. 2023. Dostupné z: <https://www.here.com/learn/blog/ai-last-mile-delivery>. [cit. 2024-04-28].

Direct vs. Indirect Distribution Channel: What's the Difference? Online. ROSS, Sean. Investopedia. 2022. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/ask/answers/052115/what-difference-between-direct-and-indirect-distribution-channel.asp>. [cit. 2024-04-26].

ENGESSER, Valeska; ROMBAUT, Evy; VANHAVERBEKE, Lieselot a LEBEAU, Philippe. Autonomous Delivery Solutions for Last-Mile Logistics Operations: A Literature Review and Research Agenda. Online. Sustainability 2023. 2023, s. 1--17. Dostupné z: <https://doi.org/doi.org/10.3390/su15032774>. [cit. 2024-04-28].

FACT.MR. Autonomous Last Mile Delivery Industry Report. Online. © Fact.MR. 2020. Dostupné z: <https://www.factmr.com/report/autonomous-last-mile-delivery-market>. [cit. 2024-04-28].

FENG, Bo a FE, Qiwen. Operations management of smart logistics: A literature review and future research. Online. 2021, s. 344-355. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s42524-021-0156-2>. [cit. 2024-04-27].

FERREIRA, Bárbara a REIS, João. A Systematic Literature Review on the Application of Automation in Logistics. Online. 2023, s. 1-17. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/logistics7040080>. [cit. 2024-04-27].

FERNIE, John a SPARKS, Leigh. Logistics and Retail Management: Emerging issues and new challenges in the retail supply chain. Fifth edition. Kogan Page Limited, 2019. ISBN 978-0-7494-8160-5.

GOEL, Richa; MISHRA, Tapas; KUMAR BARAL, Sukanta a JAIN, Vishal. Augmented and Virtual Reality in Industry 5.0. Berlin: Walter de Gruyter, 2023. ISBN 978-3-11-078999-7.

GRAF, Luca; WURST, Christian. Disrupting Logistics: Startups, Technologies, and Investors Building Future Supply Chains. Switzerland: Springer Nature Switzerland, 2022. ISBN 978-3-030-61093-7.

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

GRZYBOWSKA, Katarzyna; AWASTHI, Anjali a SAWHNEY, Rapinder. Sustainable Logistics and Production in Industry 4.0: New Opportunities and Challenges. Springer Nature Switzerland AG 2020, 2020. ISBN 978-3-030-33368-3.

HA, Nghiep Tuan; AKBARI, Mohammadreza a AU, Bill. Last mile delivery in logistics and supply chain management: a bibliometric analysis and future directions. Online. 2022. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2021-0409>. [cit. 2024-04-26].

HEUTGER, Matthias a KÜCKELHAUS, Markus. UNMANNED AERIAL VEHICLES IN LOGISTICS: A DHL PERSPECTIVE ON IMPLICATIONS AND USE CASES FOR THE LOGISTICS INDUSTRY. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.dhl.com/discover/content/dam/dhl/downloads/interim/full/dhl-trend-report-uav.pdf>. [cit. 2024-04-28].

HOFMAN, Helene. 3 ways the metaverse will transform your supply chain. Online. © A.P. Moller - Maersk. 2022. Dostupné z: <https://www.maersk.com/insights/digitalisation/2022/11/29/how-the-metaverse-will-transform-supply-chain-management>. [cit. 2024-04-27].

HOFFMANN, Thomas a PRAUSE, Gunnar. On the Regulatory Framework for Last-Mile Delivery Robots. Online. 2018, s. 1-16. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/machines6030033>. [cit. 2024-04-27].

IGNAT, Bianca a CHANKOV, Stanislav. Do e-commerce customers change their preferred last-mile delivery based on its sustainability impact? Online. 2020. ISSN

0957-4093. Dostupné z: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLM-11-2019-0305/full/html>. [cit. 2024-04-27].

JEONG, Ho Young; SONG, Byung Duk a LEE, Seokcheon. The Flying Warehouse Delivery System: A Quantitative Approach for the Optimal Operation Policy of Airborne Fulfillment Center. Online. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2020, č. 22, s. 7521 - 7530. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3003900>. [cit. 2024-04-28].

JUCHA, Peter. Use of artificial intelligence in last mile delivery. Online. SHS Web of Conf. 2021, č. 92, s. 1-9. Dostupné z: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219204011>. [cit. 2024-04-28].

KARDASZ, Piotr; DOSKOCZ, Jacek; HEJDUK, Mateusz; WIEJKUT, Paweł a ZARZYCKI, Hubert. Drones and Possibilities of Their Using. Online. Journal of Civil & Environmental Engineering 6(3). 2016. Dostupné z: <https://doi.org/10.4172/2165-784X.1000233>. [cit. 2024-04-28].

KIM, Shiho; DEKA, Ganesh Chandra a ZHANG, Peng. Advances in Computers: Role of Blockchain Technology in IoT Applications. Cambridge: Academic Press, 2019. ISBN 978-0-12-817189-9.

KOÇHAN, Çiğdem; ALI, Sadia Samar; PAKSOY, Turan. Logistics 4.0: Digital Transformation of Supply Chain Management. USA: Taylor & Francis Group, LLC, 2020. 369 s. ISBN 978-0-3673-4003-2.

LACHVAJDEROVÁ, Laura; KÁDÁROVÁ, Jaroslava; KOPEC, Ján a RYBÁROVÁ, Denisa. POSTPANDEMIC INNOVATIVE TRENDS IN LOGISTICS, DISTRIBUTION AND SUPPLY CHAIN. Online. 2022, s. 20-30. Dostupné z: <https://doi.org/10.32971/als.2022.002>. [cit. 2024-04-26].

Logistika na poslední míli: Řešení pro měnící se svět. Online. © 2024 SAP SE. 2024. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/insights/last-mile-logistics.html>. [cit. 2024-04-27].

MALINDŽÁK, Dušan. Teória logistiky: (definície, paradigmy, princípy, štruktúry). Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2007. ISBN 978-80-8073-893-8.

MEHTA, Ritu a BALAKUMAR, Karthikeyan. Redesigning after-sales service: Impact on incumbent product distribution channels. Online. 2021. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102279>. [cit. 2024-04-26].

MOHAMMAD, Wassen; DIAB, Yousef Nazih; ELOMRI, Adel a TRIKI, Chefi. Innovative solutions in last mile delivery: concepts, practices, challenges, and future directions. Online. SUPPLY CHAIN FORUM: AN INTERNATIONAL JOURNAL. 2023, s. 151-169. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/16258312.2023.2173488>. [cit. 2024-04-28].

MÖLLER, Patrick. AI Last Mile Delivery – Prospects for Logistics. Online. DHL Freight Connections. 2023. Dostupné z: <https://dhl-freight-connections.com/en/solutions/ai-last-mile-delivery-prospects-for-logistics/>. [cit. 2024-04-28].

MULAČOVÁ, Věra a MULAČ, Petr. Obchodní podnikání ve 21. století. Finanční řízení. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4780-4.

MYSTAKIDIS, Stylianos. Metaverse. Online. 2022, s. 487-497. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>. [cit. 2024-04-27].

OLSSON, John; HELLSTRÖM, Daniel a PÅLSSON, Henrik. Framework of Last Mile Logistics Research: A Systematic Review of the Literature. Online. 2019. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su11247131>. [cit. 2024-04-26].

OTTONOMY.IO. Making Delivery What It Should Be. Online. Ottonomy.io. 2024. Dostupné z: <https://ottonomy.io>. [cit. 2024-04-28].

PETROȘANU, Dana-Mihaela a PÎRJAN, Alexandru. ADVANTAGES AND CHALLENGES REGARDING THE USAGE OF DRONES IN E-COMMERCE. Online. Journal of Information Systems & Operations Management. 2022, s. 212-226. Dostupné z: [https://web.rau.ro/websites/jisom/Vol.16%20No.2%20-%202022/JISOM%2016.2\\_212-226.pdf](https://web.rau.ro/websites/jisom/Vol.16%20No.2%20-%202022/JISOM%2016.2_212-226.pdf). [cit. 2024-04-28]

PITNEY BOWES INC. Index Reveals Significant Shifts in Carrier Dynamics and Consumer Behaviors in 2023. Online. ©1996-2024 PITNEY BOWES INC. PitneyBowes.com. 2024. Dostupné z: <https://www.pitneybowes.com/us/shipping-index.html>. [cit. 2024-04-28].

PIZZA HUT. PIZZA HUT® FORGES GLOBAL ALLIANCE WITH TOYOTA® TO EXPLORE FULLY-AUTONOMOUS DELIVERY VEHICLES. Online. 2018. Dostupné z: <https://blog.pizzahut.com/pizza-hut-forges-global-alliance-toyota-explore-fully-autonomous-delivery-vehicles/>. [cit. 2024-04-28].

PLACEK, Martin. Biggest challenges for logistics providers in last mile delivery in the United States in 2020. Online. Statista. 2024. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/816884/last-mile-delivery-logistics-providers-challenges/>. [cit. 2024-04-27].

RICHEY, Robert Glenn; CHOWDHURY, Soumyadeb; DAVIS-SRAMEK, Beth; GIANNAKIS, Mihalis a DWIVEDI, Yogesh K. Artificial intelligence in logistics and supply chain management: A primer and roadmap for research. Online. Journal of Business Logistics. 2023, č. 44, s. 532-549. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jbl.12364>. [cit. 2024-04-28].

RISBERG, Andreas; JAFARI, Hamid a SANDBERG, Erik. A configurational approach to last mile logistics practices and omni-channel firm characteristics for competitive advantage: a fuzzy-set qualitative comparative analysis. Online. 2023, s. 53-70. Dostupné z: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJPDLM-04-2022-0123/full/html>. [cit. 2024-04-26].

SÁNCHEZ a MOUFTIER. Reflections on the future of ports: from current strains to the changes and innovation of the future. Online. 2016, s. 1-10. Dostupné z: <https://www.cepal.org/en/publications/41857-reflections-future-ports-current-strains-changes-and-innovation-future>. [cit. 2024-04-27].

SERRANO-HERNÁNDEZ, Adrián; JUAN, Angel; FAULIN, Javier a PEREZ-BERNABEU, Elena. Horizontal collaboration in freight transport: concepts, benefits, and environmental challenges. Online. 2017. Dostupné z: <https://doi.org/10.2436/20.8080.02.65>. [cit. 2024-04-26].

SKIVER, Ryan a GODFREY, Michael. Crowdserving: A Last Mile Delivery Method for Brick-and-Mortar Retailers. Online. Global Journal of Business Research. 2017, č. 11, s. 67-77. ISSN 2157-0191. Dostupné z: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3043353](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3043353). [cit. 2024-04-28].



SPECTOR, Sean. Future Of Last-Mile Delivery And Trends For 2024. Online. Dropoff.com. 2024. Dostupné z: <https://www.dropoff.com/blog/future-of-last-mile-delivery-and-trends/>. [cit. 2024-04-28].

STEVENS, Ben. Amazon has delivered 3.5 billion parcels in 2019 smashing estimates. Online. Charged Retail. 2019. Dostupné z: <https://www.chargedretail.co.uk/2019/12/23/amazon-has-delivered-3-5-billion-parcels-in-2019-smashing-estimates/>. [cit. 2024-04-28].

STRAKA, Martin. Distribution and Supply Logistics. Cambridge Scholars Publishing, 2019. ISBN 1-5275-3607-6.

Superhrdinové z výroby – moderní roboty pomáhají všude. Online. Škoda Storyboard. 2022. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet-cs/superhrdinove-z-vyroby-moderni-roboty-pomahaji-vsude/>. [cit. 2024-04-27].

THOMPSON, Emily. LAST-MILE DELIVERY CHALLENGES: SOLVING THEM WITH MOBILE APPS. Online. Apollo Technical. 2023. Dostupné z: <https://www.apollotechnical.com/last-mile-delivery-challenges/>. [cit. 2024-04-28].

TIJAN, Edvard; AKSENTIJEVIČ, Saša; IVANIĆ, Katarina a JARDAS, Mladen. Blockchain Technology Implementation in Logistics. Online. 2019. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su11041185>. [cit. 2024-04-27].

USTUNDAG, Alp a CEVIKCAN, Emre. Industry 4.0: managing the digital transformation. Series in advanced manufacturing (Springer). Cham: Springer International Publishing, [2018]. ISBN 978-3-319-57869-9.

WANG, Kesheng. Logistics 4.0 Solution-New Challenges and Opportunities. Online. 2016, s. 68-74. Dostupné z: <https://doi.org/10.2991/iwama-16.2016.13>. [cit. 2024-04-27].

WHAT IS 5PL? EXPLORING OPTIONS IN LOGISTICS SUPPLY CHAINS. Online. THOMPSON, Anna. [www.dhl.com](http://www.dhl.com). 2022. Dostupné z: <https://www.dhl.com/discover/en-global/logistics-advice/essential-guides/options-in-logistics-supply-chains>. [cit. 2024-04-26].

ZENTES, Joachim; MORSCHETT, Dirk a SCHRAMM-KLEIN, Hanna. Strategic Retail Management. 3rd Edition. Springer Gabler, 2016. ISBN 978-3-658-10182-4.

ZHOU, Keliang; LIU, Taigang a ZHOU, Lifeng. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. Online. Conference: 2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD). 2015. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284>. [cit. 2024-04-27].

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1 Využití distributora .....	8
Obr. 2 Struktura distribučního systému .....	9
Obr. 3 Struktury distribučního systému .....	11
Obr. 4 Zjednodušený model distribuce .....	20
Obr. 5 Prodeje maloobchodních e-shopů celosvětově v letech 2014 až 2026 .....	22
Obr. 6 Přehled čtyř průmyslových revolucí .....	27
Obr. 7 Využití dronu společností Amazon .....	37
Obr. 8 Autonomní doručovací vozidlo od společnosti Clevon.....	40

### Seznam tabulek

Tab. 1 Rozdíly mezi přímou a nepřímou distribucí .....	17
Tab. 2 Potenciál využití virtuální a rozšířené reality v logistice.....	34
Tab. 3 SWOT analýza doručování pomocí dronů.....	47
Tab. 4 SWOT analýza doručování pomocí autonomních vozidel .....	49
Tab. 5 SWOT analýza využití umělé inteligence .....	50
Tab. 6 SWOT analýza využití mobilních aplikací pro sledování a řízení doručení	51
Tab. 7 Vstupní data pro hodnocení případu E-commerce metodou WSA.....	55
Tab. 8 Dosažené hodnoty v případě E-commerce metodou WSA .....	56
Tab. 9 Vstupní data pro hodnocení případu Restaurace metodou WSA.....	57
Tab. 10 Dosažené hodnoty v případě Restaurace metodou WSA .....	58

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	Bc. David Křupka		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE</b>	Specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Inovativní technologie v logistice "Last mile delivery"		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.		
<b>KATEDRA</b>	KRVLK – Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	2024
<b>POČET STRAN</b>	77		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	8		
<b>POČET TABULEK</b>	10		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	0		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Tématem této práce jsou inovativní technologie v logistice last mile delivery. Cílem práce je analyzovat možnosti uplatnění nástrojů a technologií Průmyslu 4.0 v oblasti logistiky poslední míle, analyzovat konkrétní případy využití těchto technologií v praxi a vyhodnotit další potenciál těchto technologií pro specifické logistické případy. V práci byly analyzovány vybrané technologie a jejich využití v logistice poslední míle, byla provedena SWOT analýza těchto technologií a také navržena a aplikována metodika pro posuzování vhodnosti využití těchto technologií ve specifických případech poslední míle. Následně byl také vypracován soubor doporučení pro další využití stávajících i nových technologií právě v této oblasti.</p>		
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Logistika, distribuce, last mile delivery, poslední míle, Průmysl 4.0, logistika 4.0, inovativní technologie,		

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	<b>Bc. David Křupka</b>		
<b>FIELD</b>	<b>Specialization International Supply Chain Management</b>		
<b>THESIS TITLE</b>	<b>Innovative technologies in logistics "Last mile delivery"</b>		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.</b>		
<b>DEPARTMENT</b>	<b>KRVLK – Department of Production, Logistics and Quality Management</b>	<b>YEAR</b>	<b>2024</b>
<b>NUMBER OF PAGES</b>	<b>77</b>		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	<b>8</b>		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	<b>10</b>		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	<b>0</b>		
<b>SUMMARY</b>	<p>The topic of this thesis is innovative technologies in last mile delivery logistics. The aim of the thesis is to analyse the possibilities of applying Industry 4.0 tools and technologies in the field of last mile logistics, to analyse specific cases of using these technologies in practice and to evaluate further potential of these technologies for specific logistics cases. The thesis analysed selected technologies and their use in last mile logistics, performed a SWOT analysis of these technologies and also proposed and applied a methodology for assessing the suitability of using these technologies in specific last mile logistics cases. Afterwards, a set of recommendations for the further use of existing and new technologies in this particular field was also developed.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	<p><b>Logistics, distribution, last mile delivery, last mile, Industry 4.0, logistics 4.0, innovative technologies,</b></p>		