

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Možnosti využívání exponenciálních
technologií v oblasti skladové logistiky**

Diplomová práce

Přerov 2021

Bc. Gabriela Korčáková



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Zadání diplomové práce

| | |
|------------------|-------------------------------|
| studentka | Bc. Gabriela Korčáková |
| studijní program | Logistika |
| obor | Logistika |

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

Název tématu: **Možnosti využívání exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky**

Cíl práce:

Posoudit možnosti využívání exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky.

Zásady pro vypracování:

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

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Teoretická východiska skladové logistiky
2. Analýza současného stavu exponenciálních technologií
3. Posouzení možnosti využívání vybraných exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky
4. Zhodnocení návrhu

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

BANGSOW, Steffen. Tecnomatix Plant Simulation: Modeling and Programming by Means of Examples. Springer International Publishing AG Switzerland, 2016. 724s. ISBN 978-3-319-19502-5.

GÜNTHER, Ullrich. Automated Guided Vehicle Systems: A Primer with Practical Applications. Verlag: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. 227 s. ISBN 978-3-662-44814-4.

SVOZILOVÁ, Alena, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. Zlepšování podnikových procesů: postupy, metody a nástroje. 2. upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Gabriel Fedorko, PhD.

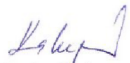
Datum zadání diplomové práce:

30. 10. 2020

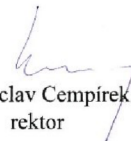
Datum odevzdání diplomové práce:

13. 5. 2021

Přerov 30. 10. 2020



Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry



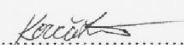
prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
rektor

Čestné prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem byla také seznámena s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat předtím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy logistiky o.p.s. Prohlašuji, že jsem byla poučena o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely. Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 13. 05. 2021

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu prof. Ing. Gabrielu Fedorkovi, PhD., MBA za odborné vedení, vstřícnost a trpělivost při konzultacích, ochotu a za pedagogickou a odbornou pomoc při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat společnosti AGROP NOVA a.s. za poskytnuté informace. Také děkuji své rodině a partnerovi za podporu

Anotace

Diplomová práce pojednává o možnosti využívání exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky. Skladová logistika je důležitým prvkem každého logistického systému. Práce se zaměřuje na využití exponenciálních technologií ve skladovém hospodářství společnosti AGROP NOVA a.s. První část se zabývá teoretickým popisem skladové logistiky a exponenciálních technologií. Obecná analýza exponenciálních technologií ukázala možnosti jejich využití z pohledu logistiky a skladování. SWOT analýza skladového hospodářství společnosti umožnila vytvoření návrhu na implementaci exponenciálních technologií ve skladech společnosti. Primární technologií pro skladové hospodářství jsou čtecí zařízení, která tvoří základ pro vyspělejší exponenciální technologie, jako jsou například drony, digitální dvojče či rozšířená realita. Je nutné si uvědomit, že zavedení exponenciální technologií je složitý proces, který vyžaduje nezbytný funkční základ primárních technologií ve skladovém hospodářství. Pro společnost bylo vybráno nejvhodnější čtecí zařízení a navrženo rozšíření pomocí exponenciálních technologií.

Klíčová slova

exponenciální technologie, skladování, sklad, SWOT analýza, Fullerova metoda, AHP metoda

Annotation

This Dissertation deals with the possibility of using exponential technologies in the area of warehouse logistics. Warehouse logistics is an important element of each logistic system. The work focuses on the use of exponential technologies in the stock management of the AGROP NOVA a.s. company. The first part deals with the theoretical description of warehouse logistics and exponential technologies. The general analysis of exponential technologies showed the possibilities of their use from the point of view of logistics and storage. The stock management SWOT analysis of the company enabled to create a design of the exponential technology implementation in the company's warehouses.

Primary technology for stock management includes reading devices creating a basis for more advanced technologies such as drones, a digital twin or expanded reality. It is necessary to realize that the introduction of exponential technologies is a complicated process requiring a necessary functional basis of primary technologies in stock management. For the company, the most suitable reading device was selected and an extension was designed using exponential technologies.

Keywords

exponential technologies, storing, storage, SWOT analysis, Fuller method, AHP method

Obsah

| | |
|---|-----------|
| Poděkování | 5 |
| Anotace | 6 |
| Klíčová slova | 6 |
| Annotation | 6 |
| Keywords | 7 |
| Úvod | 11 |
| 1 Teoretická východiska skladové logistiky | 12 |
| 1.1 Charakteristika skladové logistiky..... | 12 |
| 1.1.1 Způsob skladování | 13 |
| 1.1.2 Chyby při skladování..... | 14 |
| 1.1.3 Trendy ve skladování..... | 15 |
| 1.2 Sklad a jeho funkce..... | 16 |
| 1.2.1 Operace ve skladech..... | 17 |
| 1.2.2 Druhy skladů..... | 18 |
| 1.2.3 Skladové systémy | 19 |
| 1.2.4 Zaskladňování a vychystávání ve skladu | 20 |
| 1.2.5 Informační systémy pro řízení skladů..... | 21 |
| 1.2.6 Automatizace skladu | 22 |
| 2 Analýza současného stavu exponenciálních technologií | 24 |
| 2.1 Exponenciální technologie..... | 24 |
| 2.1.1 Aplikace exponenciálních technologií | 25 |
| 2.2 Internet věcí | 26 |
| 2.2.1 Internet věcí v logistice | 28 |
| 2.3 Umělá inteligence | 29 |
| 2.3.1 Umělá inteligence v logistice..... | 31 |
| 2.4 Automaticky řízená vozidla..... | 32 |
| 2.4.1 Automaticky řízená vozidla v logistice | 37 |
| 2.5 Drony | 37 |
| 2.5.1 Drony v logistice | 39 |
| 2.6 Virtuální a rozšířená realita | 41 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 2.6.1 | Virtuální a rozšířená realita v logistice | 43 |
| 2.7 | Cloud computing | 44 |
| 2.7.1 | Cloud computing v logistice | 46 |
| 2.8 | Aditivní technologie | 47 |
| 2.8.1 | Aditivní technologie v logistice..... | 49 |
| 2.9 | Digitální dvojče | 50 |
| 2.9.1 | Digitální dvojče v logistice | 51 |
| 2.10 | Blockchain | 52 |
| 2.10.1 | Blockchain v logistice | 53 |
| 2.11 | Technologie NFT..... | 54 |
| 2.11.1 | NFT v logistice | 55 |
| 2.12 | Zhodnocení exponenciálních technologií | 55 |
| 3 | Posouzení možnosti využívání vybraných exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky..... | 58 |
| 3.1 | Charakteristika společnosti | 58 |
| 3.2 | Analýza současného stavu skladového hospodářství společnosti..... | 60 |
| 3.2.1 | Skladování řeziva | 61 |
| 3.2.2 | Skladování polotovarů..... | 62 |
| 3.2.3 | Skladování hotových výrobků..... | 62 |
| 3.2.4 | Skladování briket | 64 |
| 3.2.5 | Skladování materiálně technického zabezpečení | 65 |
| 3.3 | Zhodnocení skladového hospodářství společnosti..... | 66 |
| 3.4 | Využití možnosti exponenciálních technologií ve skladovém hospodářství společnosti AGROP NOVA a.s. | 70 |
| 3.4.1 | Rozšířená realita | 70 |
| 3.4.2 | Drony | 72 |
| 3.4.3 | Automaticky řízená vozidla | 74 |
| 3.4.4 | Digitální dvojče | 76 |
| 3.4.5 | Čtecí zařízení..... | 77 |
| 4 | Zhodnocení návrhu..... | 85 |
| | Závěr | 89 |
| | Seznam zdrojů | 91 |
| | Seznam grafických objektů | 101 |

| | |
|----------------------------|------------|
| Seznam zkratk..... | 103 |
| Seznam příloh | 104 |

Úvod

Tato diplomová práce se zabývá možnostmi využití exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky. Exponenciální technologie, jsou takové, jejichž výkon a/nebo rychlost se musí každým rokem zdvojnásobit a/nebo jejich cena musí o polovinu klesnout. Tyto technologie se díky vývoji různých technologických podskupin staly nedílnou součástí nového přístupu k logistice.

Cílem diplomové práce je analyzovat současný stav exponenciálních technologií a navrhnout jejich použití ve skladové logistice. První část práce se skládá z teoretických popisů skladové logistiky. Následuje analýza exponenciálních technologií, které jsou zhodnoceny z pohledu logistiky a skladování. Na základě tohoto teoretického popisu je sestaven návrh využití exponenciálních technologií ve skladovém hospodářství společnosti AGROP NOVA a.s. Společnost se specializuje na výrobu velkoplošných masivních vícevrstevných desek SWP a jejich využití pro realizaci dřevostaveb.

V první kroku je zhodnocen celkový stav skladového hospodářství pomocí SWOT analýzy. Na základě jejího výsledku jsou vybrány technologie, které by byly pro společnost přínosem. Dále je vytvořen návrh využití vybraných exponenciálních technologií pro určité sklady. Jedná se o rozšířenou realitu, drony, automaticky řízená vozidla a digitální dvojče. V rámci bezpečnosti fungování automaticky řízených vozidel je v práci navržen 3D model vizuálního managementu ve skladu hotových výrobků. Model je vytvořen pomocí veřejně dostupného programu SketchUp.

Zavedení exponenciálních technologií je velice složitý proces, který je zdlouhavý a potřebuje řádnou přípravu a technické vybavení skladového hospodářství. Také je nutné mít dobře nastaven funkční základ primárních technologií, kterými společnost nedisponuje. Z tohoto důvodu je v diplomové práci vytvořen návrh zavedení čtecích zařízení do skladu. Pomocí Fullerovy a AHP metody je vybráno nejvhodnější čtecí zařízení, které je možné v této společnosti použít. Závěrem je zhodnoceno použití exponenciálních technologií ve skladovém hospodářství společnosti.

1 Teoretická východiska skladové logistiky

Kapitola je zaměřena na skladovou logistiku. Jsou v ní vysvětleny základní pojmy, které se týkají skladování.

1.1 Charakteristika skladové logistiky

Skladová logistika je součástí vědní disciplíny s názvem Logistika. Zabývá se činnostmi spojenými se správným skladováním, ochranou a konzervací zboží. Hlavním cílem skladové logistiky je správa, přeprava, umístění, manipulace a úprava zboží od jeho přijetí do skladu po odeslání k zákazníkovi.

Skladování je jeden z nejdůležitějších segmentů každého logistického systému, který spojuje výrobce a zákazníky. Jeho úkolem je uskladnění materiálů, surovin, polotovarů a hotových produktů v místech jejich vzniku a mezi místem vzniku a místem spotřeby. Podává informace o stavu, podmínkách a rozmístění skladovaných produktů. Na světě existuje přes 750 000 zařízení a objektů, které slouží ke skladování. Ať už se jedná o automatizované sklady, malé sklady v rámci prodejen nebo obyčejné garáže a zahradní kůlny.

Skladování je činnost, která má tři základní funkce. Patří mezi ně přesun produktů, uskladnění produktů a přenos informací. Přesun produktů v sobě zahrnuje: příjem, ukládání, kompletaci dle objednávky, překládku a expedici zboží. Uskladnění může být přechodné nebo časově omezené. Přechodné uskladnění se využívá při doplňování základních zásob. Časově omezené uskladnění souvisí s nadměrnými zásobami, které je nutné uskladnit z důvodů sezónní, kolísavé poptávky a dalších. Nejčastěji se jedná o pojistné, spekulativní a sezónní zásoby. Poslední funkcí je přenos informací. Jedná se o informace o stavu zásob, umístění zboží, využití skladových prostor. Ve své podstatě přenos informací o všech činnostech, které se týkají činností spojených se skladováním. S tím souvisí využívání informačních systémů, které přenos informací podstatně urychlují.

Při procesu skladování je důležité zaměřit se na tyto hlavní rozhodovací akce: vybavenost skladu, včetně správy a jeho řízení, rozsah a centralizace skladu, zda využít cizí skladování nebo mít vlastní sklad, dále stanoviště skladu a v poslední řadě je nutné určit

úroveň zásob udržovaných ve skladu. V současné době je velice důležité se rozhodnout, proč držet zásoby ve skladech [1], [2], [3], [4]. Existuje pro to mnoho důvodů:

- „*Snaha o dosažení úspor nákladů na přepravu.*
- *Snaha o dosažení úspor ve výrobě.*
- *Využití množstevních slev (při nákupu většího množství produktů) nebo nákupů do zásoby.*
- *Snaha udržet si dodavatelský zdroj.*
- *Podpora podnikové strategie oblasti zákaznického servisu.*
- *Reakce na měnící se podmínky na trhu (např. sezónnost, výkyvy poptávky, konkurence).*
- *Překlenutí časových a prostorových rozdílů, které existují mezi výrobcem a spotřebitelem.*
- *Dosažení nejmenších celkových nákladů logistiky při současném udržení požadované úrovně zákaznického servisu.*
- *Podpora programů JIT u dodavatelů nebo zákazníků.*
- *Snaha poskytovat zákazníkům komplexní sortiment produktů, nejen jednotlivé výrobky.*
- *Dočasné uskladnění materiálů, které mají být zlikvidovány nebo recyklovány (tj. zpětná logistika) [3, s. 134].“*

Současný trend je však opačný. Sklady se používají spíše jako průtokové body než místa úschovy. Na management je vyvíjen tlak na redukci zásob, protože mnoho nevyužitých skladových zásob s sebou nese vysokou finanční zátěž pro podnik. Zda je skladování a držení zásob výhodou či nevýhodou si musí každý podnik určit sám. S tím dále souvisí systém tlaku (push systém) a tahu (pull systém) [1], [2], [3], [4].

1.1.1 Způsob skladování

Způsob skladování ovlivňuje mnoho faktorů. Vhodný způsob se určuje na základě druhu materiálu, surovin, hotových výrobků, na základě manipulace, podle druhu skladu a vlastností materiálu (například výbušnost, hořlavost), které stanovují možnou délku skladování, možnost paletizace, stohování a balení. Také podle hmotnosti a objemu materiálu, což rozhoduje o místě uložení (v prostoru nebo ve vrstvách). Objemné a těžké materiály se skladují ve spodních prostorech, aby byl jejich odběr co nejjednodušší.

Posledním faktorem, který určuje způsob uskladnění, je četnost odběru materiálu. Často odebírané materiály se ukládají co nejbližší k expedici. Způsob skladování se dělí do tří skupin: volné uskladnění, stohování a uskladnění v regálech.

Volné uskladnění neboli skladování na volné ploše je jeden z nejstarších způsobů skladování. Používá se u sypkých materiálů a u materiálů, které nemají obal, například rudy, písek, brambory, paliva, těžké nadměrné kusy, stroje. Materiál skladovaný na volné ploše by neměl být hydrofobní, měl by odolávat povětrnostním vlivům a měl by mít neměnnou specifickou hmotnost. Může se skladovat v různých vrstvách, blocích, pyramidách, paletách, boxech nebo přímo na zemi. Plocha, na které se skladuje, by měla mít zpevněný povrch, případně ohrazení nebo jednoduché zastřešení. Skladovací kapacita ploch je určena především způsobem ukládání.

Druhý způsob uskladnění je stohování. Je založeno na vrstvení materiálu do určité výšky. Jeho podstatou je manipulace paletizovaného materiálu vysokozdvihnými vozíky. Plocha, na které se stohuje, musí být pevná, rovná a nekluzká. Stoh musí být stabilní a dobře zajištěn proti zřícení. Výhodou je maximální využití skladové plochy a přehlednost skladovaného materiálu. Mezi nevýhody patří nemožnost přístupu ke spodním vrstvám.

Poslední způsob je uskladnění v regálech. Materiál, který nelze vrstvit ani stohovat, se ukládá do regálů. Může se také jednat o materiál, který je křehký. Výhodou uskladnění v regálech je lehká dostupnost a přehlednost. Materiál je uskladněn ručně nebo pomocí vysokozdvihných vozíků a zakladačů [1], [5].

1.1.2 Chyby při skladování

Jako ve všech činnostech v podniku tak i ve skladování je důležité předcházet chybám, které vedou k neefektivitě a odstraňovat je. Jedná se hlavně o:

- přebytečnou nebo nadměrnou manipulaci,
- špatné využití prostor skladu (například špatné rozmístění skladovaného zboží),
- používání zastaralých zařízení (to s sebou nese zbytečné finanční prostředky na údržbu a případné výpadky),
- zastaralé metody při příjmu, expedici a evidenci zboží (například dokumenty v listinné podobě) [3], [6].

1.1.3 Trendy ve skladování

Současný trend ve skladování souvisí především se snižováním zásob ve skladech. Mezi pokrokové prvky ve skladování patří:

- Metoda Just in Time: jedná se o metodu, která vznikla v 80. letech v Japonsku a USA. Překládá se jako „právě včas“. Je to „*způsob uspokojování poptávky po určitém materiálu ve výrobě, nebo hotového výrobku v distribučním řetězci v přesně dohodnutých a dodržovaných termínech dodáváním právě včas podle potřeb odebírajících článků* [3, s. 245].“ Dodává se malé množství velmi často, co možná v nejpozdějším okamžiku a díky tomu se drží jen malá pojistná zásoba.
- Metoda Kanban: je to bezzásobová technologie. Kanban je japonské slovo, které se překládá jako karta, štítek nebo lístek. Cílem této metody je podpora výroby na objednávku, díky které dochází k redukci zásob.
- Metoda Just in sequence: základní myšlenkou metody je dodávání potřebných dílů a komponent v přesné sekvenci, jak je pro výrobu potřebné. Metoda se používá nejvíce v automobilovém průmyslu, kde je velké portfolio výrobků a jejich variant.
- Bezdokladové vychystávání: vychystávání při kterém se využívají mobilní terminály.
- Světlem řízení vychystávání (pick by light): dochází k rozsvícení příslušné pozice položky.
- Hlasem řízené vychystávání (pick by voice): vychystávání na základě hlasových pokynů.
- Technologie rozšířené reality (augmented reality): použití holografických brýlí pro zobrazení údajů pro vychystávání a pro navigování pracovníka na místo dané položky.
- Využití bezobslužných vozíků: automaticky řízené vozíky, které jsou naváděny magnetickou páskou, laserovou technologií nebo dálkovým ovládním.
- Využití dronů: například při inventarizaci zásob v budovách i na venkovních skládkách [2], [7], [8], [9], [10].

1.2 Sklad a jeho funkce

Sklad je část logistického systému. Jedná se o místo, ve kterém dochází k uskladnění surovin, součástek, dílů, ale také přímo hotových výrobků. Sklad může mít tyto hlavní funkce:

- vyrovnávací funkce – sklad vyrovnává nesoulad mezi výrobou a spotřebou,
- zabezpečovací funkce – sklad chrání skladované zboží před nepředvídatelnými riziky,
- kompletační funkce – vytváření sortimentu na základě požadavku odběratele,
- spekuláční funkce – souvisí s očekávaným zvýšením cen,
- zušlechťovací funkce – skladování za účelem jakostních změn (zrání, kvašení, sušení).

Velice důležité je rozhodnutí, jak bude sklad velký a jaký bude jejich počet, tyto dva parametry spolu úzce souvisí, většinou u nich platí vztah nepřímé úměry, tzn, s rostoucím počtem skladů se velikost skladů snižuje. Při určování velikosti skladu je důležité definovat měřítko velikosti skladu, a to podle velikosti skladové plochy nebo objemu skladového prostoru. Nejvíce se však používá měření v m³, to umožní zjistit celkový objem prostoru skladu. Dále má vliv na velikost skladu typ manipulačního zařízení, převážně jeho velikost. Dalším činitelem je poptávka. Pokud dochází k častým výkyvům v poptávce, podnik je nucen držet vyšší hladinu zásob, které zabírají místo ve skladu. Velikost skladu je závislá i na dalších faktorech: úroveň zákaznického servisu, velikost trhu, počet a velikost uskladněných produktů, způsob manipulace, typ skladu a doba výroby produktů.

Počet skladů je spojen s náklady na zásoby, skladovacími náklady a přepravními náklady. Náklady na zásoby s počtem skladů rostou, protože v každém skladě je ve většině případů skladován veškerý sortiment. Skladovací náklady také s počtem skladů rostou, ať se jedná o sklady v osobním vlastnictví (náklady na výstavbu a provoz), tak i sklady pronajaté (pronájem). Přepravní náklady rostou s počtem skladů, protože se zvyšuje součet nákladů na vstupní i výstupní dopravu. Pokud je menší počet skladů, jsou náklady na vstupní dopravu nižší, protože výrobci mohou zboží dodávat ve větších objemech. Podnikatelský subjekt si může postavit vlastní skladovací prostory nebo si je může pronajmout. Ve většině případů je výhodnější

jejich výstavba, která umožní přizpůsobit si sklad svým potřebám (výška, celková plocha a jiné) [2], [3], [4].

1.2.1 Operace ve skladech

Ve skladech probíhá mnoho operací. Jedná se o fyzické činnosti (ukládání a vychystávání), ale také činnosti, které souvisí s organizací, řízením a evidencí. Organizace procesů probíhá dříve, než materiál nebo zboží dorazí do skladu. Je nutné v předstihu určit podmínky pro dodavatele, které mají vliv na průběh a efektivnost skladování (počet kusů v manipulační jednotce, způsob značení, druh dopravy a jiné). Pokud se jedná o sklady s velkým počtem přichozích dodávek určuje se čas doručení, který je oznámen dodavateli. Další činností je připravenost zaměstnanců skladu a techniky v daném čase doručení. Pokud by nebyli zaměstnanci a technika připraveni, docházelo by ke zbytečným časovým prodlevám. Po doručení dodávky následuje vykládka, vstupní kontrola a zaevidování příjmu dodávky. Důležitá je vstupní kontrola, během které se kontrolují podmínky, které byly s dodavatelem dohodnuty (množství, značení, případné poškození a vady). Dále je zboží uskladněno na příslušné místo. Velice důležitou operací ve skladu je inventarizace zboží. Fyzický stav musí být totožný se záznamy v informačním systému [2], [11].

Jak už bylo zmíněno, ve skladu probíhá mnoho operací. Zda jsou tyto operace prováděny správně je možné posoudit pomocí ukazatelů činnosti skladu:

- *potenciální kapacita skladu (vyjádřena jednak staticky jako množství skladových jednotek, které lze uskladnit, jednak dynamicky jako maximální množství skladových jednotek, které projdou skladem za určitou dobu),*
- *poměr mezi nároky na kapacitu skladu a disponibilní kapacitou,*
- *využití kapacity skladu: využití plochy (podíl plochy využívané efektivně pro skladování a celkové plochy skladu), využití prostoru (podíl prostoru využitého pro skladování a celkového prostoru skladu),*
- *využití manipulačních prostředků,*
- *produktivita práce při ukládání a při vychystávání,*
- *přesnost vychystávání v čase,*
- *chybovost vychystávání z hlediska druhu položky a množství,*

- *obrátka a doba obratu zásob,*
- *podíl bezpohybových zásob,*
- *podíl škod ve skladech,*
- *náklady skladových operací [2, s. 222].“*

1.2.2 Druhy skladů

Existuje mnoho druhů skladů, které se klasifikují podle různých kritérií. Podle fáze hodnototvorného procesu dělíme sklady na vstupní, mezisklady a odbytové sklady. Vstupní sklady udržují zásoby vstupních materiálů. Funkcí meziskladu je předzásobení mezi různými fázemi výrobního procesu. Odbytové sklady jsou určené k expedici. Vyrovnávají časový rozpor mezi výrobními a odbytovými procesy.

Další dělení je dle stupně centralizace. Jedná se o sklady centralizované a decentralizované. V rámci centralizovaného skladu jsou zásoby shromažďovány na jednom místě uvnitř provozu. U decentralizovaného skladu se zásoby umísťují na různých místech v provozu. Sklady se také mohou klasifikovat podle orientace na materiál a spotřebu.

Jiné rozdělení je podle počtu možných nositelů potřeb. Jedná se o sklady všeobecné, ty mají za úkol zásobení všech nákladových center v podniku, přípravné sklady, které se zaměřují pouze na určitý okruh nositelů potřeb a sklady příruční, ty drží zásoby pro specifické výrobní stupně a pracovní postupy.

Skladovat se také může v budovách nebo v nekrytých skladech. Dle stanoviště dělíme na vnitřní a vnější sklady. Vnitřní sklady jsou uvnitř podniku. Vnější sklady se nachází mimo stanoviště podniku a většinou se staví kvůli nedostatku místa nebo pro zkrácení vzdálenosti mezi skladem a dodavatelem či odběratelem.

Dle správy skladu se rozeznávají sklady vlastní a cizí. Vlastní sklady jsou ve vlastnictví podniku, opakem jsou sklady cizí, které spravuje jiný subjekt. V rámci podniku se mohou sklady dělit dle skladovaných věcí, například sklad propagačního materiálu, sklad dřeva a jiné. Pro lepší přehlednost je dělení skladů zobrazeno pomocí Schéma 1.1 [2], [3], [12], [13].

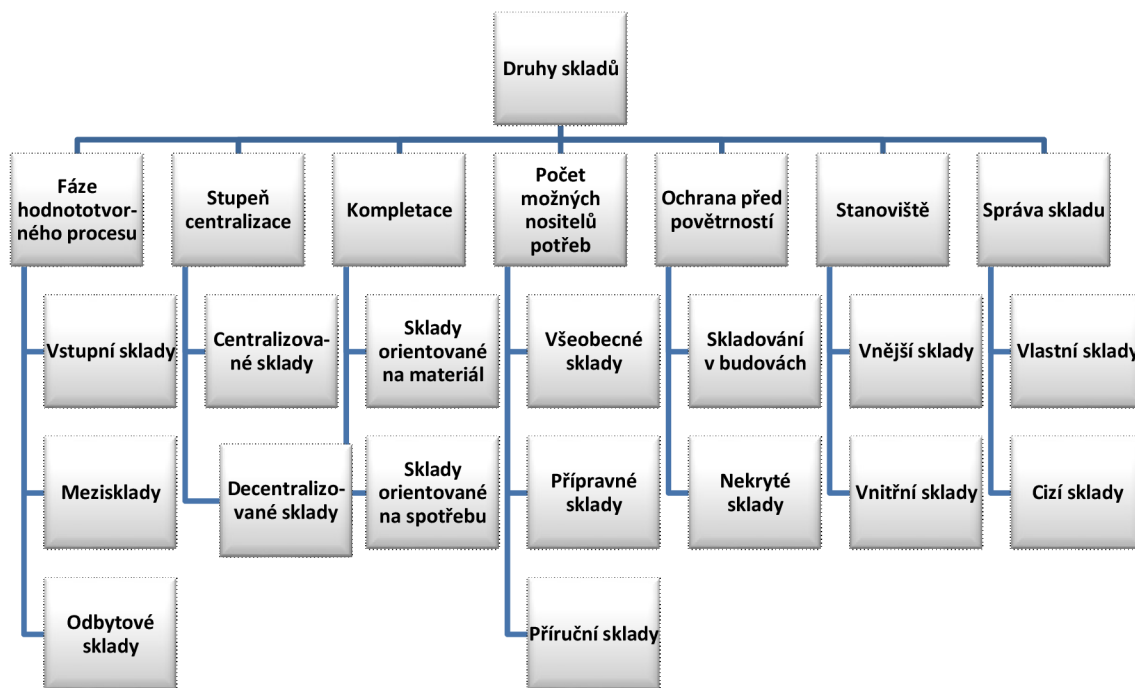


Schéma 1.1 Dělení skladů

Zdroj: vlastní zpracování dle [12]

1.2.3 Skladové systémy

Skladové systémy mají mnoho dělení. Podle Macurové [2018] se dělí dle principu ukládání a vychystávání na statické a dynamické. Statické skladové systémy jsou nepohyblivé. Fungují na principu člověk ke zboží. Zboží se nepohybuje a člověk musí přijít přímo k místu uložení. Dynamické skladové systémy jsou opakem. Zboží je přivezeno přímo ke člověku. U tohoto typu se používají moderní automatické technologie. Výhodou dynamického systému je vysoká produktivita při vychystávání a nízká fyzická námaha pracovníků skladu. Další dělení statických a dynamických skladových systému je zobrazeno pomocí Schéma 1.2, další dělení je podle Grose [2016], viz Schéma 1.3.

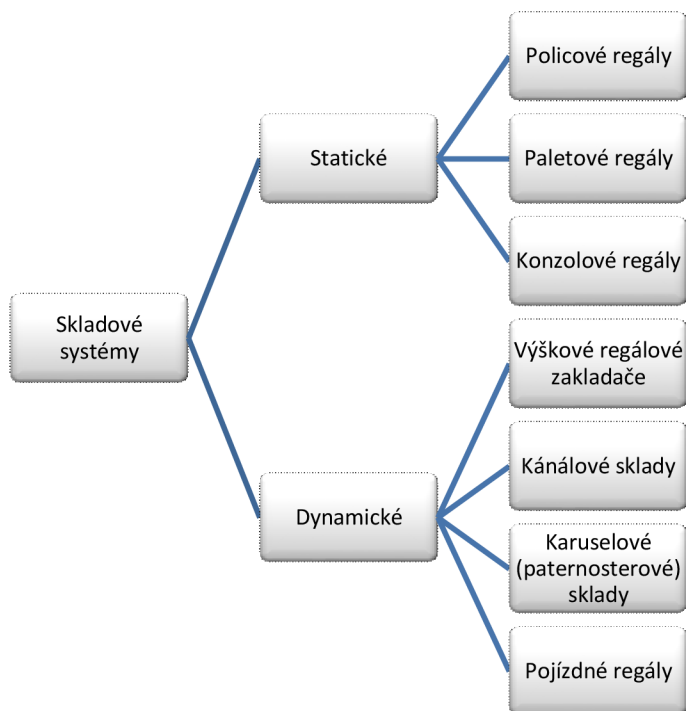


Schéma 1.2 Dělení skladových systémů

Zdroj: vlastní zpracování dle [2]

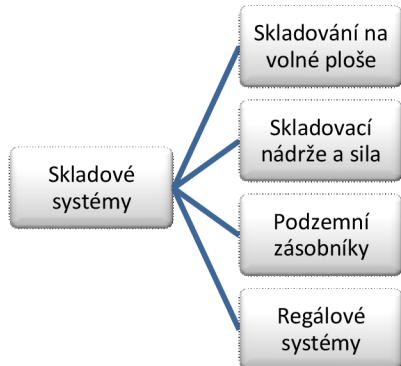


Schéma 1.3 Dělení skladových systémů podle Grose

Zdroj: vlastní zpracování dle [1]

1.2.4 Zaskladňování a vychystávání ve skladu

Zaskladňování a vychystávání skladovaných položek má vliv na dobu trvání skladových operací, náklady a chybovost.

Při zaskladňování položek se bere zřetel na četnost příjmu a výdeje položek, hmotnost materiálu, používání mechanizačních prostředků, potřebu efektivně využít prostor

a potřebu zabránit záměnám. Zaskladňování se dělí na 5 typů: pevné ukládání, záměnné ukládání, skladové zóny, dynamické zóny a předvídací uskladňování.

U pevného ukládání má každá skladová položka své místo. Mezi výhody patří rychlé vyhledání položky. Takové ukládání ale není efektivní, pokud dojde k období, kdy položka není žádaná.

Výhodou záměnného ukládání je možnost menší kapacity skladu. Položky jsou ukládány na libovolná místa, která jsou právě v okamžiku volná a vhodná. Ukládání může ovládat počítač, který navrhne vhodnou pozici.

Dalším typem jsou skladové zóny. Zóny se zaměřují na určitou skupinu položek. Stanovují se podle průměrné četnosti odběru. Místo pro jednotlivé položky se určuje na základě záměnného ukládání, oproti tomu dynamické zóny se přizpůsobují aktuální situaci.

Jako poslední je předvídací uskladňování. Pro položku je určeno nejlepší volné místo, ale záleží na době, kterou položka stráví ve skladu. Čím kratší je doba uskladnění, tím lepší místo položka dostane.

Vychystávání skladovaných položek se dělí na jednostupňové a vícestupňové. O jednostupňové vychystávání se jedná, pokud jde o vychystávání určité zakázky. Tento proces se může vykonávat třemi způsoby. Vychystávat může jeden pracovník, od začátku až do konce. Druhý způsob je vychystávání pomocí více pracovníků. Jednotlivý pracovník má svou zónu a do ukládacího prostředku přiřazeného dané zakázce se ukládají postupně položky z jednotlivých zón. Posledním způsobem je vychystání několika zakázek jedním pracovníkem současně. Při vícestupňovém vychystávání je postup následující: v prvním stupni se vychystá dopředu takový objem položek, který je daný součtem požadovaného objemu ve všech zakázkách za určité období (hodiny, 1 směna, 1 den). Ve druhém stupni se z nachystaných položek vytvoří jednotlivé zakázky. Nevýhodou vícestupňového vychystávání je několikanásobné přemísťování položek a potřeba plochy pro shromažďování položek z prvního stupně [2], [14].

1.2.5 Informační systémy pro řízení skladů

Ve skladech se používají informační systémy pro řízení skladu, anglicky Warehouse Management Systems (WMS). Informační systémy poskytují plnou automatizaci skladových procesů počínaje objednááním zboží až po jeho expedici. WMS jsou schopny

automaticky plánovat a evidovat práci, ale také ji kontrolovat. Jedním z předpokladů pro aplikaci informačních systémů pro řízení skladu je jednoznačné označení skladových položek, regálů a ukládacích míst identifikačními znaky, jako jsou čárové kódy, RFID a jiné. Pro sběr a předávání dat o ukládaných a vychystávaných položkách se používají mobilní terminály. Systémy WMS mohou zahrnovat základní procesy, jako jsou:

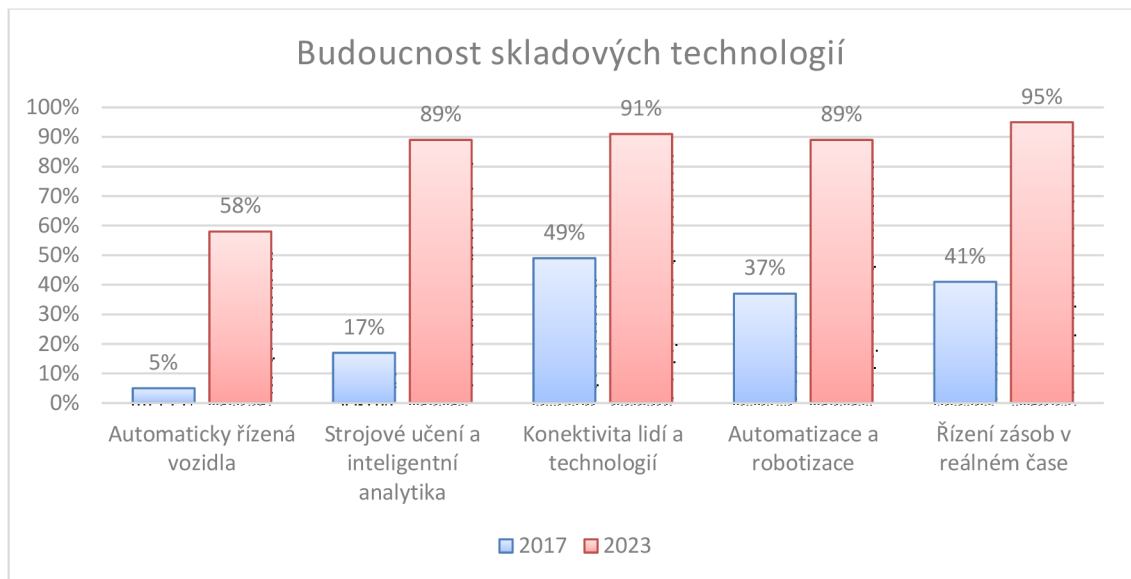
- evidence příjmu zboží,
- přejímka,
- uskladnění, vychystávání,
- kompletace,
- expedice,
- inventarizace,
- analýza dat o zásobě.

Informační systémy pro řízení skladu mohou být propojeny se systémy pro řízení dopravy, řízení objednávek, fakturaci a účetnictví. Také mohou být vázány na systémy pro správu a řízení manipulačních prostředků neboli systém řízení flotily (Fleet Management System – FMS [2], [15]).

1.2.6 Automatizace skladu

Ve skladu je velký počet činností, ve kterých lze nahradit zaměstnance strojem nebo informačním systémem. Výběr vhodné technologie a techniky je závislý na mnoha faktorech, které je nutné posoudit. Jedná se například o otázky jako: jaké činnosti automatizovat, s jakým zbožím se bude manipulovat a jiné.

Automatizace skladu je finančně náročná, ale má i mnoho přínosů. Patří mezi ně: rychlost, spolehlivost, přesnost, vyšší kapacita skladu, větší výkonnost, snížení personálních nákladů, snížení provozních nákladů (náklady na osvětlení, vytápění). Nejvíce používanou automatizovanou technikou jsou regálové zakladače a automaticky řízené vozíky [16]. Na Grafu 1.1 je vyobrazena budoucnost skladových technologií. Jedná se o porovnání roku 2017 a 2023. Je zřejmé, že použití technologií v této oblasti očekává velký růst.



Graf 1.1 Budoucnost skladových technologií

Zdroj: [17]

2 Analýza současného stavu exponenciálních technologií

Zde je provedena analýza současného stavu exponenciálních technologií, které jsou podrobně popsány a zhodnoceny.

2.1 Exponenciální technologie

Exponenciální technologie neboli Exponential Technology je definována jako technologie, jejichž výkon a/nebo rychlost se musí každým rokem zdvojnásobit a/nebo jejich cena musí o polovinu klesnout. Exponenciální technologie jsou jednou velkou kategorií z oblasti technologií. Jedná se o vývoj umělé inteligence, internetu věcí, cloudu, rozšířené a virtuální reality, blockchain, automaticky řízených vozidel, dronů, nanotechnologií, kvantových počítačů, 3D tisku a dalších vyvíjejících se technologií. Pojem exponenciální se rozumí rychlý nárůst hodnot, které jsou pro vývoj daných odvětví extrémně důležité. Exponenciální technologie se díky vývoji různých technologických podskupin stala nedílnou součástí nového přístupu k logistice.

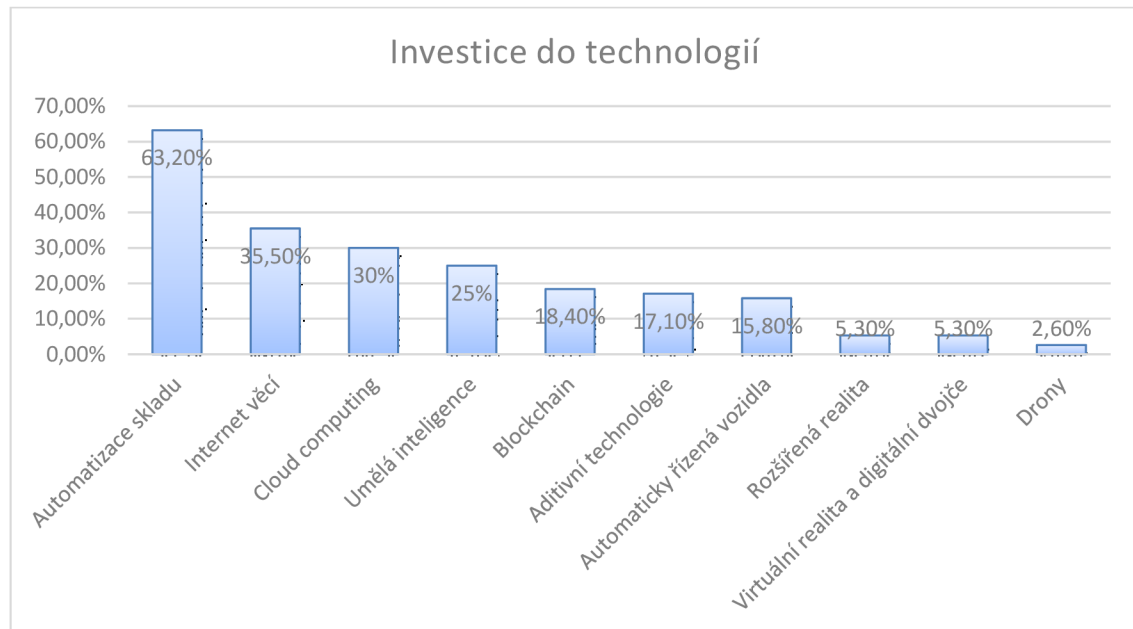
Významným podnikatelem v oblasti exponenciálně se rozvíjejících technologií a autorem knihy Exponenciální organizace je Yuri van Geest, který vyjádřil definici exponenciální technologie tak, že její růst se musí zdvojnásobit či cena klesnou alespoň na polovinu. Tato myšlenka byla propagována na konferenci Huawei EcoConnect, kde mimo jiné byly vysvětleny některé konkrétní exponenciální technologie.

Základním prvkem exponenciálních technologií je Moorův zákon a také Zákon zrychlujících se výnosů. Moorův zákon dle Gordona E. Moora je empirické pravidlo, že složitost integrovaných obvodů se zdvojnásobuje každých 18 měsíců, přičemž cena zůstává konstantní.

Z hlediska exponenciálních technologií lze Moorův zákon vysvětlovat jako celkovou výnosnost počítačového zpracování, která se každé 2 roky zdvojnásobí. Což ukazuje, že základní matematický pojem pro vysvětlení Moorova zákona je exponent. Exponent z matematického hlediska určuje počet, kolikrát je číslo vynásobeno vůči sobě. V exponenciálním vyjádření to znamená, že dojde k exponenciálnímu růstu, který lze vysvětlit tak, že základní stavební jednotka se rozdělí na dvě, poté se každá z nich rozdělí na čtyři, v dalším kroku na osm atd.

Zákon zrychlujících se výnosů popisuje teorii, která říká, že v prostředí, kde se systém učí z vlastních chyb, roste jeho vývoj exponenciálně a nikoli standardně lineárním způsobem [18], [19], [20], [21], [22].

Graf 2.1 znázorňuje investování do exponenciálních technologií za rok 2019.



Graf 2.1 Investice do technologií

Zdroj: [17]

2.1.1 Aplikace exponenciálních technologií

Pro lepší pochopení exponenciálních technologií a jejich aplikací k řešení problémů byla vymyšlena koncepce 6D, která je tvořena těmito pojmy.

- Digitalizace: jedná se o informační a datové technologie založené na jedničkách a nulách. Od okamžiku, kdy je technologie digitalizována, se jedná o informační vědu, kterou lze spravovat pomocí počítačů.
- Decepcce: slovo decepcce vyjadřuje klam či podvod, z hlediska exponenciálních technologií se jedná o to, že po digitalizaci je růst technologie malý, dokud nepřekročí hodnotu celého čísla, jakmile dojde k jeho překročení, růst se rapidně změní a technologie je žádanější.
- Disrupce: neboli narušení znamená, že po překročení hodnoty celého čísla dojde k narušení trhu efektivitou a náklady trhu nové technologie. Což způsobí narušení stávajících technologií. Trh se dané změně přizpůsobí až v průběhu času.

- Dematerializace: technologie je ve fázi, kdy její cena klesá a pohybuje se v rozmezí nákladů až po bezplatnou dostupnost.
- Demonetizace: po přizpůsobení trhu je technologie cenově dostupnější, a tudíž dojde k jejímu masivnímu rozšíření.
- Demokratizace: po projití všemi předešlými kroky se technologie ze stavu kdy byla dostupná pouze privilegovaným, přenesla na technologii přístupnou široké globální populaci [23], [24].

2.2 Internet věcí

Internet věcí (IoT – Internet of Things) je technologie, která propojuje jednotlivá zařízení (stroje, objekty) pomocí internetu, bez účasti člověka. Základem je sběr dat. Ke sběru dochází pomocí různých senzorů nebo čidel. Dalším krokem je sdílení dat pomocí internetu. Data jsou poté zpracována, vyhodnocena a následně využita.

První zmínky o této technologii se objevují již v roce 1999. Zakladatel technologie RFID, Kevin Ashton, spatřoval radiofrekvenční identifikaci jako předpoklad pro internet věcí. Jeho idea byla využívat identifikátory k tomu, aby počítače mohli ovládat všechny objekty a osoby v každodenním životě. Od roku 1999 došlo k velkým změnám a díky současným technologiím, propojenosti všeho, lepším softwarům a levnější výrobě se IoT dostal do širšího povědomí a je hojně využíváný. Internet věcí byl prvně aplikován na hlídání vychlazených nápojů pomocí čidel ve firmě Coca Cola. Následně docházelo k využívání v různých oborech. Společně s rozmachem dalších technologií jako jsou BigData a umělá inteligence se internet věcí dostává do popředí. Za jeho pomoci dochází k automatizaci věcí a tím k zefektivnění procesů.

Uplatnění je především tam, kde se sbírají data z velkého počtu lokalit. Po následném zpracování těchto dat je možné provádět případné úpravy či změny. Internet věcí je multioborová technologie, která má uplatnění ve všech odvětvích, která jsou shrnuta v Tab. 2.1 [25], [26], [27], [28], [29], [30].

Tab. 2.1 Využití internetu věcí

| Název odvětví | Využití internetu věcí |
|----------------------|---|
| Zákaznický servis | Tvorba nabídek, analýza konkrétního zákazníka, sledování poptávky a její adaptace na skladové zásoby. |
| Analýza big data | IoT umožňuje analýzu firemních dat. |
| Konzumní elektronika | Zabezpečení aut i zařízení v domácnosti díky různým sensorům a alarmům. |
| Zdravotnictví | Vývoj nových léků, digitalizace patientských dat, iHealth – sledování pacienta na dálku. |
| Průmysl | Monitorování stavu strojů a efektivnější alokace práce. |
| Automobily | Sledování stavu paliva, poruch, diagnostika. |
| Finančnictví | Mobilní platby, chytré pokladny, vytváření nových finančních modelů. |
| Rodičovství | Chytrá zařízení sloužící k monitoraci dítěte (chůvičky, monitor dechu, kamery, atd). |

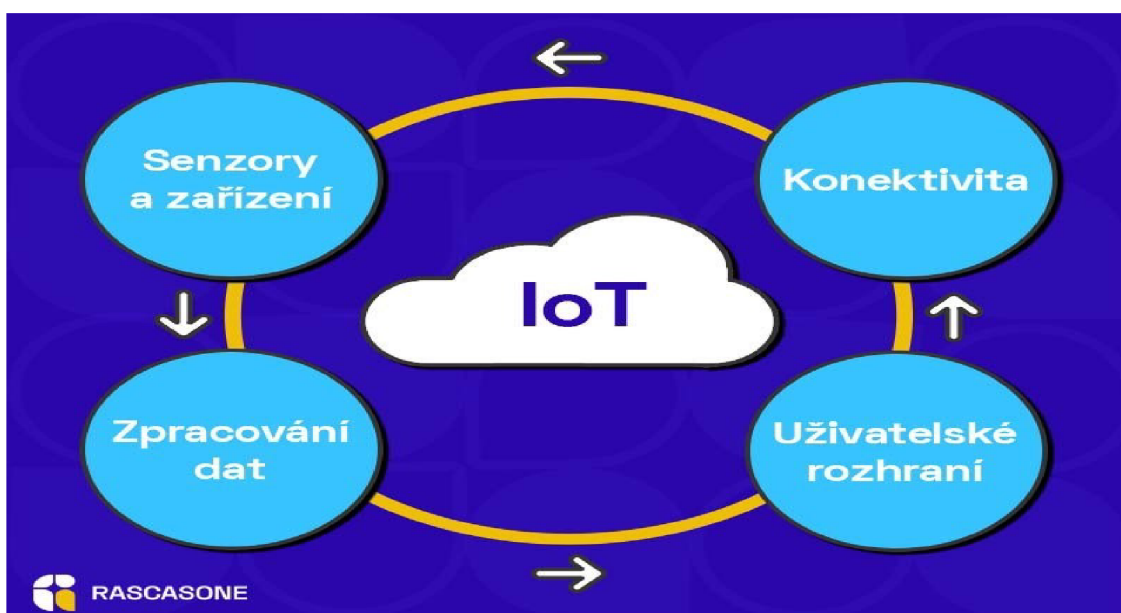
Zdroj: [25]

Internet věcí je síť fyzických a elektronických zařízení, která odesílají a přijímají data. Základem je, že jednotlivý IoT produkt má svůj software, snímací senzory a síťovou konektivitu, což je nejčastěji WiFi, USB či Bluetooth, které umožňují komunikaci s dalšími zařízeními. Každý produkt je nezávisle fungující a může pracovat i bez připojení k internetu. Ale díky konektivě ho lze samostatně identifikovat a propojovat s ostatními zařízeními a plně využít jeho potenciál. Základním prvkem IoT jsou senzory, které umožňují sběr dat. Senzory mohou být například teplotní, sledující polohu, měřící různé fyzikální vlastnosti. Vzhledem k velkému množství dat je nutné využívat cloud.

Princip fungování IoT technologie lze popsat pomocí čtyř bodů, které jsou zobrazeny na Obr. 2.1, jedná se o:

- senzory a zařízení (pro sledování a kontrolu),
- konektivita (pro propojení zařízení a ukládání dat),
- zpracování dat,

- uživatelské rozhraní [25], [26], [27], [28], [29], [30].



Obr. 2.1 Princip fungování IoT

Zdroj: [25]

V následující Tab. 2.2 jsou vyobrazeny výhody a nevýhody, které exponenciální technologie s názvem Internet věcí přináší.

Tab. 2.2 Výhody a nevýhody internetu věcí

| Výhody | Nevýhody |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Redukce nákladů | <ul style="list-style-type: none"> • Prostor pro kybernetické hrozby (phishing a DDoS útok) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Mobilita a rychlost | <ul style="list-style-type: none"> • Ztráta či odcizení dat |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zvýšení efektivity a produktivity | <ul style="list-style-type: none"> • Neúmyslné sdílení |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nové obchodní příležitosti | <ul style="list-style-type: none"> • Složitost zavedení |
| <ul style="list-style-type: none"> • Vylepšení řízení provozních procesů | |

Zdroj: [25], [31]

2.2.1 Internet věcí v logistice

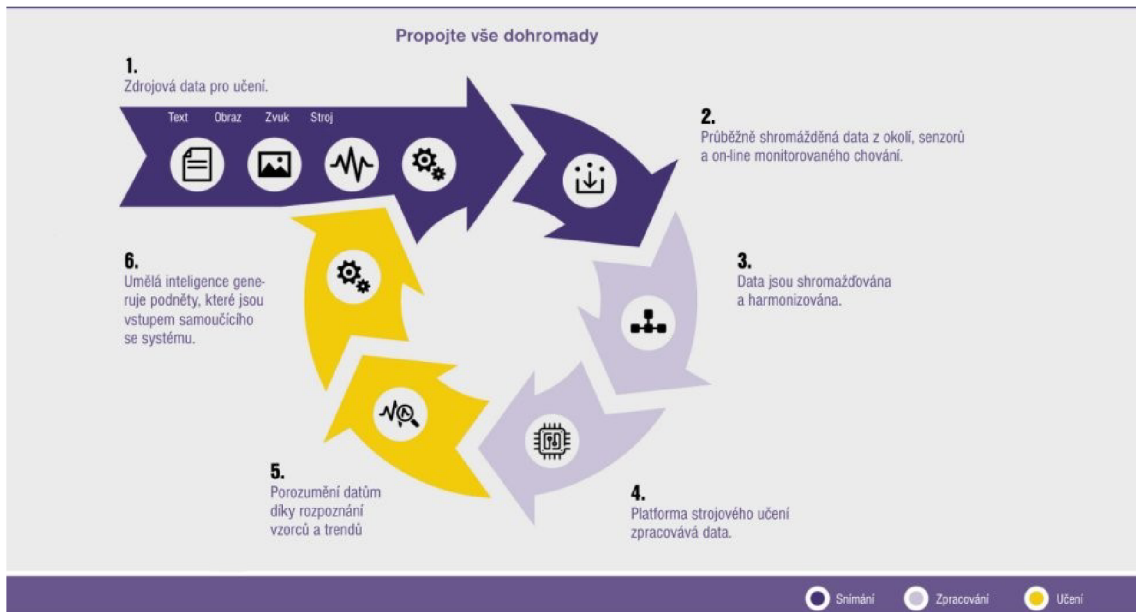
Hlavní využití internetu věcí v logistice je ve výrobě, kde lze s využitím IoT sbírat a zpracovávat informace o veškerých krocích výrobního procesu. Výsledkem takto

nasbíraných dat je elektronický průvodní list konkrétního výrobku, který nese informace o jeho vzniku. Mezi tyto informace patří například doba a teplota lisování a teplota svařování, otáčky a průměry při vrtání otvorů a různé informace ohledně šroubení. Elektronický průvodní list lze získat nejen u výsledných výrobků, ale také z výrobní linky a z jednotlivých strojů. Na základě prediktivní analýzy ze získaných dat lze prodlužovat provozuschopnost linky, případně lze odhalit poruchovost jednotlivých součástí a včasnou výměnu, aby nedošlo k omezení výrobní linky, které vede k významným ztrátám. Prediktivní analýza dále slouží k zamezení výroby vadných kusů a také k získání informací o přesné spotřebě materiálu na výrobu koncového produktu. Další využití internetu věcí jsou lokalizační možnosti, kdy lze získat poziční informace o jednotlivých výrobcích během celého výrobního procesu. Internet věcí nemusí být využíván pouze k získávání informací o výrobcích, ale lze jej využít například i pro vyhodnocení oprávněnosti obsluhy manipulovat s daným přístrojem. Jedná se o to, že nedojde ke spuštění stroje, dokud oprávněná osoba nezadá svoje přihlašovací údaje. Rozšířením může být uchování informací o proškolení, certifikačních zkouškách pro danou oprávněnou osobu. Další využití jsou IoT pomocníci v oblasti logistiky, které mají největší využití při přesném sledování přepravovaného zboží. Kdy sledovanými parametry může být poloha, informace o dopravě, teplotě ve vozidle, stavu vozovky a náhlé změny pozice vozidla. Tyto informace slouží u případných reklamací. Díky internetu věcí vznikají moderní sklady, které pracují s automatickým naskladňováním a vyskladňováním. Internet věcí je velkým pomocníkem, ale je nutné dbát na kybernetickou bezpečnost [25], [32], [33], [34], [35].

2.3 Umělá inteligence

Umělá inteligence (AI) souhrnně označuje zařízení a systémy, které napodobují lidské chování k plnění úkolů. Díky sběru dat a získávání nových informací lze tato zařízení a systémy opakovaně vylepšovat. Cílem umělé inteligence není nahradit lidi, ale pouze zvýšit schopnost a užitečnost člověka. Principem je napodobení a překonání způsobu, jak lidé vnímají svět a fungují v něm. AI se stala všeobecnou technologií pro aplikace, které kdysi vyžadovaly zásah člověka. Součástí této technologie je strojové a hluboké učení, které často bývají s pojmem umělá inteligence zaměňovány. Strojové a hluboké učení je funkční prostředek umělé inteligence, díky němuž lze provádět různé analýzy.

Na Obr. 2.2 je znázorněn obecný proces použití umělé inteligence, který lze použít ve všech odvětvích [36], [37], [38].



Obr. 2.2 Proces použití umělé inteligence

Zdroj: [36]

Vznik prvních počítačů a existence programovatelných strojů se považuje za počátek umělé inteligence datované v první polovině 20. století. V této době se stala umělá inteligence předmětem zkoumání mnoha výzkumných center a prvním velkým úspěchem bylo vytvoření tzv. Turingova testu, který se považuje za základ teorie strojového učení. Účelem testu je zjistit, zda zkoumaný program lze pokládat za skutečně inteligentní. Test probíhá ve dvou místnostech. V první se nachází počítač spolu s člověkem a ve druhé testující člověk. Úkolem testujícího člověka je zjistit, zda jsou otázky kladené počítačem či člověkem v první místnosti. Pokud testující osoba nezjistí rozdíl mezi otázkami stroje a člověka je tento počítač případně software vyhodnocen jako inteligentní. Test není určen ke zkoumání všech hledisek, kterými by měla umělá inteligence disponovat, ale i tak je považován za kvalitní a běžně využívaný.

V roce 1952 byl vytvořen první počítač, který umožňoval simulovat průběh deskové hry Dáma. V roce 1954 došlo k dalšímu pokroku v rozvoji umělé inteligence, kdy firma IBM vytvořila program pro úspěšné překlady vybraných frází slov z angličtiny do ruštiny a rok 1956 je oficiálně označován jako mezník v používání umělé inteligence. Následně došlo k rozvoji strojového učení, kdy byla snaha, aby umělá inteligence dokázala automaticky

vytvářet algoritmy a sama se učením zdokonalovat. To vedlo k vytvoření prvního virtuálního asistenta s názvem ELIZA a následně sestavení prvního lidského robota s názvem Wabot - 1, kterého vyvinuli vědci z Japonska v roce 1970. Tento robot dokázal samostatně manipulovat s předměty a konverzovat s lidmi. V 70. letech se tato technologie dostala do světa medicíny, v němž funguje dodnes. Během dalších let dochází k rapidnímu vývoji a umělá inteligence zapříčiní rozvoj robotů a chytrých zařízení. V roce 2005 vznikl první autonomní automobil Stanley a došlo k velkému vývoji chytrých zařízení a umělá inteligence se stala běžně využívanou technologií. V současné době se lze s touto technologií setkat například při diktování obsahu zpráv, ovládání virtuálních her, s virtuálními asistenty v mobilních zařízeních či při běžném vyhledávání na internetu [36], [37], [38].

V Tab. 2.3 jsou zobrazeny výhody a nevýhody umělé inteligence.

Tab. 2.3 Výhody a nevýhody umělé inteligence

| Výhody | Nevýhody |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Snížení lidské chyby | <ul style="list-style-type: none"> • Vysoké náklady |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nulová rizika | <ul style="list-style-type: none"> • Absence kreativity |
| <ul style="list-style-type: none"> • Dostupnost 24 hodin 7 dní v týdnu | <ul style="list-style-type: none"> • Riziko nezaměstnanosti |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nestranná rozhodnutí | |

Zdroj: [37], [39]

2.3.1 Umělá inteligence v logistice

Umělé inteligence se využívá k transformaci logistických procesů pomocí prediktivní analýzy dat velkého objemu, robotiky či autonomních vozidel. Umělá inteligence se stala nedílnou součástí logistiky. Hlavní logistické oblasti umělé inteligence jsou: prognózy a plánování, skladování a robotika, efektivita provozu a zákaznické služby.

- Prognózy a plánování: zlepšování transparentnosti a efektivity v logistických řetězcích, díky změně poptávky, plánování kapacity a přidělování zdrojů. Díky shromáždění velkého množství dat je možné předvídat požadavky na transport produktů dopředu a připravit efektivní cestu. Dále posouzení situace v oblasti zdrojů a doporučení jejich přidělení efektivněji než lidské zdroje.

- Skladování a robotika: využívá se při hledání, sledování a přesouvání zásob ve skladech. Výsledkem může být zkrácení průměrné doby na vyřízení objednávky.
- Efektivita provozu a zákaznické služby: získávání informací o pohybu zboží v dodavatelském řetězci. Cílem je zvýšení efektivity provozu, snížení zásoby, provozních nákladů a co nejrychlejší reakce na požadavky zákazníků.

Logistika se díky umělé inteligenci rozvinula a změnila přístup. Hlavní cíle umělé inteligence v logistice směřují k dosažení proaktivního, prediktivního, automatizovaného a individuálního logistického procesu při provozních aktivitách, styku se zákazníkem, porozumění situace a výhodnými náklady v administrativní oblasti. Technologie se mohou v logistických provozech zaměřovat na rozpoznávání obrazu při sledování zařízení a stavu zásilek, zajišťovat plně autonomní přepravu či předvídat výkyvy zásilek dříve, než k nim dojde. Další využití umělé inteligence v logistice je analýza masivního objemu strukturovaných a nestruturovaných dat, která vznikají během celého logistického procesu.

Účelem aplikace umělé inteligence do logistiky je rozšiřovat lidské dovednosti a eliminovat rutinní pracovní činnosti zaměstnanců. Zaměstnanci se mohou věnovat smysluplnější činnosti s vyšší přidanou hodnotou [37], [40], [41].

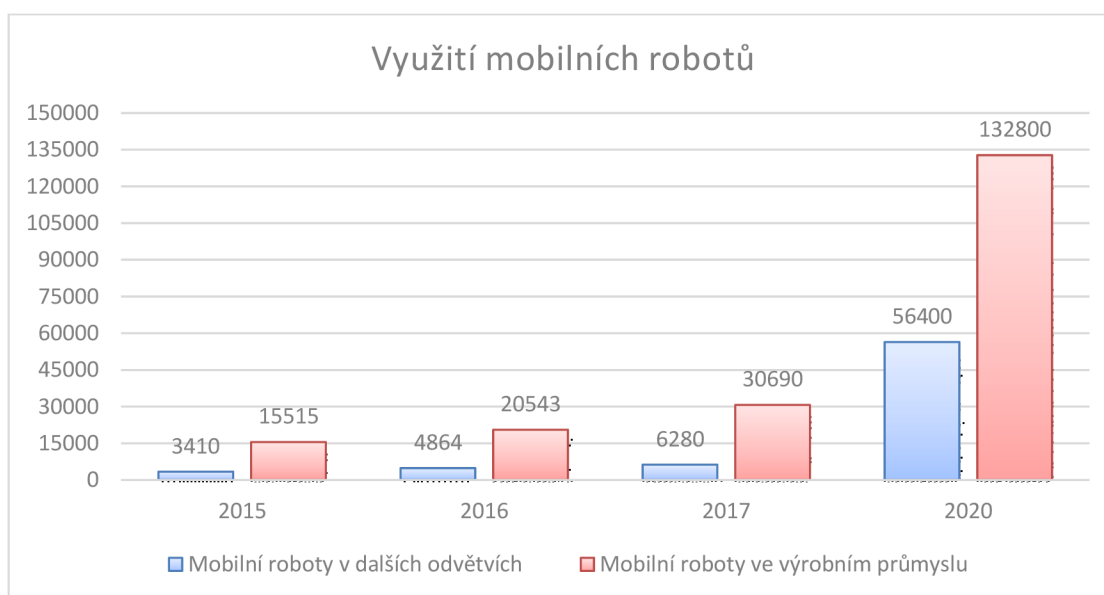
2.4 Automaticky řízená vozidla

Automaticky řízené vozidlo neboli AGV (Automatic guided vehicle) je zařízení, které nepotřebuje k řízení člověka, je řízeno počítačem. Tento mobilní robot slouží k přepravě materiálu či provedení specifických úkolů. Je vhodným nástrojem pro opakující se toky. Pohon vozíků je pomocí elektromotoru, který je poháněn bateriemi a pomocí speciálního softwaru a navigačního systému. Vozíky jezdí po zavedené trase, která byla dříve vytyčena pomocí drátů, či magnetické pásky, ale s vývojem technologie se využívají pokročilejší formy navigace jako je laser či senzorické kamery.

AGV je řízeno pomocí navigace. Je to základní funkce robota, která určuje jeho směr a rychlost jízdy v reálném čase. Existuje gyroskopické, indukční, optické, magnetické, laserové a GPS navádění. Vhodný typ navigace se vybírá na základě úkolů, které mobilní robot vykonává.

Šedesátiletou historii AGV lze rozdělit do čtyř etap – nápad a implementace, euforie automatizace, osvědčení technologie pro intralogistiku, současnost a budoucnost. Jedná se o vývojové fáze, během kterých došlo k velkým technickým pokrokům. První éra trvala 20 let a rozvinula myšlenku nahrazení řidiče automatizovaným systémem. V této éře vzniklo první automaticky řízené vozidlo. Jednalo se o upravený tažný traktor, který táhl přívěs a byl navigován elektricky vodivou páskou umístěnou v podlaze. V druhé éře došlo k sestrojení klasického AGV. Na základě rostoucí produkce se zvýšila poptávka po AGV a díky tomu docházelo ke zdokonalování technologií. V třetí éře bezdotykových senzorů AGV vozíky začaly využívat WLAN síť. Klasická navigace byla nahrazena magnetickou a laserovou. V současné době je snaha o úplnou autonomnost systému, rozvíjí se expanze mobilních robotů, kteří pronikají do všech odvětví průmyslu.

Pomocí grafu 2.2 je zobrazen růst využívání robotů ve výrobním průmyslu a dalších odvětvích od roku 2015 – 2020. Z grafu je zřejmé, že používání robotů ve výrobním průmyslu rapidně roste [42], [43], [44], [45], [46].



Graf 2.2 Využití mobilních robotů

Zdroj: [44]

V Tab. 2.4 je deset typů automaticky řízených vozíků. Dále jsou v tabulce popsány jejich základní funkce a typ přepravovaného nákladu.

Tab. 2.4 Typy automaticky řízených vozidel

| Typ automaticky řízeného vozidla | Přepravovaný náklad | Funkce |
|----------------------------------|---------------------|--|
| AGV vysokozdvížený vozík | paleta | Zvedání, manipulace a přemísťování palet a kompatibilních kontejnerů na úrovni podlahy. |
| AGV plošinový vozík | paleta | Manipulace s přepravními jednotkami (palety, kontejnery, klece). Vyžadují zvednutí a naložení přepravní jednotky do výšky 60 cm. |
| AGV tažné vozidlo | přívěs | Umožňuje tahat větší počet přívěsů. |
| AGV podjezdové vozidlo | roltejner | Přeprava a odtah nákladu, možnost podjezdu nákladu, může přepravovat regály na kolečkách. |
| AGV montážní vozidlo | díly pro montáž | Nosná konstrukce nese objekt montáže. |
| AGV pro těžký materiál | role, cívky | Manipulace a přemísťování nadměrných nákladů. |
| Malé AGV systémy | přepravky | Přeprava v rámci vychystávání. |
| AGV pro přepravu osob | osoby | Přeprava osob, personálu. |
| AGV s diesellovým motorem | různé | Použití ve venkovním prostředí, přeprava nákladů s velkou hmotností. |
| AGV pro speciální činnosti | různé | Určeno pro speciální přepravu. |

Zdroj: [42]

- AGV vysokozdvížený vozík (Forklift AGVs)

AGV vysokozdvížené vozíky mají vysoký rozsah použití a jedná se o nejpoužívanější typ. Využívají se k přepravě palet a manipulaci s nimi či jinými přepravními jednotkami. Jejich hlavní využití je na zdvih nákladu a ukládání na úrovni podlahy a do výšky. Jsou dvojího typu, prvním typem jsou klasické vysokozdvížené vozíky a druhým typem jsou vozíky se speciálním designem.

- AGV plošinový vozík (Piggyback AGVs)

Taktéž využívá klasické přepravní jednotky jako jsou palety, kontejnery nebo klece. Jeho konstrukce neumožňuje samostatné zvedání přepravovaného zboží z podlahy. Zdvih zboží do výšky 60 cm musí zabezpečit jiné zařízení.

- AGV tažné vozidlo (AGV Towing vehicle)

Využívá klasické přípojné zařízení, které umožňuje současné připojení vícero vozíků různého designu. Výhodou tohoto typu je, že umožňuje tahat velké množství vozíků a díky tomu snižuje množství vozidel nutných k přepravě zboží. Je možné využít jeho automatického či manuálního řízení. Nakládka a překládka se realizuje automaticky či manuálně a vozík využívá stabilní přepravní trasu.

- AGV podjezdové vozidlo (Underride AGVs)

Jedná se o spojení tažného a přepravního vozidla, které využívá plošinové mechanismy k přepravě různých typů nákladů. Nejčastěji se náklad přepravuje na horní části vozidla. Vozidlo dojedez pod či vedle statického zařízení, kam lze přeložit náklad, díky plošinovému mechanismu.

- AGV montážní vozidlo (Assembly AGVs)

Využívá se pro manipulaci a přepravu v rámci montážních procesů. Montážní operace probíhají přímo na vozidle během jeho jízdy. Vozidlo se pohybuje po přesně definované trase a jeho rychlost je extrémně pomalá.

- AGV pro těžký materiál (Heavy load AGVs)

Slouží k přepravě těžkých nákladů – 10 tun a více. Jeho spektrum využití v průmyslovém odvětví je široké, ale důležité je řádné konstrukční zabezpečení prostor, kde se vozík pohybuje. Kvůli povaze přepravovaného materiálu je nutné dbát na vhodnou konstrukci AGV vozidla a bezpečnost práce. Nejčastěji se využívá k přepravě ocelových komponent.

- Malé AGV systémy (Mini AGVs)

Jedná se o malá, inteligentní a flexibilní zařízení, která jsou schopna rychlého přemísťování. Vozíky využívají vzájemnou komunikaci a spolupráci a společně vykonávají dané úlohy. Nejčastěji se využívají při kompletování objednávek pro zákazníka a hledání a sbírání výrobků ve skladových prostorech. Využívají se k pokročilému vychystávání bez využití lidské síly.

- AGV pro přepravu osob (PeopleMover AGVs)

Slouží pro přepravu osob či personálu. Jejich obvyklé použití je ve venkovních areálech.

- AGV s dieslovým pohonem (Diesel AGVs)

Jejich využití je ve venkovních prostorách a slouží k přepravě vysokotonážních nákladů. Nelze využít ve vnitřním prostředí z důvodu spalovacího motoru.

- AGV pro speciální činnosti (Special design AGVs)

Jedná se o vozíky, které jsou speciálně navrženy pro vykonávání jedinečné činnosti. Každé řešení je považované za originál [42].

Všech deset typů automaticky řízených vozidel je na Obr. 2.3.



Obr. 2.3 Typy automaticky řízených vozidel

Zdroj: vlastní

V Tab. 2.5 se nachází výhody a nevýhody automaticky řízených vozidel.

Tab. 2.5 Výhody a nevýhody automaticky řízených vozidel

| Výhody | Nevýhody |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Snížení nákladů na pracovní sílu | <ul style="list-style-type: none"> • Vysoká počáteční investice |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zvýšená bezpečnosti | <ul style="list-style-type: none"> • Náklady na údržbu |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zvýšení přesnosti a produktivity | <ul style="list-style-type: none"> • Nevhodné pro neopakující se úkoly |
| <ul style="list-style-type: none"> • Spolehlivost | <ul style="list-style-type: none"> • Omezená flexibilita |
| <ul style="list-style-type: none"> • Snížení provozních nákladů | |

Zdroj: [47], [48]

2.4.1 Automaticky řízená vozidla v logistice

Každá nová technologie je výsledkem snahy zjednodušit a vylepšit logistický proces. Jedním z takových inovací je zavedení AGV vozíků, které se v posledních letech staly uživatelsky přívětivými. Automaticky řízené vozidlo je značně dražší než běžný vozík. Jejich zavedení do podniku je finančně náročné, ale návratnost této investice se zpravidla pohybuje kolem dvou až tří let. Vždy je výhodnější použití AGV ve vícesměnných provozech. Nyní jsou nejvíce používaným typem automaticky řízeného vozíku tahače, které táhnou rámy s paletami po cestě označené magnetickými páskami. Pomocí RFID bodů dostávají pracovní pokyny. Tuto metodu v České republice využívá přední česká automobilka Škoda Auto, která začala modernizovat z magnetických pásek na laserovou verzi a novější. Při zavádění této metody je nutné kvalitní plánování ve 3D prostředí s dynamickou simulací. Každý individuální podnik si musí na základě svých potřeb určit, jaký typ vozíků je pro něj vhodný.

Používání automaticky řízených vozíků v logistice má mnoho výhod, jako eliminace chyb způsobených lidskou činností, pracují přesněji, jsou výkonnější a spolehlivější než člověk. Mezi další výhody patří flexibilita při změnách požadavků na manipulaci, vyšší bezpečnost a nepřetržitý provoz, AGV jsou schopny pracovat 24 hodin denně 7 dní v týdnu [49], [50], [51], [52].

2.5 Drony

Dron je bezpilotní letadlo nebo také letadlo bez posádky – UAV (Unmanned Aerial Vehicle), které může mít mnoho tvarů, velikostí i vlastností. Je ovládáno na dálku, může létat samostatně na základě předprogramovaných letových plánů nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů. Drony byly původně vytvořeny pro vojenské účely, kdy se používaly jako zbraně. V současnosti jsou však využitelné i v civilní sféře při doručování zboží, vyhledávání, natáčení a fotografování. Dále jsou drony využívány v logistice (například při inventarizaci), dopravě nebo ve výrobním průmyslu.

Drony se klasifikují na dvě kategorie, dle konstrukce a dle účelu využití. Podle účelu využití jsou drony děleny na vojenské a nevojenské (civilní). V poslední době se začínají objevovat i drony pro zábavu či profesionální práci fotografů a filmařů. Dle konstrukce lze dělit na drony podobné letadlům, které mají křídla a drony podobné vrtulníkům, které

k udržení ve vzduchu a udávání směru letu používají vrtule. Tento typ se dále dělí dle počtu vrtulí na kvadroptéry, hexakoptéry či oktokopty. Další klasifikací může být dělení dle ovládání na autonomní a dálkové. Kde autonomní drony využívá převážně armáda, kdy dojde k naprogramování úkolu a dron sám autonomně splní daný úkol a následně se vrátí na původní stanoviště. Drony na dálkové ovládání jsou řízeny člověkem. Operátor předává dronu příkazy skrze rádiové vlny pomocí počítače. Drony řízené dálkovým ovládáním musí mít kameru a dostatečnou kapacitu baterie, aby byl dostatečně využit jejich potenciál.

Již v roce 1849 se objevil první koncept dronů, kdy Rakousko zaútočilo na Benátky pomocí bezpilotních balónků naplněných výbušninou. Velký průlom ve vývoji dronů nastal během 1. světové války. První dálkově ovládané letadlo, které vzniklo v Británii v roce 1917 mělo název Aerial Target. Toto letadlo používalo rádiový naváděcí systém, jehož tvůrcem byl britský inženýr Archibald Low. V USA se roku 1918 vyvinulo také bezpilotní vozidlo s názvem Kettering Bug. Tento dron používal gyroskopické ovládání. Další vznik a vývoj dronů probíhal i v meziválečném období. Roku 1935 vyvinuli Britové rádiem řízená letadla, která se využívala pro výcvikové účely. V této době se začal používat termín dron inspirovaný modelem DH.8B Queen Bee. Ve velkém měřítku byly poprvé drony využity ve válce ve Vietnamu, kdy se používaly při odpalování raket. Po válce ve Vietnamu se vývoj bezpilotní letecké technologie rozšířil do dalších zemí a drony začaly být odolnější a schopnější udržovat větší výšku. V posledních letech se vývoj přesunul k technologii, která využívá solární energii. Drony mají v současné době mnoho funkcí, jako je například sledování změny klimatu, využití v pátracích operacích při přírodních katastrofách, fotografování, natáčení, doručování zboží, ale nadále jsou nejvíce využívány pro vojenské účely (sledování a cílené útoky) [53], [54], [55], [56], [57], [58]. V Tab. 2.6 jsou shrnuty výhody a nevýhody dronů.

Tab. 2.6 Výhody a nevýhody dronů

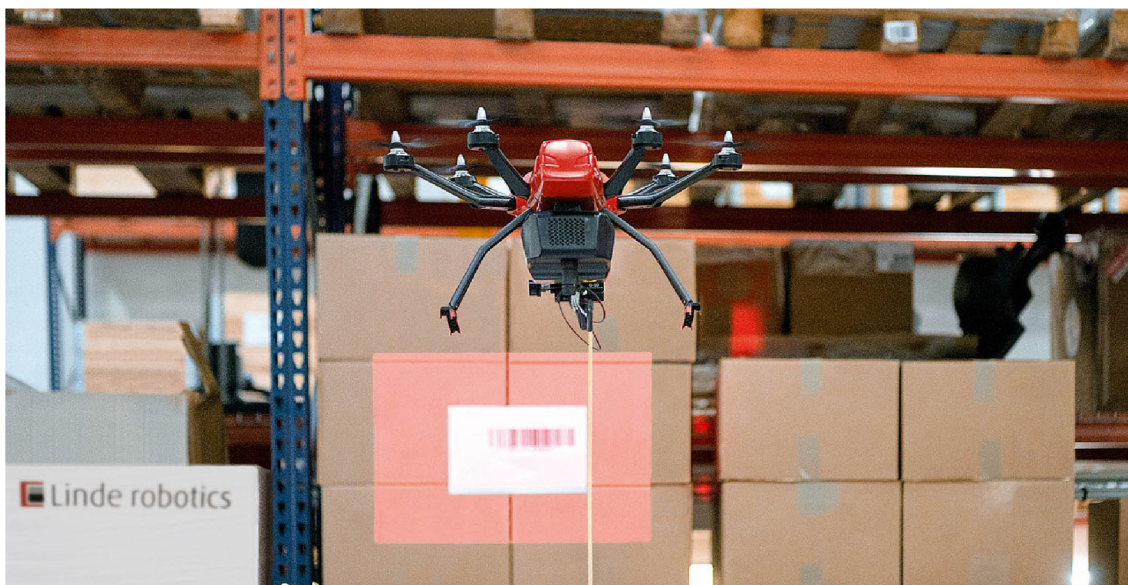
| Výhody | Nevýhody |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Úspora nákladů | <ul style="list-style-type: none"> • Omezená nosnost |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pokrytí oblastí, které jsou obtížně dostupné | <ul style="list-style-type: none"> • Legislativa |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kontrola stavu zásob | <ul style="list-style-type: none"> • Nedefinované letecké trasy |
| <ul style="list-style-type: none"> • Redukce emisí | <ul style="list-style-type: none"> • Zneužití dronů |
| <ul style="list-style-type: none"> • Provoz 24 hodin 365 dní v roce | |

Zdroj: vlastní

2.5.1 Drony v logistice

Škála použití bezpilotních letadel se stále rozšiřuje, v logistice si své místo našly například ve skladech, při doručování menších zásilek, přepravě zboží, monitoringu, skenování objektů nebo v krizových situacích. Je nutné zohlednit místní legislativu, podmínky a bezpečnost provozu leteckých zařízení, mezi které se drony řadí.

Nejširší využití drony nacházejí ve skladech, kde vykonávají inventarizaci za pomoci systému automatické identifikace. Inventura je zjišťování stavu majetku a množství závazků k určitému dni. V současnosti se inventura zboží ve skladu provádí několik dní, s využitím velkého množství pracovníků. V některých případech je nutné pozastavit běžný provoz ve skladu. V současnosti je snaha proces inventury zefektivnit, k čemuž je možné použít drony. Použití dronů je flexibilnější, bezpečnější a efektivnější než klasická inventura pomocí manipulační techniky. Technologické vlastnosti dronu jsou přizpůsobeny konkrétnímu podniku, ve kterém má být inventura vykonána. Technickými vlastnostmi jsou myšleny například geolokalizační systém, tepelné, vlhkostní či infračervené senzory, komunikační systémy, kamery a baterie. Tento způsob inventarizace již používá společnost DHL. Uskladnění zboží musí být relevantním způsobem označeno a vhodně umístěno, aby technologie, kterou dron využívá, mohla zboží lokalizovat a zaznamenat [54], [59], [60], [61], [62], [63]. Na Obr. 2.4 je možné vidět inventarizaci pomocí dronu.



Obr. 2.4 Dron při inventarizaci

Zdroj: [59]

Jedním z využití dronů v logistice je doručování zásilek. Řada firem se snaží o zásobování pomocí dronů. Konstrukce a ovládání dronů je ve fázi, kdy jsou schopny zařadit se do provozu, ale je nutné vyřešit otázku bezpečného pohybu tisíce dronů v letovém prostoru. Řada společností v USA, včetně Amazonu již vlastní oprávnění od amerického federálního úřadu pro letectví FAA, které umožňuje doručovat malé a lehké zásilky do 30 minut od objednání. Tato technologie je momentálně ve fázi testování a vývoj se zaměřuje na zdokonalování a plné integrování dronů do leteckého provozu ve vzdušném prostoru s cílem využití autonomních dronů, které budou působit po celém světě. Společnost Mall.cz jako první e-shop v České republice testoval doručení zásilky pomocí dronu. Trasa měřila 1,7 km a vedla z distribučního centra Mall.cz v Jirnech do Zelenče. Čistý letový čas trval tři minuty a celkový čas na přepravu od startu dronu k zákazníkovi trval pět minut. K doručení zásilky byl použit kvadrukoptér Matrice 100 od společnosti DJI. Zboží bylo uloženo do boxu, který bylo možné na dálku odpojit. Testovací dron byl zcela připraven k automatizovanému provozu, ale je nutné dořešit legislativní rámec v kategorii provoz bezpilotních prostředků v nízkých letových hladinách. Použití dronů na doručování zásilek má řadu výhod jako je například kratší doručovací doba, doručení i do hůře přístupných lokalit a snížení ceny přeprav. Mezi omezení použití dronů patří počasí, legislativa a technická omezení například nosnost, výdrž baterie a doba doletu.

Další využití je v oblasti zabezpečení přeprav, kdy je možné drony využít ke kontrole budov, zaparkovaných kamiónů či kontejnerů [54], [59], [60], [61], [62], [63].

2.6 Virtuální a rozšířená realita

Virtuální realita je prostředí vytvořené počítačem se scénami a objekty, které vypadají jako skutečné. Uživatel má pocit, že se nachází v reálném světě. Počítačové prostředí je vnímáno pomocí zařízení, které se nazývá helma pro virtuální realitu. Využití virtuální reality je široké, například videohry, zdravotnictví, logistika a další

Historie virtuální reality sahá do poloviny 50. let 20. století, kdy bylo vytvořeno první zařízení, které se jmenovalo Sensorama. Jednalo se o stroj s vestavěnými sedadly, který přehrával 3D filmy, vydával pachy a generoval vibrace. V roce 1960 bylo patentováno zobrazovací zařízení s názvem Telesphere Mask, které bylo možné připevnit na hlavu uživatele. Díky tomuto vynálezu byl v roce 1965 vytvořeno zařízení s názvem Ultimate Display. V roce 1968 byl patentován první display pro virtuální realitu s názvem Damoklův meč. Nejednalo se o zařízení upevněné přímo na hlavě, protože bylo příliš těžké, a proto muselo být umístěno na stropě nad uživatelem. Zařízení generovalo geometrické obrazce, které reagovaly na změnu polohy hlavy uživatele. Roku 1987 Jaron Lanier vytvořil termín virtuální realita. Prostřednictvím své společnosti VPL research vytvořil řadu zařízení pro virtuální realitu včetně Dataglove a EyePhone displeje připevněného na hlavě. V roce 1989 vytvořila NASA simulátor virtuální reality k výcviku astronautů. V následujících letech probíhal vývoj virtuální reality v podobě herních headsetů. V roce 2012 došlo k nárůstu výpočetních výkonů a zlepšení technologie virtuální reality, kdy byly vytvořeny brýle s full HD displejem, což je považováno za velký pokrok. Následně došlo k popularizování virtuální reality díky hře Pokemon Go. V roce 2019 byla vyvinuta technologie eye-tracking, která umožňovala sledování pohybu očí uživatele. Tato technologie umožňuje mít nejkvalitnější rozlišení jen v místě, kam míří oči uživatele, což umožnilo i snížení výpočetního výkonu, snížení váhy a zvětšení zobrazovací plochy. V současné době se vývojáři snaží, aby virtuální brýle byly co nejvíce podobné lidskému oku. Toto jediné umožní dlouhodobé používání a kvalitu obrazu, což bude uživatelsky přívětivé.

Virtuální realita se dělí na jednoduchou a imerzní. Jednoduchá se využívá například u her na počítači, kdy hráč sleduje virtuální prostředí na monitoru a interaguje pomocí myši

a klávesnice. Při pohledu kolem sebe může vidět virtuální svět, ale zároveň vnímá i reálný, ve kterém se nachází. V tomto případě není nutné používat headset. V imerzní virtuální realitě se uživatel plně nachází ve virtuálním prostředí díky headsetu. Samotné pohyby uživatele interagují ve virtuálním prostředí pohyb. Doplněním headsetu jsou haptické rukavice, které dokáží sledovat tlak či generovat odpor a umožní uživateli uchopovat virtuální předměty, jako by byly reálné.

Rozšířená realita (Augmented Reality – AR) je spojením reálného a virtuálního prostředí, kdy virtuální předmět je vložen do skutečného prostoru. Headset umožní naskenování reálného prostoru a následné vložení virtuálního prvku do naskenovaného prostoru. Rozšířená realita se v minulosti využívala převážně pro vědecké a lékařské účely, kde napomáhala při simulaci jevů nebo chirurgických zákroků. V současnosti se díky vývoji smartphonů a tabletů dostala do povědomí široké veřejnosti.

Roku 1990 výzkumník Boeingu Tom Caudell vytvořil název rozšířená realita a v roce 1992 v laboratoři USAF Armstrong vznikl první plně funkční systém rozšířené reality. Pomocí tohoto systému byli schopni vojenští pracovníci prakticky řídit a vést strojní zařízení, určená pro výcvik pilotů. V dalších letech docházelo k vývoji rozšířené reality především v oblasti her, ale také obchodu. Roku 2017 spustila IKEA aplikaci s názvem IKEA Place, která navždy změnila maloobchod. Zákazníci si pomocí této aplikace mohli prohlédnout výrobky v jejich domácnosti před reálným nákupem. V současnosti již běžní spotřebitelé rozšířenou realitu používají ve svých mobilních telefonech, aniž by o tom věděli. Jedná se například o filtry, které jsou používány na sociálních sítích.

Rozšířená realita se často zaměřuje s realitou virtuální. Virtuální realita na rozdíl od rozšířené formuje zcela nové digitální prostředí a k jejímu sledování jsou potřebné virtuální brýle. Ty umožní objevení se v úplně jiném prostředí [64], [65], [66], [67], [68].

Tab. 2.7 popisuje výhody a nevýhody virtuální a rozšířené reality

Tab. 2.7 Výhody nevýhody virtuální a rozšířené reality

| Výhody | Nevýhody |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Úspora nákladů a času | <ul style="list-style-type: none"> • Dezorientace |
| <ul style="list-style-type: none"> • Růst znalostí a informací | <ul style="list-style-type: none"> • Pocit odcizení skutečného světa |
| <ul style="list-style-type: none"> • Schopnost sdílet data v reálném čase na dlouhé vzdálenosti | |

Zdroj: vlastní

2.6.1 Virtuální a rozšířená realita v logistice

Virtuální a augmentová realita provází zboží od výroby až k zákazníkovi. Tyto technologie se začínají v logistice používat ke školení zaměstnanců, přípravě a údržbě strojů či zlepšování pracovních procesů. Virtuální realita umožňuje zaměstnancům podívat se do míst, která jsou běžně nepřístupná, jako je například lakovna automobilů či jaderný reaktor. Pro výrobce je využití virtuální reality možné při analýze a optimalizaci logistických procesů, jako je například návrh nového skladu a rozložení skladovacích ploch. Dále při plánování materiálových toků, zavádění nových technologických postupů a odstraňování úzkých míst.

Využití virtuální reality je uskutečnitelné v průmyslové výrobě. Díky ní je možné nasimulovat výrobní procesy a vyzkoušet například nové výrobní linky dříve, než dojde k jejich instalaci. Toto využití přináší úsporu financí a času a umožňuje úpravy prostředí či komponent výrobní linky. Další využití virtuální reality je při vzdělávání a školení zaměstnanců, kdy zaměstnanci nemusí docházet na nebezpečná a méně přístupná místa v provozu, ale virtuální realita jim umožní si tato místa prohlédnout z bezpečného prostředí. Dále je možné simulovat různé nežádoucí jevy, které mohou v reálném provozu nastat a ovlivnit jej. Také je možné využít virtuální realitu k představení dané pracovní pozice a zaškolení na ni. Výhodou je, že nový zaměstnanec při svém tréninku nenaruší běžné výrobní a logistické procesy a školení je pro něj daleko efektivnější. Vizualizace skladu pomocí virtuální reality umožňuje jednoduché propojení výrobce se zákazníkem. Díky virtuální realitě je možné zákazníkovi představit sklad i s jeho provozem. Zároveň umožňuje zákazníkovi posoudit, zda manipulace se zbožím probíhá dle jeho požadavků.

Využití rozšířené reality je možné například při vychystávání zboží, kdy má obsluha skladu brýle, které promítají instrukce o výrobku, který má být vychystán. Tento systém má název pick by vision. Aplikace je možná ve skladech, které vychystávají velmi podobné zboží. Dalším použitím rozšířené reality v logistice je evidence zboží, pomocí čárových kódů na obalech a usnadňuje identifikaci zboží při inventuře. Posledním využitím rozšířené reality v logistice je v oblasti projektové logistiky. Jedná se o činnosti spojené s přepravou zboží, materiálů a osob dle požadavků zákazníka. Rozšířená realita umožní kvalitní návrh celého přepravního procesu [64], [68], [69], [70].

2.7 Cloud computing

Digitální transformace a digitalizace způsobuje změny trhu a změny na požadavcích osob. Cloud je jeden ze základů, na kterém stojí celá digitální transformace. Díky němu dochází k modernizaci dosavadních systémů bez potřeby velkých investic. Cloud či cloud computing je technologie, která zefektivňuje práci a šetří prostředky nejen v osobní sféře, ale i v podnikání.

Cloud je síť sdílených serverů, které jsou spojeny do velkých datových center rozmístěných po celém světě. Díky tomu jsou data chráněna před ztrátou nebo výpadkem jednoho ze serverů. Pokud by k výpadku došlo jeho funkci by hned nahradil server další. K použití cloudu je potřebný přístup k internetu, který poskytuje neomezenou dostupnost odkudkoli. Uživatelé cloudu proto stačí k přístupu k dokumentům internet a zařízení s podporovaným webovým prohlížečem, tím zaniká potřeba externích zařízení jako je například flashdisk. Obecně je cloud computing popisován těmito pěti body.

- Samoobslužný systém: poskytovatelé služeb (AWS, Google Cloud a další) spravují veškeré činnosti, které server vyžaduje. Uživatel si pouze určuje, jaké služby chce využívat, ty je pak možné okamžitě upravovat dle potřeby.
- Široká přístupnost a flexibilita: k užívání je potřebné mít pouze internetové připojení a zařízení, která podporují tuto technologii.
- Množství zdrojů: cloud poskytuje neomezenou kapacitu pro všechny uživatele.
- Snadné sdílení: dokumenty je možné sdílet napříč uživateli.
- Multiplatformnost: je možné používat na všech zařízeních a operačních systémech.

Existují čtyři typy cloudů: veřejný, privátní, hybridní a komunitní. Veřejný nabízí služby fyzickým osobám, komerční sféře i běžným uživatelům a má nejslabší zabezpečení, proto jej podniky málo využívají. Většinou bývá k dispozici v bezplatné a základní verzi. Jedná se například o OneDrive, Dropbox či Disk Google. Privátní cloud nabízí individuálnější přístup pro danou organizaci. Sdílení probíhá pouze v rámci oprávněných osob. Lze upravit na míru danému podniku či externímu partnerovi. Tento typ má vyšší možnosti zabezpečení, ale na druhou stranu je nutné mít IT oddělení, které bude daný cloud spravovat. Hybridní cloud je kombinací veřejného a privátního typu. Jedná se o více privátních cloudů zastřešený jedním veřejným. Posledním typem je cloud komunitní. U tohoto typu je infrastruktura cloudu sdílena mezi více uživateli.

Zakladatelem cloud computing je John McCarthy, který v roce 1961 prezentoval myšlenku sdílených počítačových technologií, kterou vysvětloval na příkladu elektrárny a sdílené elektrické energie. Pojem cloud computing se dostal do povědomí až v roce 1997, kdy byla technologie rozdělena do 3 základních konceptů: IAAS, PAAS, SAAS:

- IAAS (Infrastructure as a Service – infrastruktura jako služba) – poskytovatel služeb se zavazuje poskytnout infrastrukturu, což znamená, že o veškeré problémy s hardware se stará poskytovatel.
- PAAS (Platform as a Service – platforma jako služba) – poskytovatel dodává kompletní prostředky pro podporu a tvorbu webových aplikací. Nevýhodou je, že poskytovatel může využít vlastní programovací jazyk, který nemusí být sdílený s ostatními platformami.
- SAAS (Software as a Service – software jako služba) – licencovaná služba, která je pronajímána uživateli [71], [72], [73], [74], [75].

V Tab. 2.8 jsou vyobrazeny výhody a nevýhody cloud computingu.

Tab. 2.8 Výhody a nevýhody cloud computingu.

| Výhody | Nevýhody |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Platba pouze za využívání prostředků cloudu | <ul style="list-style-type: none"> • Kybernetické hrozby |
| <ul style="list-style-type: none"> • Automatické zálohování | <ul style="list-style-type: none"> • Závislost na internetovém připojení |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nezávislost na platformě | <ul style="list-style-type: none"> • Únik dat |
| <ul style="list-style-type: none"> • Optimalizace provozu | <ul style="list-style-type: none"> • Vysoké nároky na stálost internetového připojení |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nižší pravděpodobnost výpadku systému | <ul style="list-style-type: none"> • Závislost na podpoře služeb poskytovatelem |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sdílení počítačových technologií | |

Zdroj: [71], [72]

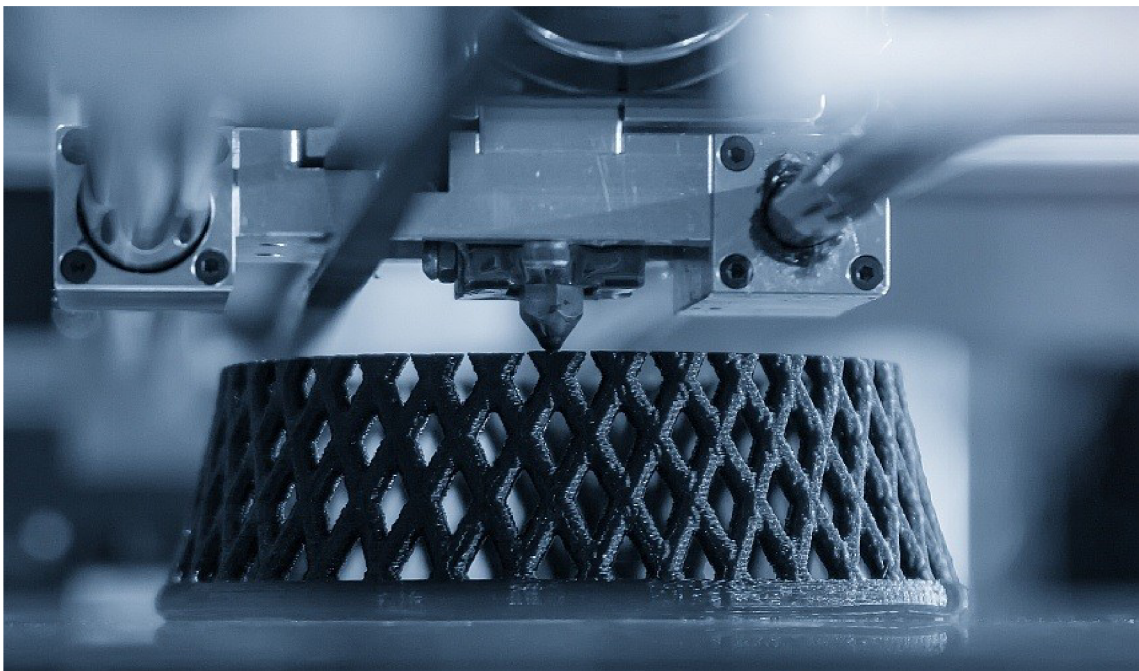
2.7.1 Cloud computing v logistice

Firemní cloud je prostředek pro integraci exponenciálních technologií jako je umělá inteligence a internet věcí. Umělá inteligence společně s cloudem umožňuje neomezený výpočetní výkon, což je nejčastěji využito v analýze Big data. Přejít na cloudové řešení může být pozvolný a následně využít pro celou infrastrukturu firmy. Nejčastěji je tato technologie do podniku zavedena v podobě cloudového e-mailového řešení. Následuje zřízení komunikační platformy, sdíleného úložiště a kancelářských aplikací, jako je například Office 365. K zefektivnění vzájemné komunikace je nutné dodržovat propojenost služeb a systémů.

Hlavním faktorem při rozhodování podniku o zavedení cloudu je to, že s jeho příchodem zaniká veškerá starost o hardware. Poskytovatel serveru spravuje údržbu a hlídá jeho aktuálnost. Dalším hlediskem při rozhodování je úspora nákladů. Podnik nemusí vynaložit finanční prostředky na vlastní servery, ale platí pouze měsíční či roční poplatek za užívání. Výše poplatku se odvíjí od velikosti diskového pole, které je podnik schopen využít, nebo na základě doby užívání. Velikost diskového prostoru je možné snížit či zvýšit dle aktuální potřeby. Dále podnik nemusí kupovat licence k určitým verzím programu. Tím se také snižují nároky, které jsou kladeny na pracovníky IT oddělení [71], [72], [73], [74], [75].

2.8 Aditivní technologie

3D tisk je proces, při kterém se 3D model (digitální předloha) mění na fyzický objekt pomocí zařízení s názvem 3D tiskárna. Jedná se o typ tisku, který je charakterizován tiskem vrstev do trojrozměrného objektu. Princip 3D tiskárny je založen na vytlačování malého množství materiálu na přesných místech pomocí tiskových hlav. Tím vznikne hotový výrobek principem bod po bodu od spodní části k horní. V současnosti je možné využít 250 různých materiálů k tisku, z nichž nejběžnější je titan, guma, plast, sklo, keramika a kůže. Výrobky nemusí být strukturované pouze z jednoho typu materiálu, ale je možné materiály kombinovat a tisknout různorodé a složité objekty. Díky 3D tisku je dnes možné vyrobit téměř cokoliv a jeho využití se stále rozšiřuje. Na Obr. 2.5 je zobrazena 3D tiskárna [76], [77], [78], [79], [80], [81].



Obr. 2.5 3D tiskárna

Zdroj: [82]

Mezi základní metody 3D tisku patří SLS (Selective laser sintering). Tato technologie využívá práškový materiál, který zapéká pomocí laserového paprsku. Další druh 3D tisku je DMLS (Direct metal laser sintering), jedná se o tisk kovových modelů, které lze dále obrábět a zpracovávat. Kovový materiál je zapékán po tenkých vrstvách také pomocí laseru. Dále SHS (Selective heat sintering), kdy prášek je nanesen v tenké vrstvě na pracovní plochu a laser je nahrazen topným tělesem. Tisková hlava s topným tělesem

vytvrzuje prášek pouze v místech, kde má být model hotový. BJ (Binder jetting) je technologie, kdy k vytvrzení materiálu je vytvořena chemická reakce na základě pojiva. MJP (Multijetprinting) je technologie, která umožňuje vytvářet různobarevný model s několika různými tuhostmi materiálu. Materiál společně s pojivem je nanášen na podložku a zatvrzen pomocí UV světla. Vytisknutý model je obalen podpurným materiálem, kterým je u této technologie vosk. Nakonec je tedy nutné vytisknutý model vložit do vyhřívané pece, kde se vosk roztaví. FDM (Fused deposition modeling) je nejrozšířenější technologií, kdy je materiál nanášen pomocí trysky po vrstvách. SLA (Stereolitografie) je nejstarší technologií, která pracuje s fotopolymerem a laserovým paprskem. DLP (Digital light processing) je obdobná jako technologie SLA, k tvrdnutí fotopolymeru se využívá speciální laserový projektor, který osvítí celou pracovní plochu v jedné vstvě. LOM (Laminated object manufacturing) vrstva je vyříznuta z plastu či papíru a poté nalepena na plochu předchozí vrstvy.

Historie 3D tisku se datuje od roku 1986, kdy byla patentována technologie stereolitografie. Princip této metody je vytváření objektů postupným vytvrzováním polymerů pomocí UV záření. Následně bylo vytvořeno zařízení s názvem stereolitografický aparát SLA – 1, který byl považován za první 3D tiskárnu, byť toto označení vešlo do povědomí až později. Aparát byl označován jako model SLA a stal se základem pro současné 3D tiskárny nebo CNC stroje. Vedoucí postavení pro 3D tisk měla firma 3D Systems, ve které působil i vynálezce SLA – 1 Charles Hull. Díky konkurenci začaly vznikat další principy 3D tisku, které jsou dodnes používány. V roce 1993 byla patentována technologie trojrozměrných technik, která používala tekutý spojovač a práškový materiál. Po roce 2003 se objevila nejnovější technologie, která využívá fotopolymery. Dnes není nutné mít vlastní 3D tiskárnu, ale rozvoj způsobil, že existují firmy, které se zabývají 3D tiskem na zakázku. V roce 2012 vydala skupina DHL studii s názvem Logistika 2050, kde jsou 3D tiskárny považovány za jednu z pěti hlavních vizí budoucnosti logistiky [76], [77], [78], [79], [80], [81]. V následující Tab. 2.9 jsou výhody a nevýhody aditivní technologie.

Tab. 2.9 Výhody a nevýhody aditivní technologie

| Výhody | Nevýhody |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Nízká pořizovací cena | <ul style="list-style-type: none"> • Omezenost pouze dostupnými materiály |
| <ul style="list-style-type: none"> • Bezodpadovost | <ul style="list-style-type: none"> • Výroba v malých sériích |
| <ul style="list-style-type: none"> • Úspora materiálu | <ul style="list-style-type: none"> • Vrstvení neumožňuje vyrábět všechny typy výrobků |
| <ul style="list-style-type: none"> • Přesnost | <ul style="list-style-type: none"> • Autorská duševní vlastnictví |
| <ul style="list-style-type: none"> • Dobré mechanické vlastnosti | <ul style="list-style-type: none"> • Kybernetická bezpečnost |
| <ul style="list-style-type: none"> • Rychlost tisku | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Adaptivní výroba | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Okamžitá inovace | |

Zdroj: vlastní

2.8.1 Aditivní technologie v logistice

Technologie 3D tisku má pozitivní dopad na logistický průmysl díky tomu, že zcela mění systém skladování. Zboží lze jejím využitím vyrábět blíže koncovému uživateli a tím snížit náklady na dopravu, objem přepravovaného zboží a redukovat skladové zásoby. Kvůli zdokonalení 3D technologie lze vytisknout složité věci a tím pádem je možné v logistice nahradit celý výrobní proces na montážních linkách. Důsledkem je snížení výroby s velkým objemem, zkrácení výrobní doby a pokles nákladů spojenými s manuálními činnostmi. 3D tisk se vyvinul v levnou alternativu, která je dostupná i pro malé firmy.

Tato technologie zcela mění koncept dodavatelských řetězců a to tak, že zákazník pošle objednávku pomocí datového souboru, který nese informaci o výrobku, který zákazník požaduje. Tento datový soubor se dostane do nejbližšího specializovaného centra logistické firmy, kde dojde k vytisknutí součástky a firma rovnou přepraví součástku k zákazníkovi. Výsledkem je zkrácení doby přepravy, eliminace skladování a rychlé uspokojení potřeb zákazníka.

Do budoucna lze očekávat trend snižování zásob a snížení požadavků na přepravu, ale to způsobí větší nároky, které budou spojeny s poptávkou po materiálech pro 3D tiskárny

a jejich skladováním. Dále dojde ke zvýšení nároků na výrobní materiály a výpočetní techniku, které bude potřeba vyvíjet. 3D tisk však nemůže nahradit veškeré konvenční technologie výroby, ale pouze vyplnit úzké místo v oblastech, kde jsou současné metody pomalé a těžko realizovatelné [76], [80], [81], [83], [84].

2.9 Digitální dvojče

Digitální dvojče je exponenciální technologie, u které byl v poslední době zaznamenán velký rozmach. Dostalo se do základního seznamu průmyslu a podniků digitálního věku stejně jako internet věcí, velká data, umělá inteligence atd. Jedná se o analytický a simulační nástroj, jehož podstatou je virtuální reprezentace fyzických objektů, procesů, osob, dat, systému a prostředí ve výrobě nebo v rámci dodavatelského řetězce. Zjednodušeně řečeno je to replika výrobku, stroje nebo přímo celého závodu, která umožňuje vyladit detaily a odstranit chyby před jejich uvedením do provozu, v průběhu nebo při jeho změnách, a to celé bez časové a finanční ztráty. Jednotlivé prvky pracují ve virtuálním prostoru se skutečnými daty, vzájemně mezi sebou komunikují a přerozdělují si úkoly.

Technologie digitálního dvojčete je rozšířena o funkcionalitu, díky které dokáže daný objekt autonomně fungovat a interagovat s jinými digitálními dvojčaty ve virtuálním prostoru. Tento typ digitálního dvojčete se nazývá inteligentním informačním agentem, protože disponuje nějakou podobou umělé inteligence. Díky tomu je agent schopen přebírat iniciativu, sám působit na prostředí a objekty v něm a rozhodovat o souslednosti operací s cílem vytvořit co nejefektivnější výsledek, a to především optimálním způsobem.

Pojem digitální dvojče byl uznán v roce 2002 díky společnosti Challenge Advisory. Pojem byl tehdy vysvětlován jako virtuální reprezentace vyrobeného produktu a sloužil k porovnání výrobku s jeho inženýrským návrhem. V současné době je pojem digitální dvojče vysvětlován jako virtuální reprezentace fyzických objektů. Revoluční je rok 2002, ale samotná technologie se uplatnila již v 60. letech na palubě vesmírného letounu Apollo 13, kdy firma NASA použila digitální dvojče pro vytvoření duplikovaných systémů na úrovni země, které odpovídaly systémům ve vesmíru. Největší rozkvět pro digitální dvojče nastal v roce 2017, kdy internet věcí umožnil stát se nákladově efektivním pro tuto technologii.

Tato exponenciální technologie je nejvíce využívána při řízení výrobních podniků. Její predispozice k univerzálnímu využití ale přispěla k tomu, že její funkčnost pomalu proniká i do oblasti zdravotnictví, projektování, maloobchodu, údržby a do digitální transformace měst (Smart City) [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91]. Jaké má výhody a nevýhody je zobrazeno v Tab. 2.10.

Tab. 2.10 Výhody a nevýhody digitálního dvojčete

| Výhody | Nevýhody |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Zvýšení efektivity a produktivity | <ul style="list-style-type: none"> • Zabezpečení dat |
| <ul style="list-style-type: none"> • Možnost testování nových systémů před zavedením | <ul style="list-style-type: none"> • Vysoké náklady na implementaci technologie |
| <ul style="list-style-type: none"> • Úspora a snížení nákladů | <ul style="list-style-type: none"> • Závislost na internetovém připojení |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zkrácení času uvedení nových produktů | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Prediktivní údržba | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Simulace procesů mimo realitu | |

Zdroj: [92]

2.9.1 Digitální dvojče v logistice

Digitální dvojče se začíná používat v mnoha odvětvích, jedním z nich je také logistika. Dříve hrála v logistických činnostech hlavní roli lidská představitost společně s rýsovacími potřebami. Současnost ale přinesla řadu změn, tužby byly nahrazeny počítači a dvourozměrné kresby se proměnily v trojrozměrné digitální modely. Vyspělé simulační systémy jsou schopny napodobovat provoz a chování produktu ve virtuální realitě, ale neberou v úvahu faktory jako například opotřebení jednotlivých dílů. Tyto odlišnosti mezi virtuální a skutečnou realitou se snižují s příchodem digitálních dvojčat, které díky internetu věcí, umělé inteligenci a dalším technologiím dokáží dokonale propojit fyzický a digitální svět.

Technologie digitálních dvojčat nachází v oblasti logistiky velký potenciál. Zapojení digitálních dvojčat způsobí významné vylepšení provozních činností v logistice, optimalizuje plánování, uspořádání a provoz dodavatelských řetězců, a to od konkrétních zařízení a zásilek až po celkové globální dodavatelské sítě. Dále pozdvihne rozhodování

ve fyzickém světě a tím podstatným způsobem změni dodavatelské řetězce a logistické procesy. Digitální dvojče lze také použít ve skladech a distribučních centrech. Zde způsobí nejen optimalizaci konceptu a uspořádání, ale zefektivní činnosti automatizovaných systémů a zvýší produktivitu zaměstnanců. Nejvyšším stupněm použití technologie je digitální dvojče celého dodavatelského řetězce. Provedení technologie v takovém rozsahu je velice náročným úkolem, a proto je nutná velice úzká spolupráce všech partnerů napříč celým řetězcem. Společnost DHL provádí v současnosti výzkum v této oblasti [85], [88], [89], [90], [91].

2.10 Blockchain

Blockchain je typ distribuované decentralizované databáze, která uchovává neustále se rozšiřující řetězce dat, které jsou propojeny prostřednictvím zabezpečených peer – to – peer uzlů (řetězců). Zjednodušeně řečeno se jedná o online knihu účetních záznamů a specifický typ databáze. Taková databáze je decentralizovaná, což znamená, že není centrálně spravovaná, je nekonečná a vyskytuje se na velkém množství počítačů po celém světě. Záznamy jsou v blockchainu uložena navždy. Díky blockchainu si mohou lidé, kteří si vzájemně nedůvěřují, pomocí internetu vyměňovat nebo vytvářet záznamy zcela bezpečnou cestou, a to bez určitého prostředníka (notáře, banky, správce databáze).

Blockchain je technologie, které vznikla s vývojem kryptoměny bitcoin. Hacker Satoshi Nakamoto našel v roce 2008 řešení pro problém bezpečnosti ukládání a šifrování dat. Vyřešil, jak si mohou neznámí lidé posílat na internetu peníze bez centrálního serveru. Řešením bylo ukládání transakcí na velkém počtu počítačů (uzlech) distribuovaných v prostředí celého internetu. Data jsou vložena do bloků, které jsou propojeny pomocí hashů. Každý blok obsahuje testovací pečeť (hash hodnotu). Nově vygenerovaný blok má hashovací hodnotu předchozího bloku a také svou hodnotu, která je součástí dalšího bloku. U každého nového bloku je ověřen existující blockchain, tím se ověří jeho pravost. Řetězec je distribuovaný jako kopie na velkém počtu počítačů a je neustále synchronizovaný v celosvětové síti. Jakákoliv manipulace s kopiemi by byla okamžitě zjištěna. V Tab. 2.11 jsou shrnuty výhody a nevýhody této technologie [92], [93], [94].

Tab. 2.11 Výhody a nevýhody blockchainu

| Výhody | Nevýhody |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ochrana dat před úpravami a ztrátou | <ul style="list-style-type: none"> • Není možnost úpravy – data jsou neměnná |
| <ul style="list-style-type: none"> • Transparentnost | <ul style="list-style-type: none"> • Problémy se zabezpečením – útoky hackerů |
| <ul style="list-style-type: none"> • Anonymita | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Široké využití | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Integrita systému | |

Zdroj: [95]

2.10.1 Blockchain v logistice

Množství dat, se kterými se v logistice pracuje, vyvolává potřebu umět s nimi nakládat, zhodnotit jejich původ a pravdivost. Podmínky a problémy v logistice, především v dodavatelských řetězcích, jsou obdobné jako ve finančním a kryptografickém průmyslu. Data musí být přístupná všem a přesto zabezpečená. Existuje velké riziko pro logistické operace v případě, že se s daty špatně zachází. Zavedení blockchainu do logistiky s sebou přináší transparentnost, přehlednost, vyšší efektivitu, snížení míry rizik, eliminaci problémů padělků, vyšší spolehlivost, přesnější cílení, uzavírání smluv a především redukci nákladů a času. Cílem blockchainu je také ztížení manipulace s daty. Při expedici zboží musí mít dodavatelé, příjemci, přepravci, úřady a finančníci nejnovější stejnou úroveň dat, což tato technologie umožňuje.

Společnosti Maersk ve spolupráci se společností IBM založila projekt blockchain s názvem TradeLens. Projektu se v současné době účastní 94 mezinárodních obchodních společností. Cílem je automatizace celosvětových obchodních lodí s výsledkem redukce nákladů a času. Mezi další cíle také patří ztížení manipulace s daty s výsledkem zabránění pašování. Téměř pětinu celkových nákladů na světový obchod tvoří správa a dokumentace dat, společnosti díky tomuto projektu dosáhly velkých úspor tím, že eliminovaly potřebu papírové dokumentace. Data, povolení, přepravní doklady a také data ze senzorů kontejnerů jsou nyní snadno dohledatelná, přesto zabezpečená a ověřitelná [92], [94], [95], [96].

2.11 Technologie NFT

Novým fenoménem v oblasti digitálního světa je technologie s názvem NFT (non – fungible – token). Tato technologie je spojována s kryptoměnou, blockchainem a uměleckými díly, textovými soubory, videy, hudbou nebo tweety. Jedná se o digitální dokument, který není možné zaměnit, má unikátní kód a je možné tento dokument zapsat do blockchainu, kde je označen jeho majitel. K zápisu do blockchainu lze použít různé kryptoměny. Nejvíce je využívána kryptoměna ETH (Ethereum). Zjednodušeně vysvětleno NFT je položka na blockchainu, která spravuje různé kryptoměny. Běžné kryptoměny, jako je například bitcoin, jsou nahraditelné a každý bitcoin má stejnou hodnotu. NFT jsou unikátní a označované jako nezastupitelné tokeny. Díky tomu, že představují jedinečnou věc, jako je například umělecké dílo, fotografie nebo například vlastnické právo k nemovitosti. Unikátnost tokenů představuje nezpochybnitelnou autentičnost dané věci v digitálním formátu. Běžný digitální formát jakéhokoliv digitálního souboru je lehce kopírovatelný, ale s využitím NTF tokenů není kopírování možné. Je nutné NFT tokenem zakoupit a další majitel je zapsán do blockchainu.

NFT je považováno za novou investiční komoditu a je možné s ní obchodovat na burzách. Při obchodování s NFT je snaha vydělat a je předpoklad, že v budoucnu cena poroste a majitelé sbírek budou schopni díla prodat draž, než je zakoupili. Díky osvědčení se technologie ve virtuální světě je snaha zakomponovat NFT i do fyzických předmětů. NFT lze koupit na tržištích s virtuálními produkty, mezi nejvýznamnější patří OpenSea, Rarible či Nifty Gateway. Uchování je pomocí virtuální nebo hardwarové peněženky, do které se zakoupené NFT nahraje.

První NFT projekt vznikl v roce 2017. Jednalo se o díla digitálních koček CryptoKitties a animovaných obrázků s názvem CryptoPunks. O rok později se jedno dílo kočky s názvem Dragon prodalo za necelé 4 miliony korun. Nyní začíná být o technologii velký zájem, díky rozvoji kryptoměn a jejich přijetí širší populací [97], [98], [99]. V Tab. 2.12 jsou shrnuty výhody a nevýhody této nové technologie.

Tab. 2.12 Výhody a nevýhody technologie NFT

| Výhody | Nevýhody |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Unikátnost | <ul style="list-style-type: none"> • Duševní vlastnictví |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nedělitelnost dat | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Důvěryhodnost sdílených dat | |

Zdroj: [100]

2.11.1 NFT v logistice

V logistice se tato technologie zatím nevyužívá. Do budoucna by však mohla najít využití v rámci označování smluv, prodejních dokumentů, postupů výroby, vlastnických práv a jiných.

2.12 Zhodnocení exponenciálních technologií

Všechny výše popsané exponenciální technologie je možné využít v logistice. Každá technologie má však jiný přínos pro tento obor. V Tab. 2.13 je výsledek zhodnocení možnosti využití exponenciálních technologií v rámci logistiky.

Tab. 2.13 Výsledek zhodnocení exponenciálních technologií - logistika

| Exponenciální technologie / kritérium | Snížení nákladů | Zkrácení času | Zvýšení efektivity | Zvýšení bezpečnosti | Zvýšení výkonu | Zvýšení automatizace |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|--------------------|---------------------|----------------|----------------------|
| Internet věcí | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Umělá inteligence | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Automaticky řízená vozidla | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Drony | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Virtuální a rozšířená realita | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Cloud computing | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ |
| Aditivní technologie | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Digitální dvojče | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Blockchain | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ |
| Technologie NFT | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ |

Každou exponenciální technologii není možné použít ve všech oblastech logistiky. V následující Tab. 2.14 se nachází zhodnocení využití exponenciálních technologií z hlediska skladování.

Tab. 2.14 Výsledek zhodnocení exponenciálních technologií - skladování

| Exponenciální technologie / kritérium | Snižování nákladů | Zkrácení času | Zvýšení efektivity | Zvýšení bezpečnosti | Zvýšení výkonu | Zvýšení automatizace |
|---------------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|---------------------|----------------|----------------------|
| Internet věcí | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Umělá inteligence | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Automaticky řízená vozidla | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Drony | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Virtuální a rozšířená realita | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Cloud computing | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Aditivní technologie | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Digitální dvojče | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Blockchain | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Technologie NFT | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |

3 Posouzení možnosti využívání vybraných exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky

Kapitola se zabývá využitím vybraných exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky se zaměřením na skladové hospodářství společnosti AGROP NOVA a.s. Společnost je v první části kapitoly charakterizována a dále jsou popsány jednotlivé možnosti skladování. Dále je skladové hospodářství zhodnoceno pomocí SWOT analýzy a na základě výsledků jsou navrženy exponenciální technologie, které by bylo možné v této oblasti použít.

3.1 Charakteristika společnosti

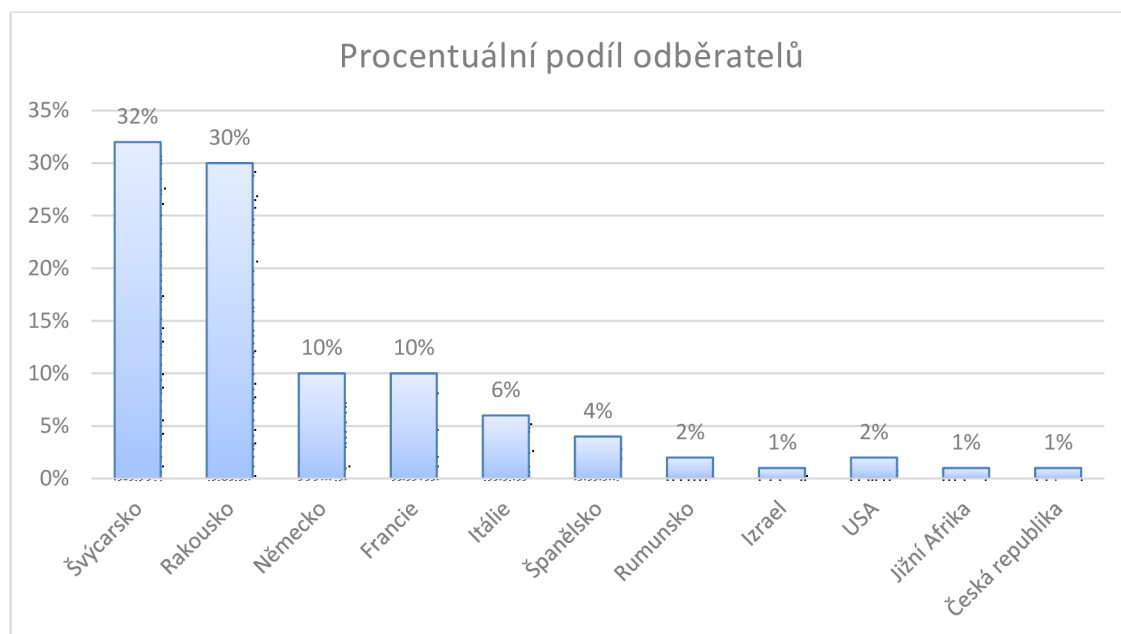
Roku 2001 byla založena společnost AGROP NOVA a.s., která navázala na tradici výroby třívrstevných masivních desek společnosti Agrop s.r.o., která vznikla roku 1992. V současnosti je jedním z největších a nejmodernějších výrobců velkoplošných vícevrstevných desek v rámci Evropy. Společnost ročně zpracovává přes 60 000 m³ řeziva, ze kterého se vyrobí a přepraví zákazníkům přes 1 300 000 m² vícevrstevných desek. To je asi 840 kamionů. Na Obr. 3.1 je zobrazena poloha výrobního závodu, který se nachází v obci Ptenský Dvorek, kanceláře a sušárny v Plumlově. Ekonomické oddělení má sídlo v Opavě [101], [102].



Obr. 3.1 Poloha výroba a sušáren

Zdroj: vlastní

Společnost smýšlí ekologicky a moderně zpracovává dřevěný odpad. Z dřevěného odpadu vyrábí produkt nazývaný dřevěná briketa sloužící jako palivo pro vytápění výrobní haly a k prodeji zákazníkům. Měsíčně se vyprodukuje cca 800 tun dřevěných briket. Hlavním produktem je ale výroba velkoplošných masivních vícevrstvých desek SWP, neboli biodesek a dřevostaveb. Většina odběratelů je převážně ze zahraničí, což je znázorněno pomocí Grafu 3.1. [101], [102].



Graf 3.1 Procentuální podíl odběratelů

Zdroj: vlastní

Nejčastěji využívaným materiálem pro výrobu desek a dřevostaveb jsou jehličnaté dřeviny, jako je smrk, modřín a jedle. Využití biodesek je široké, od kusových produktů, přes využití v interiéru domu, až po celé dřevostavby. Jelikož se jedná o přírodní masivní produkt, vznikla velká poptávka a došlo k vývoji značky NOVATOP. Pod touto značkou jsou vyráběny jednotlivé komponenty pro dřevostavby, které splňují přísná kritéria a celou řadu certifikací.

NOVATOP stavební systém využívá dřevěné panely lepené principem CLT, což znamená křížem lepené dřevo (jednotlivé vrstvy jsou k sobě otočeny o 90 stupňů). Stavební systém se skládá z pěti stavebních prvků, které tvoří kompletní dřevostavbu. Jedná se o stěnové panely SOLID, střešní prvky ELEMENT a OPEN, prostorové panely ACOUSTIC a pětivrstvé desky STATIC a třívrstvé biodesky SWP, které je možné využít i ve stolařství.

Společnost zajišťuje celý výrobní proces od samotného nákupu řeziva a jeho zpracování, přes výrobu jednotlivých typů biodesek, jejich následný prodej či využití k výrobě dřevostaveb, až po jejich expedici. Tento logistický řetězec je podrobněji znázorněn na pomoci Schéma 3.1. Nákup a příjem řeziva je uskutečněn na základě čtvrtletní smlouvy, která obsahuje objemy a ceny odebíraného množství řeziva. Množství řeziva je závislé na výrobě. Roční spotřeba řeziva je cca 58 000 m³. Řezivo je následně vysoušeno na 8% vlhkosti. Tato vlhkost zabraňuje tvorbě trhlin a dřevěné komponenty mají vysokou stabilitu. Následně je nutné vysoušené řezivo urychleně zpracovat, aby nedošlo k jeho znehodnocení. Zpracování znamená rozřezání na lamely a jejich rozřídění dle kvality pomocí speciálního stroje, který pomocí laseru vyhodnotí její kvalitu a dojde k barevnému označení. Dalším krokem je slepení lamel a vznik biodesky v různých tloušťkách, délkách a šířkách. Polyuretanové lepidlo je voděvzdorné a splňuje evropské normy. Hotové biodesky vykazují různé kvality, označeny A, B, C, D. Kvalita je určena na základě interních předpisů výrobce a normy ÖNORM B3022. Následně biodesky putují k zákazníkům nebo na výrobu dřevostaveb, kde z biodesek vznikají jednotlivé stavební prvky dle požadavků zákazníka. Stavební prvky jsou následně expedovány na místo stavby [101], [102].

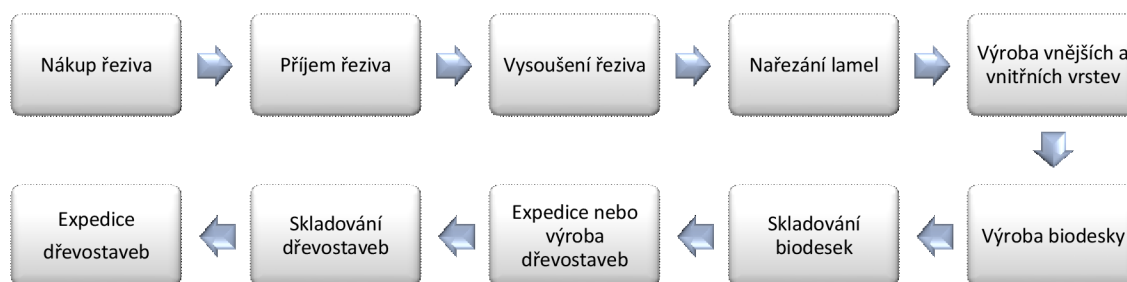


Schéma 3.1 Logistický řetězec společnosti

Zdroj: vlastní

3.2 Analýza současného stavu skladového hospodářství společnosti

Aktuálně společnost skladuje řezivo, polotovary, hotové výrobky, komponenty pro dřevostavby, brikety a materiálně technické zařízení. Výrobky jsou evidovány pomocí informačního systému MAGIC. Informační systém MAGIC uchovává data o výrobcích,

dodavatelích a odběratelích. Slouží k evidenci, nákupu, prodeji, expedici a informacích o zakázkách. Systém usnadňuje společnosti práci a vytváří přehled stavu zásob, obratu a dalších věcí.

3.2.1 Skladování řeziva

Skladování řeziva je uskutečněno ve městě Plumlov. Řezivo je dovezeno nákladními auty a následně uskladněno jako neproložené řezivo. Neproložené řezivo je živý materiál a je nutné jej vysušit. V první fázi dojde k vyřídění, proložení řeziva a jeho zaevidování do systému jako proložené řezivo. Proložené řezivo je uloženo do stohů po maximálně třech balících. Stohy proloženého řeziva se nachází na betonových hranolech ve venkovních prostorách skladu. Zde dochází k přirozenému sušení dřeva pomocí vzduchu. Během přírodního vysoušení probíhají mezistupňové kontroly. Na Obr. 3.2 je zobrazeno proložené řezivo.



Obr. 3.2 Řezivo

Zdroj: vlastní

Na základě požadavků z výroby je proložené řezivo přesunuto do sušárny, kde dochází k evidenci do skladu sušáren. Po vysušení řeziva je možné určit jeho kvalitu. Následně je řezivo odvezeno do výrobního areálu, který se nachází ve Ptenském Dvorku. Z důvodu udržení správné vlhkosti je nutná rychlá manipulace a transport. K manipulaci se používají nakladače, vysokozdvizné vozíky či pracovníci. K označení balíků se používají

čárové kódy a křídly určené na popis dřevěného materiálu, aby nedošlo k jeho poškození [103], [104].

3.2.2 Skladování polotovarů

Dovezené vysušené řezivo se rozřeže na lamely a ty jsou uloženy na posuvné vozíky, nebo na policové systémy. Z lamel vznikají středy a vnější vrstvy biodesky. Ty jsou uskladněny ve výrobní hale, vedle strojů, kde vznikly. Takové skladování šetří čas a nedochází k neefektivnímu přemísťování a nadbytečné manipulaci. Jelikož je dřevo citlivé na vlhkost, je nutné jej skladovat v suchém prostředí. Polotovary se uskladňují v balících na dřevěných hranolech, což je vidět na obrázku. Pro přehlednost obsahuje každý balík dřevěný či papírový štítek, na kterém je uvedeno datum, rozměr, tloušťka, počet kusů, kvalita a materiál. Manipulace je prováděna pomocí elektrického bočního vysokozdvížného vozíku. Stejně jako o řezivu jsou o polotovarech vedeny záznamy v informačním systému MAGIC. Zaevidování se uskutečňuje na základě ručně psaných výkazů z výroby [105], [106]. Na Obr. 3.3 je vyobrazeno skladování polotovarů.



Obr. 3.3 Polotovary

Zdroj: vlastní

3.2.3 Skladování hotových výrobků

Mezi hotové výrobky se řadí vícevrstvé desky NOVATOP SWP – biodesky a výrobky systému NOVATOP, ze kterých vznikají dřevostavby. S rostoucím zájmem o výrobky

vznikla potřeba větších skladovacích prostor. Na to v roce 2005 reagovala společnost tím, že vybudovala nový velký sklad pro hotové výrobky. Sklad byl postaven tak, aby splňoval podmínky pro uložení hotových výrobků (sucho a dostatečné místo pro manipulaci).

Z polotovarů, které jsou uskladněny ve výrobě, vznikne vícevrstvá deska NOVATOP SWP – biodeska. Biodesky se uskladňují v balících, v nich jsou desky naskládány na sebe, zpevněné páskou a nakonec zakryté plachtou, která má ochrannou funkci. Chrání před znečištěním a poškozením. Na plachtě jsou umístěny dva papírové štítky, které slouží k identifikaci. Jeden štítek jde s balíkem přímo z výroby a je psán ručně. Systém vytiskne druhý štítek s čárovými kódy. Na štítku stojí informace o balíku (jeho číslo, ID, počet kusů, rozměry, kvalita desek, datum a čárový kód). Jakmile balík odejde ze skladu, tak je ručně psaný štítek nahrazen druhým s čárovým kódem. Ten nese informace v jazyce destinace, kam je zboží odesláno.

Balíky stojí na dřevěných hranolech. Takto zabalený balík je z výroby přemístěn na krátkou dobu do příručního skladu, který je součástí výrobní haly. Odtud je balík pomocí čtyřcestného vysokozdvizného vozíku Combift přemístěn do skladu hotových výrobků, kde je možné na sebe ukládat 8 balíků, což je patrné z Obr. 3.4. Je to maximální počet, který je možný na sebe uložit. Důvodem je omezená výška skladu a také bezpečnost [105], [106], [107].



Obr. 3.4 Hotové výrobky

Zdroj: vlastní

Prvky dřevostaveb se vyrábí z biodesek. Ty jsou opracovány pomocí CNC strojů a lisů. Vyrobené prvky se skládají do balíků a jejich uložení do balíku je určeno na základě použití na stavbě. Důkladně zabalené balíky jsou umístěny do venkovního skladu s přístřeškem. Jejich skladování je pouze na krátkou dobu, kvůli výrobě na zakázku. Jedná se tak pouze o přechodné místo mezi výrobou a kamionem. Stejně jako balíky biodesek, tak i tyto balíky obsahují štítky, kde jsou informace o zákazníkovi, objektu, pro který je produkt vyroben, jeho adresa, popis produktu, číslo pozice a také základní informace jako počet, číslo objednávky, datum výroby, hmotnost, rozměry a čárový kód.

Pro evidenci se také používá informační systém MAGIC. Objednávky jsou přijímány telefonicky či e-mailem. Po vyjednání všech podmínek je zákazníkovi odeslán kontrakt neboli potvrzení objednávky. Zde jsou data o dodavateli, zákazníkovi, produktu, cena, termín dodání a množství. Po odeslání kontraktu je nutné zařadit expedici. Dodací lhůty biodesek a dřevostaveb jsou rozdílné. Důvodem je náročnost a specifická každého projektu dřevostavby. U biodesek jsou dodací lhůty v rozmezí 1 – 2 týdnů. U dřevostaveb je to individuální dle konkrétní zakázky [105], [106], [107].

3.2.4 Skladování briket

Jak už bylo zmíněno, společnost zpracovává dřevěný odpad z výroby a vyrábí z něj brikety. Brikety jsou po čtyřech kusech zabaleny do průhledné fólie. Tyto balíky se skládají na paletu, jejíž kapacita je 104 kusů balíků. Balíky s briketami jsou na paletě uchyceny pomocí fólie a pásky. Palety jsou uloženy do skladu briket, který má zušlechťovací funkci. Protože je nutné brikety, které vychází ze stroje horké, vychladit. Kvůli tomu je možné stohovat na sebe pouze 2 palety. Palety jsou ve sklady uloženy podle data expedice. Každá paleta obsahuje štítek, na kterém je uvedené identifikační číslo, druh brikety, číslo palety, datum vyhotovení, množství v kilogramech, čárový kód a jméno zaměstnance, který paletu vyrobil. Záznamy jsou také vedeny stejným způsobem jako hotové výrobky v informačním systému MAGIC [108]. Na Obr. 3.5 je vidět skladování briket a jejich značení.



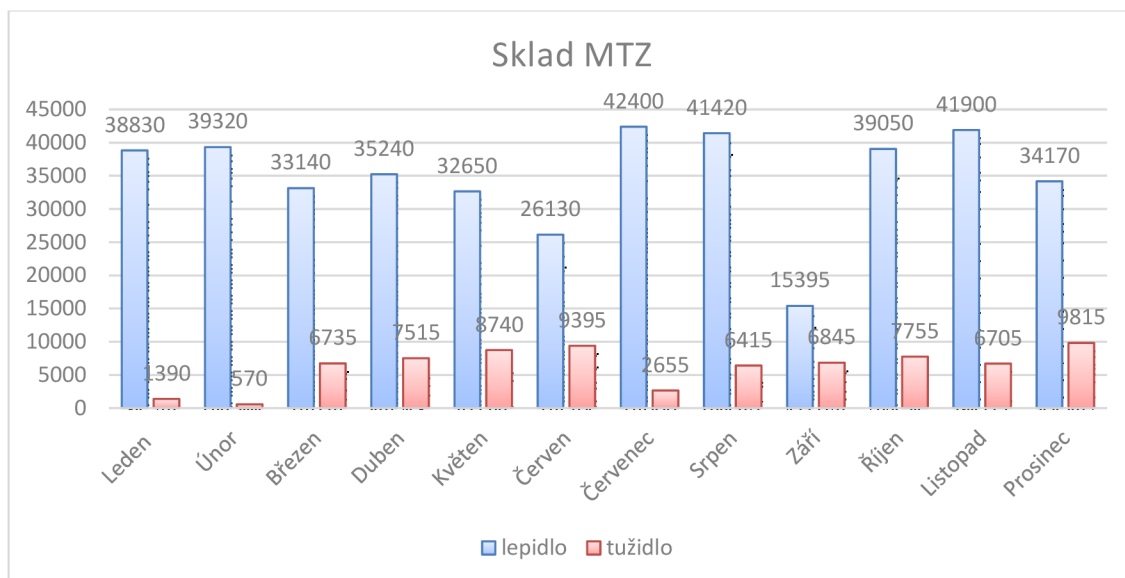
Obr. 3.5 Brikety

Zdroj: vlastní

3.2.5 Skladování materiálně technického zabezpečení

Ve skladu materiálně technického zařízení (MTZ) je nutné uskladnit rozmanitý sortiment. Patří tam náhradní díly, ochranné pomůcky, pracovní pomůcky, kancelářské potřeby, čisticí prostředky, dezinfekce, balicí materiál, maziva, lepidla a další. Sortiment je uskladněn v regálových systémech. Sortiment je dokladován dle potřeby. Veškeré záznamy o pohybu sortimentu jsou zaznamenány v informačním systému. Ve skladu je umístěna kniha, do které se zapisuje odebraný sortiment. Na základě této knihy se provádí změny v informačním systému.

Vzhledem k velké rozmanitosti sortimentu ve skladu materiálně technického zabezpečení je pro účely vytvoření přehledu o stavu skladových zásob vybrány pouze dvě nejpoužívanější položky ze skladu. Jedná se o lepidlo a tužidlo pro ně určené [109]. V Grafu 3.2 je vyobrazen konečný stav skladových zásob na konci každého měsíce roku 2020.



Graf 3.2 Sklad MTZ

Zdroj: vlastní

3.3 Zhodnocení skladového hospodářství společnosti

Pro zhodnocení stavu skladového hospodářství společnosti AGROP NOVA a.s. je využita SWOT analýza, která se zaměřuje na silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby. Jednotlivé parametry jsou vyobrazeny v Tab. 3.1.

Tab. 3.1 SWOT analýza

| | POMOCNÉ (k dosažení cíle) | ŠKODLIVÉ (k dosažení cíle) |
|---|--|--|
| VNITŘNÍ (atributy organizace) | <p>SILNÉ STRÁNKY</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dostatečná kapacita skladu hotových výrobků • Dostatečná kapacita skladu řeziva • Umístění polotovarů v blízkosti výrobních strojů • Dostatečný prostor pro manipulaci ve skladu hotových výrobků • Dostatečný prostor ve skladu řeziva • Vhodné uložení skladovaných položek ve skladu MTZ • Bezpečnost práce ve skladech • Dostatečně zaškolený personál • Možnost rozšíření velikosti skladů • Vhodná manipulační zařízení | <p>SLABÉ STRÁNKY</p> <ul style="list-style-type: none"> • Malá kapacita skladu dřevostaveb • Ruční evidence vyskladňování a naskladňování • Špatný stav konstrukce skladu briket • Malá kapacita skladu briket • Nutnost převozu řeziva ze sušáren do výrobního závodu • Nedostatečný prostor pro manipulaci ve skladu briket • Zdlouhavý proces ruční inventarizace |
| VNĚJŠÍ (atributy prostředí) | <p>PŘÍLEŽITOSTI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modernizace technologií • Informace o naskladnění a vyskladnění pomocí čtecích zařízení • Inventarizace pomocí dronů • Vizuální management • Navýšení kapacity skladů • Automatizace skladů • Zavedení 2D kódů | <p>HROZBY</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porucha zařízení pro manipulaci • Živelné pohromy • Požár ve skladech • Výkyvy v poptávce • Úrazy pracovníků • Naplnění 100 % kapacity skladu |

Zdroj: vlastní

Jednotlivé parametry SWOT analýzy jsou určeny na základě rozhovorů se zaměstnanci společnosti a vlastním náhledem autorky diplomové práce. Po určení jednotlivých parametrů všech čtyř kvadrantů byla u každého z nich určena váha a hodnocení. Následně byly tyto dvě hodnoty vynásobeny a jejich součet udává výsledek silných stránek, slabých stránek, příležitostí a hrozeb. Dále byl vypočítán interní a externí stav a jeho sečtením byl zjištěn konečný výsledek SWOT analýzy. Všechny výpočty jsou provedeny v Tab. 3.2.

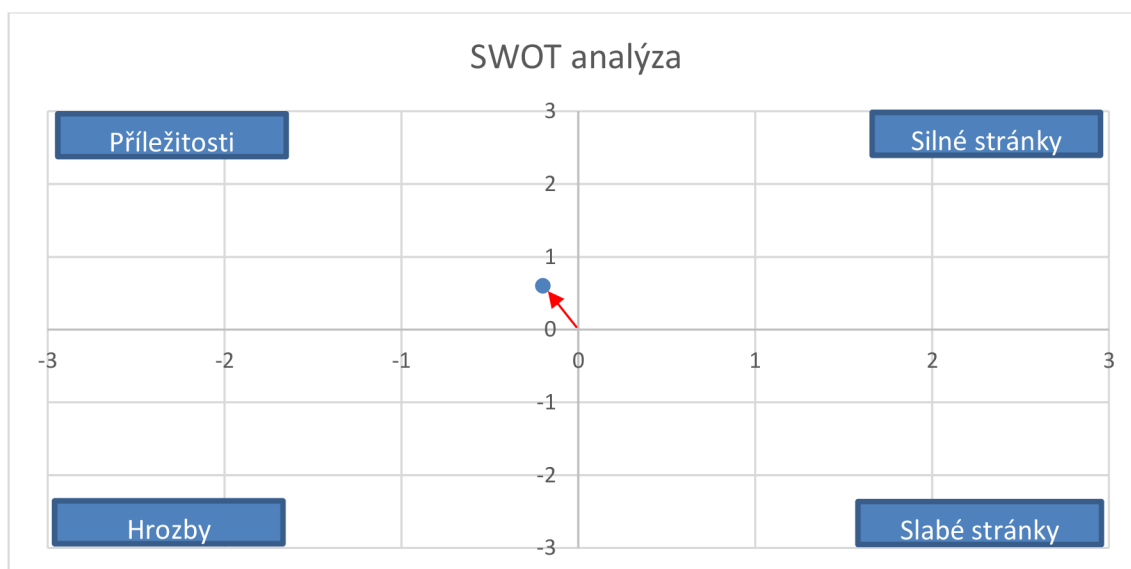
Tab. 3.2 Výpočet SWOT analýzy

| Silné stránky | Váha | Hodnocení | Výsledek |
|---|-------------|------------------|-----------------|
| Dostatečná kapacita skladu hotových výrobků | 0,05 | 3 | 0,15 |
| Dostatečná kapacita skladu řeziva | 0,05 | 3 | 0,15 |
| Umístění polotovarů v blízkosti výrobních strojů | 0,15 | 5 | 0,75 |
| Dostatečný prostor pro manipulaci ve skladu hotových výrobků | 0,10 | 4 | 0,40 |
| Dostatečný prostor pro manipulaci ve skladu řeziva | 0,10 | 4 | 0,40 |
| Vhodné uložení skladovaných položek ve skladu MTZ | 0,075 | 2 | 0,15 |
| Bezpečnost práce ve skladech | 0,10 | 4 | 0,40 |
| Dostatečně zaškolený personál | 0,05 | 3 | 0,15 |
| Možnost rozšíření velikosti skladu | 0,075 | 2 | 0,15 |
| Vhodná manipulační zařízení | 0,25 | 5 | 1,25 |
| Součet | 1 | | 3,95 |
| Slabé stránky | | | |
| Malá kapacita skladu dřevostaveb | 0,10 | -3 | -0,30 |
| Ruční evidence vyskladňování a naskladňování | 0,25 | -5 | -1,25 |
| Špatný stav konstrukce skladu briket | 0,15 | -4 | -0,60 |
| Malá kapacita skladu briket | 0,10 | -3 | -0,30 |
| Nutnost převozu řeziva ze sušáren do výrobního závodu | 0,15 | -4 | -0,60 |
| Nedostatečný prostor pro manipulaci ve skladu briket | 0,05 | -2 | -0,10 |
| Zdlouhavý proces ruční inventarizace | 0,20 | -5 | -1,00 |
| Součet | 1 | | -4,15 |
| Příležitosti | | | |
| Modernizace technologií | 0,15 | 4 | 0,60 |
| Informace o naskladnění a vyskladnění pomocí čtecích zařízení | 0,25 | 5 | 1,25 |
| Inventarizace pomocí dronů | 0,20 | 5 | 1,00 |
| Vizuální management | 0,10 | 3 | 0,30 |
| Navýšení kapacity skladů | 0,05 | 2 | 0,10 |
| Automatizace skladů | 0,10 | 3 | 0,30 |

| | | | |
|---|--------------|-------------|--------------|
| Zavedení 2D kódů | 0,15 | 4 | 0,60 |
| Součet | 1 | | 4,15 |
| Hrozby | | | |
| Porucha zařízení pro manipulaci | 0,30 | -5 | -1,50 |
| Živelné pohromy | 0,10 | -2 | -0,20 |
| Požár ve skladech | 0,25 | -4 | -1,00 |
| Výkyvy v poptávce | 0,20 | -3 | -0,60 |
| Úrazy pracovníků | 0,10 | -2 | -0,20 |
| Naplnění 100 % kapacity skladu | 0,05 | -1 | -0,05 |
| Součet | 1 | | -3,55 |
| Výsledek | | | |
| Interní (silné stránky + slabé stránky) | 3,95 | -4,15 | -0,20 |
| Externí (příležitosti + hrozby) | 4,15 | -3,55 | 0,60 |
| Interní + externí | -0,20 | 0,60 | 0,40 |

Zdroj: vlastní

Výsledkem SWOT analýzy skladového hospodářství společnosti AGROP NOVA a.s. je hodnota 0,40. Z této hodnoty je patrné, že skladové hospodářství společnosti se nenachází ve špatném stavu. Jak je zřejmé z Grafu 3.3 společnost by se v rámci skladování měla zaměřit na příležitosti, které by více zlepšily stav skladového hospodářství.



Graf 3.3 SWOT analýza

Zdroj: vlastní

3.4 Využití možnosti exponenciálních technologií ve skladovém hospodářství společnosti AGROP NOVA a.s.

Z výsledků SWOT analýzy je zřejmé, že by se společnost měla zaměřit na rozvoj příležitostí, mezi které patří zavedení exponenciálních technologií. V kapitole jsou navrženy exponenciální technologie, které by bylo možné ve skladovém hospodářství společnosti AGROP NOVA a.s. využít. Vybrané technologie jsou aplikovány do určitého skladu, který je pro danou exponenciální technologii vhodný. V Tab. 3.3 jsou vyobrazeny technologie, které jsou pro skladové hospodářství vybrány.

Tab. 3.3 Využití exponenciálních technologií ve skladovém hospodářství

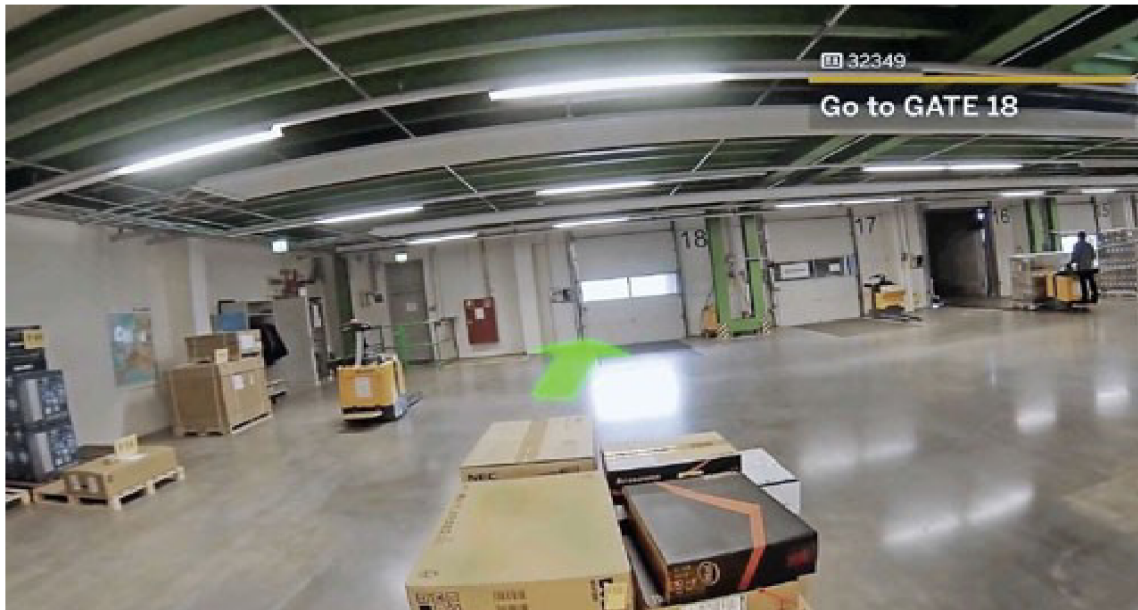
| Využití exponenciálních technologií ve skladovém hospodářství |
|---|
| • Rozšířená realita |
| • Drony |
| • Automaticky řízená vozidla |
| • Digitální dvojče |
| • Čtecí zařízení |

Zdroj: vlastní

3.4.1 Rozšířená realita

Ve skladu řeziva a hotových výrobků dochází k naskladnění a vychystávání řeziva a balíků s biodeskami pomocí čtyřcestných vysokozdvížných vozíků. Při těchto činnostech je možné využít exponenciální technologie s názvem rozšířená realita. Tato technologie dokáže automatizovat úkony, které vykonávají lidé a promítat vytvořené objekty do reálného světa. Její aplikace ve společnosti může probíhat pomocí chytrých brýlí, které slouží jako podpora pracovníků, kteří ovládají vysokozdvížné vozíky. Chytré brýle se dají využít dvojím způsobem. Brýle mohou sloužit jako nositel informací, na jehož základě se pracovníci rozhodují a provádí dané úkoly. Druhým způsobem je využití brýlí jako nástroje pro zadávání úkolů, kdy se využívá opticky naváděcí systém, který je zobrazen na Obr. 3.6. Díky chytrým brýlím mají zaměstnanci okamžitý přehled o volných skladovacích pozicích, dále vědí, kam mají balík uložit či naložit. Proces může vypadat následovně. Pracovník po nasazení brýlí vidí přehled, co je nutné vyskladnit nebo

naskladnit. V dalším kroku je pomocí brýlí zobrazována celá trasa a jednotlivé úkoly v reálném skladu, které je nutné provést. Například náklad s označením XY převést na pozici XY, následně vyzvednout náklad na pozici XY a zavést k expedici na pozici XY, atd. Rozšířenou realitu je také možné využít k plánování layoutu skladu. Technologie je popsána v rámci skladu hotových výrobků a řeziva, je však možné ji použít i v ostatních skladech.



Obr. 3.6 Opticky naváděcí systém

Zdroj: [110]

Zavedení této technologie do provozu společnosti je dáno individuálními potřebami a požadavky, které jsou součástí přímé konzultace mezi zákazníkem a dodavatelem systému. Z tohoto důvodu není možné zjistit přesnou cenu chytrých brýlí, softwaru a komponent nutných pro zavedení této technologie do provozu společnosti. Na trhu jsou k zakoupení dostupné chytré brýle pro komerční použití. Tento typ není vyhovující pro použití v průmyslu z důvodu absence dostatečně propracované softwaru použitelného v průmyslu a zajišťujícího veškerou bezpečnost z pohledu informačních technologií i bezpečnosti práce.

Výsledkem využití této technologie je zrychlení procesu naskladňování a vychystávání zboží. Nedochází k neefektivnímu pohybu vysokozdvíhacích vozíků po ploše skladu a je vybrána optimální trasa. Přínosem je úspora času, nákladů a zefektivnění celého procesu.

3.4.2 Drony

Další exponenciální technologií, kterou je možné využít v rámci skladu hotových výrobků, polotovarů a briket, jsou drony. Společnost touto technologií v současné době nedisponuje ani neuvažuje o jejím zavedení. Drony je možné využít ke dvěma činnostem. První z nich je inventarizace. V tomto případě drony skenují čárové kódy umístěné na produktech a odesílají data do informačního systému. Pro toto použití je vhodné nahradit nyní čárové kódy novějšími 2D kódy (QR kódy), které umožňují zápis většího počtu informací o daném produktu. Dron odesílá data v reálném okamžiku pomocí Wi-Fi sítě nebo Bluetooth. Zjištěná data jsou ihned k dispozici pro další zpracování a nesou informaci o celkovém množství naskladněných výrobků v rámci skladu. Data jsou přesná a neexistuje riziko špatné evidence, které se může objevit u inventarizace pomocí pracovníků. Dron může na základě detekce bodů skládat algoritmy, ze kterých vznikají prostorové 3D obrazy skladovaných výrobků, jejichž výsledkem je vizuální model, který zobrazuje polohu a počet skladovaných výrobků v informačním systému. Dron může být vybaven kamerou, která pořizuje snímky, dále různými senzory nebo ultrazvukem. Pomocí dronu je tak možné například kontrolovat poškození obalů. V případě této společnosti jsou obaly velice důležitým prvkem. Balíky biodesek jsou obaleny plachtou, která je chrání před zašpiněním a poničením. Plachta se při manipulaci snadno poškodí a může dojít k poničení biodesky, proto může dron sloužit i k této kontrole. Dron se ve skladu orientuje na základě GPS systému. V případě jeho nefunkčnosti je schopen orientovat se podle pozic jednotlivých balíků. Další výhodou dronů je jejich schopnost zaletět kamkoli a dostat se ke špatně přístupným balíkům uloženým ve vyšších polohách. To také souvisí s bezpečností práce. Dron omezuje rizikovou práci pracovníků při kontrole balíků ve výškách a šetří se tak náklady spojené se školením bezpečnosti práce ve výškách. Drony mohou provádět inventuru v noci, o víkendech nebo i během dovolených. Je možné ji provádět v určitých časových intervalech (například každý týden) a téměř ihned mít informace o pohybu skladových zásob. Jediná činnost, kterou musí pracovník vykonat, je vypuštění dronu a na konci inventury jeho uložení na nabíjecí stanici. Do budoucna je možné nastavit dron tak, aby se po vykonání úkolu vrátil na nabíjecí stanici. Drony umožňují nahradit lidské zdroje a zefektivňují proces inventarizace, šetří čas, který daný pracovník může využít k potřebnějším pracovním aktivitám.

Společnost Hardis Group Logistics navrhla dron nazývaný Eyesee, který byl vyvinut přímo pro inventarizaci ve skladech. Usnadňuje provoz skladu zásob. Řešení zahrnuje autonomní dron, tabletovou aplikaci pro ovládání dronu a sadu cloudových aplikací pro mapování, zpracování dat, hlášení a správu vozového parku dronů. Dronu Eyesee trvá skenování místa méně než deset sekund, v porovnání s minimálně 90 sekundami u jiného inventárního zařízení. Eyesee je kompatibilní se všemi WMS a ERP řešeními na trhu a umí číst všechny typy čárových kódů. Dron je navržen tak, aby splňoval všechny požadavky na bezpečnost. Obsahuje detektor blížícího se objektu, 360° antikolizní senzory a kontrolu automatického bezpečnostního systému před vzletem. Dron díky umělé inteligenci a vizuálnímu rozpoznávání dokáže rozeznat paletu a její barvu, poškození balení a také výšku palet. Tento dron pro inventarizaci již používají velké společnosti jako je například Volvo Group, Renault či L'Oréal, jehož použití v této společnosti je vidět na Obr. 3.7. Společnost navrhla dron, který se stal velmi populární pro inventarizaci a posunula jednu z exponenciálních technologií do popředí a stala se běžně dostupnou [112].



Obr. 3.7 Dron Eyesee

Zdroj: [113]

V druhém případě je možné drony využít k monitoringu plochy skladu. Pomocí dronu s kamerou lze během krátké chvíle zjistit volná skladovací místa, pro umístění produktů. Pracovník musí projít pěšky všechny části skladu, anebo je projet pomocí

vysokozdvíženého vozíku, což je časově i nákladově náročnější než při využití dronu. Tato funkce šetří čas i náklady spojené s průzkumem skladu pracovníkem. Dron se ve skladu dokáže pohybovat rychle a z výšky má větší přehled. Na základě zjištění volných pozic může skladník plánovat uskladnění dalších produktů. Tuto funkci dronu je možné využít spolu s rozšířenou realitou. Dron zjistí volné pozice a tuto informaci předá systému. Systém pošle do chytrých brýlí informaci pracovníkovi obsluhujícímu vysokozdvížený vozík a ten danou operaci vykoná.

Vzhledem k velikosti skladu je dron vhodnou technologií, která by společnosti umožnila častější kontrolu skladovaných produktů a vhodné využití této velké plochy skladu.

Ani v tomto případě exponenciální technologie dronů nebylo možné přesně určit cenu. Běžně dostupné komerční drony nelze využít v průmyslu. Takové drony nedisponují potřebným softwarovým vybavením a dodávaným příslušenstvím a nezajišťují certifikace bezpečnosti práce pro průmysl. Celý koncept je dodatelem dronů navržen na základě potřebných funkcí a požadavků společnosti. Jedinou možností, kterou by bylo možné použít je dron Eyesee, který je určený pro inventarizaci v průmyslu.

U skladu materiálně technického zařízení není možné drony použít, z důvodu absence označení položek pomocí čárových kódů. Ve skladu řeziva by bylo nutné pořídit dron, který je přizpůsoben k využití v exteriéru a splňuje požadavky pro použití ve venkovních prostorech.

3.4.3 Automaticky řízená vozidla

Využitelnou exponenciální technologií v rámci skladu jsou automaticky řízená vozidla. V případě společnosti AGROP NOVA a.s. je možné použití ve skladu hotových výrobků. Tento sklad má vhodné podmínky pro fungování této technologie. Je krytý, má rovnou podlahu a dostatečnou manipulační plochu. Automaticky řízená vozidla mohou nahradit vysokozdvížené vozíky, které se v současné době používají pro manipulaci a jsou zastaralé. Mohou být nahrazeny automatickými vysokozdvížnými vozíky nebo automatickými tahači, na které by stávající vysokozdvížené vozíky musely balíky s biodeskami nakládat. Vzhledem k hmotnosti balíků je pro účel tohoto skladu nutné vybrat AGV s velkou nosností.

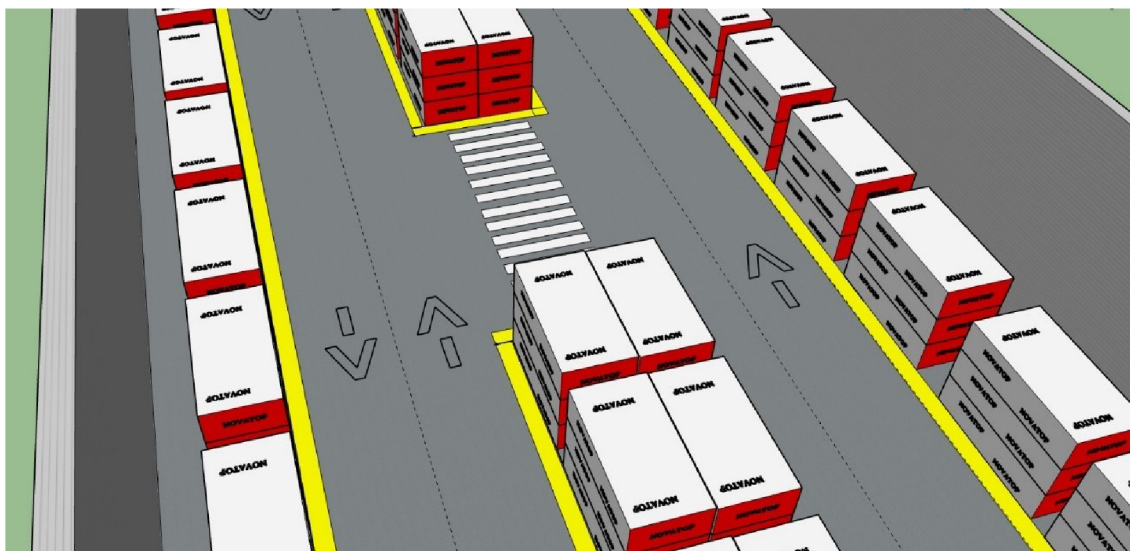
Dále je možné použití při skladování polotovárů. Automaticky řízené vozidlo dováží a odváží lamely, středy či vnější vrstvy přímo k výrobním strojům. Dovoz těchto

polotovaru lze nastavit na základě systému Just in time neboli právě včas. Jednotlivé polotovary by automaticky řízené vozidlo dováželo na určené místo v danou dobu a v přesný čas, kdy jsou potřebné. Polotovary by na AGV nakládal vysokozdvizný vozík.

Ve skladu briket není možné AGV použít z důvodu nerovného povrchu podlahy. Ve skladu řeziva je nutné použít AGV určené pro venkovní prostory, protože tento sklad není krytý. U skladu materiálně technického zabezpečení není možné AGV použít, kvůli malému prostoru pro manipulaci.

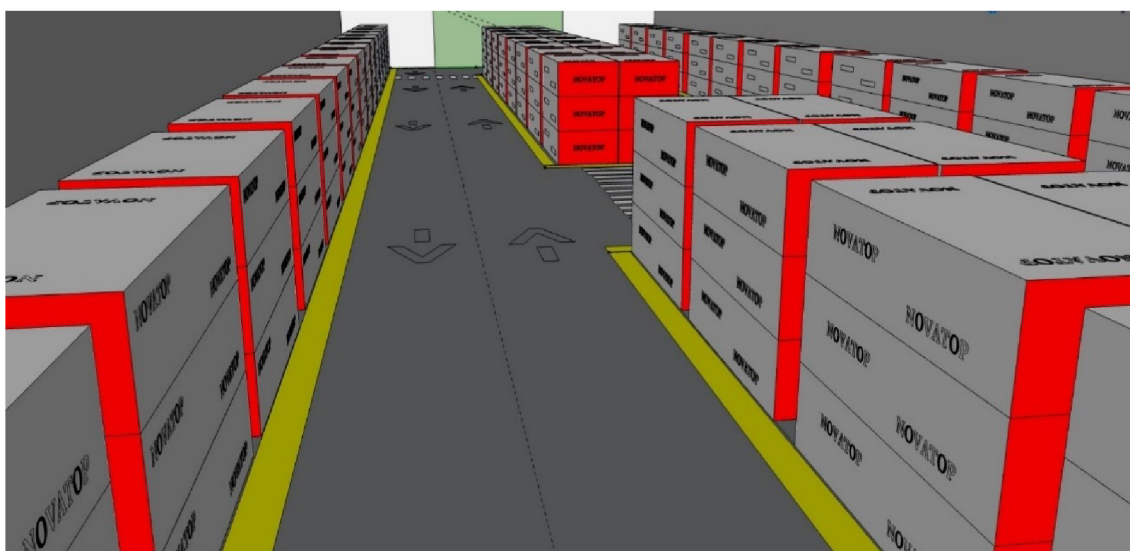
Pro zavedení této technologie je nutné na základě typu navigace připravit dané trasy pro pohyb AGV. Nejvhodnější a nejjednodušší na zavedení je magnetická páska, která se umístí přímo na podlahu. Dále zavést potřebný inteligentní software na řízení AGV a propojit ho s používaným informačním systémem. Cena automaticky řízeného vozidla závisí na typu a výrobcí. Ve většině případů je od dodavatele navrženo komplexní řešení této technologie tzn. typ vozidla, počet, vhodný typ navigace, software potřebný k řízení vozidla a další. Cena se tak liší v závislosti na vybraném systému.

Navzdory tomu, že automaticky řízená vozidla obsahují bezpečnostní prvky, které chrání člověka, náklad či objekty, je vhodné přizpůsobit prostory pro jejich plynulý pohyb bez překážek a zbytečného zastavování vlivem překřížení trasy. Řešením je zavedení vizuálního managementu na podlahy skladu hotových výrobků a haly výroby, kde se skladují polotovary. Pomocí veřejně dostupného programu SketchUp je vytvořen model skladu hotových výrobků, kde je zaveden vizuální management. Vizuální management je tvořen žlutými plochami pro pohyb pracovníků ve skladu, dále přechody a šípkami, které určují směr jízdy. 3D model je vyobrazen na Obr. 3.8 a 3.9.



Obr. 3.8 3D model skladu 1

Zdroj: vlastní



Obr. 3.9 3D model skladu 2

Zdroj: vlastní

3.4.4 Digitální dvojče

Další exponenciální technologií, kterou je možné použít, je digitální dvojče. Jedná se o virtuální kopii celých procesů, v případě této diplomové práce proces skladování. Digitální dvojče vytváří vizualizaci skladu ve 3D modelu se všemi detaily, kterými jsou například počet jednotlivých položek či jejich značení. Umožňuje modelovat všechny činnosti a navrhovat varianty, jako by se jednalo o skutečnost.

Ve skladování může společnost využít digitální dvojče na autonomní řízení zásob, pro plánování naskladňování, vychystávání, kompletování objednávek a poskládání výrobků na kamion. Dále může tato technologie vyhodnocovat celý proces skladování a navrhnout jeho zlepšení. Další funkcí je návrh změny layoutu skladu. Pomocí digitálního dvojčete je ještě možné vyzkoušet si ve virtuálním prostředí zavedení automaticky řízených vozidel či změnu používaných manipulačních zařízení. Škála funkcí a možností je neomezená.

Digitální dvojče je schopné vytvořit plán vychystávání v určitém skladu. Tento plán může být vytvořen dopředu, aby následující den bylo přesně určeno, jaké úkony je nutné udělat. Proces vychystávání může pomocí digitálního dvojčete vypadat následovně. Po přijetí objednávek do systému jsou vstupní informace (například počet kusů, požadovaná kvalita) systémem digitálního dvojčete zpracovány. Tyto vstupní informace slouží jako podklad pro vytvoření plánu vychystávání. Dle zvolených požadavků se může jednat o optimální proces vychystávání, vychystávání za nejkratší čas nebo za nejkratší trasu. V případě skladu hotových výrobků plán obsahuje jednotlivé biodesky, které je nutné vychystat. Mezi hlavní informace patří rozměr desky, její kvalita, počet, pořadí ve kterém mají být vychystány a také místo, kde jsou biodesky ve skladu umístěny. Vytvořený plán pak může být přenesen do chytrých brýlí, jejichž použití ve skladu bylo popsáno v předešlé kapitole.

Výhodou je, že tato technologie umožňuje vyzkoušet změny ve virtuálním prostředí jako by probíhaly reálně, bez vynaložených nákladů. Při osvědčení ve virtuálním prostředí je možná přímá implementace v reálném skladování. Společnost si je v tomto případě jista, že zavedená změna, či plánování procesu je přínosem. Digitální dvojče je možné využít ve všech skladech, ale také i ve výrobě. Cena zavedení digitálního dvojčete se odvíjí od přesně navrženého konceptu a dle zadání společnosti.

3.4.5 Čtecí zařízení

Zavádění exponenciálních technologií je složitý proces, který vyžaduje určitý technický základ. Pro fungování ostatních exponenciálních technologií je nutné ve společnosti zavedení čtecích zařízení, které zefektivní proces naskladnění a vyskladnění a celkový přehled o stavu skladovaných položek. V současné době proces naskladnění a vyskladnění probíhá následovně. Při naskladnění je nutné zanést jednu část štítku do kanceláře správy skladu, kde je jednotlivé zboží ručně načteno do systému. Stejný proces

je i při vychystávání zboží, jen se jedná o kancelář expedice. Způsob této evidence je zbytečně časově náročný a může při něm docházet k chybám či ztrátám štítků. Výhodou je, že společnost disponuje informačním systémem, se kterým je možné čtecí zařízení propojit. Další výhodou je již zavedené značení pomocí čárových kódů.

Zavedení této technologie zefektivní a urychlí celý proces. Data jsou v reálném čase přenesena do informačního systému, což umožní využívat další technologie a optimalizovat tak celý materiálový tok. Dojde k úspoře času a eliminaci rutinní práce. Dalším efektem zavedení této technologie je úspora nákladů spojených s tiskem druhých štítků. Čtecí zařízení by usnadnila a zrychlila zdlouhavý proces inventarizace.

Využití čtecích zařízení je možné ve všech skladech, kromě skladu materiálně technického zařízení, který nedisponuje čárovými kódy na skladovaných položkách.

Vzhledem k již zavedenému informačnímu systému, který je kompatibilní s běžně dostupnými čtecími zařízeními, je možné v rámci této diplomové práce vybrat konkrétní typy a provést jejich srovnání a výběr nejvhodnějšího z nich. Na základě konzultace s vedoucím skladu jsou vybrány tři typy čtecích zařízení značky Zebra, která je jedna z nejvyužívanějších značek v této oblasti.

Konkrétně jsou vybrány terminály Zebra TC21, Zebra EC30 a Zebra TC25, jsou zobrazeny na Obr. 3.10. Všechna tři čtecí zařízení dokáží snímat 1D i 2D kódy, podporují Wi-Fi připojení. Liší se cenou, velikostí displeje, výdrží baterie a hmotností. Přesné hodnoty jsou zobrazeny v Tab. 3.4.

Terminál Zebra TC21



Terminál Zebra EC30



Terminál Zebra TC25



Obr. 3.10 Čtecí zařízení

Zdroj: vlastní

Dále jsou vybrána čtyři kritéria pro hodnocení čtecích zařízení. Jedná se o:

- K1 – cena (Kč),
- K2 – velikost displeje (palce),
- K3 – výdrž baterie (hodiny),
- K4 – hmotnost zařízení (gramy).

Jednotlivé hodnoty kritérií jsou znázorněny v Tab. 3.4.

Tab. 3.4 Hodnoty kritérií čtecích zařízení

| Zařízení / kritéria | Terminál Zebra TC21 | Terminál Zebra EC30 | Terminál Zebra TC25 |
|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Cena (Kč) | 13 227 | 10 881 | 13 310 |
| Velikost displeje (palce) | 5 | 3 | 4,3 |
| Výdrž baterie (hodiny) | 18 | 8 | 14 |
| Hmotnost (gramy) | 239 | 110 | 195 |

Zdroj: vlastní

Pro výběr nejvhodnějšího typu zařízení k zavedení do skladového hospodářství společnosti jsou vybrány dvě metody vícekritériálního hodnocení variant. Jedná se o Fullеровu metodu (Fullerův trojúhelník) a metodu AHP (Analytický hierarchický proces).

Jako první je použita Fullerova metoda. K této metodě je nutné, aby pro začátek tři odborníci z oddělení skladového hospodářství určili kritéria, která jsou podle nich nejdůležitější z hlediska výběru čtecích zařízení. Zhodnocení kritérií třemi odborníky je znázorněn na Obr. 3.11.

| Odborník 1 | | | Odborník 2 | | | Odborník 3 | | |
|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|
| 1 2 | 1 3 | 1 4 | 1 2 | 1 3 | 1 4 | 1 2 | 1 3 | 1 4 |
| | 2 3 | 2 4 | | 2 3 | 2 4 | | 2 3 | 2 4 |
| | | 3 4 | | | 3 4 | | | 3 4 |

Obr. 3.11 Hodnocení kritérií

Zdroj: vlastní

Na základě výběru kritérií dle odborníků je vypočítán počet preferencí jednotlivých kritérií. Ten je vyobrazen v Tab. 3.5. Dalším krokem je výpočet vah kritérií. Výpočet je následující. Určitý počet preferencí pro dané kritérium se vydělí celkovým součtem preferencí, v tomto případě číslem 18. Na základě hodnoty vah kritérií je určeno pořadí daného kritéria pro výběr čtecího zařízení. Výsledky vah kritérií a jejich pořadí se nachází v Tab. 3.6.

Tab. 3.5 Výpočet preferencí

| Kritérium | Odborník | | | Počet preferencí |
|-----------|----------|---|---|------------------|
| | A | B | C | |
| K1 | 2 | 1 | 1 | 4 |
| K2 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| K3 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| K4 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Σ | - | - | - | 18 |

Zdroj: vlastní

Tab. 3.6 Výpočet vah kritérií

| Kritérium | Váha kritéria | Pořadí |
|-----------|---------------|--------|
| K1 | 0,222 | 2. |
| K2 | 0,167 | 3. |
| K3 | 0,500 | 1. |
| K4 | 0,111 | 4. |
| Σ | 1 | - |

Zdroj: vlastní

Dalším krokem metody je přiřazení vah kritérií k jednotlivým čtecím zařízením. Následně jsou sečteny váhy u jednotlivých typů zařízení. Z těchto součtů je vybrána maximální hodnota, která určuje nejvhodnější zařízení. Na základě Fullerovi metody je určeno, že nejvhodnějším čtecím zařízením z hlediska vybraných kritérií je terminál Zebra TC21. Součet vah kritérií u vybraného terminálu je 0,424. Všechny hodnoty se nachází v Tab. 3.7.

Tab. 3.7 Výběr čtecího zařízení

| Kritérium | Váha kritéria | Čtecí zařízení | | |
|------------------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | Terminál Zebra TC21 | Terminál Zebra EC30 | Terminál Zebra TC25 |
| K1 – Cena | 0,222 | 0,074 | 0,111 | 0,037 |
| K2 – Velikost displeje | 0,166 | 0,082 | 0,027 | 0,055 |
| K3 – Výdrž baterie | 0,500 | 0,249 | 0,083 | 0,166 |
| K4 – Hmotnost | 0,111 | 0,019 | 0,055 | 0,037 |
| Součet | 1 | 0,424 | 0,276 | 0,295 |

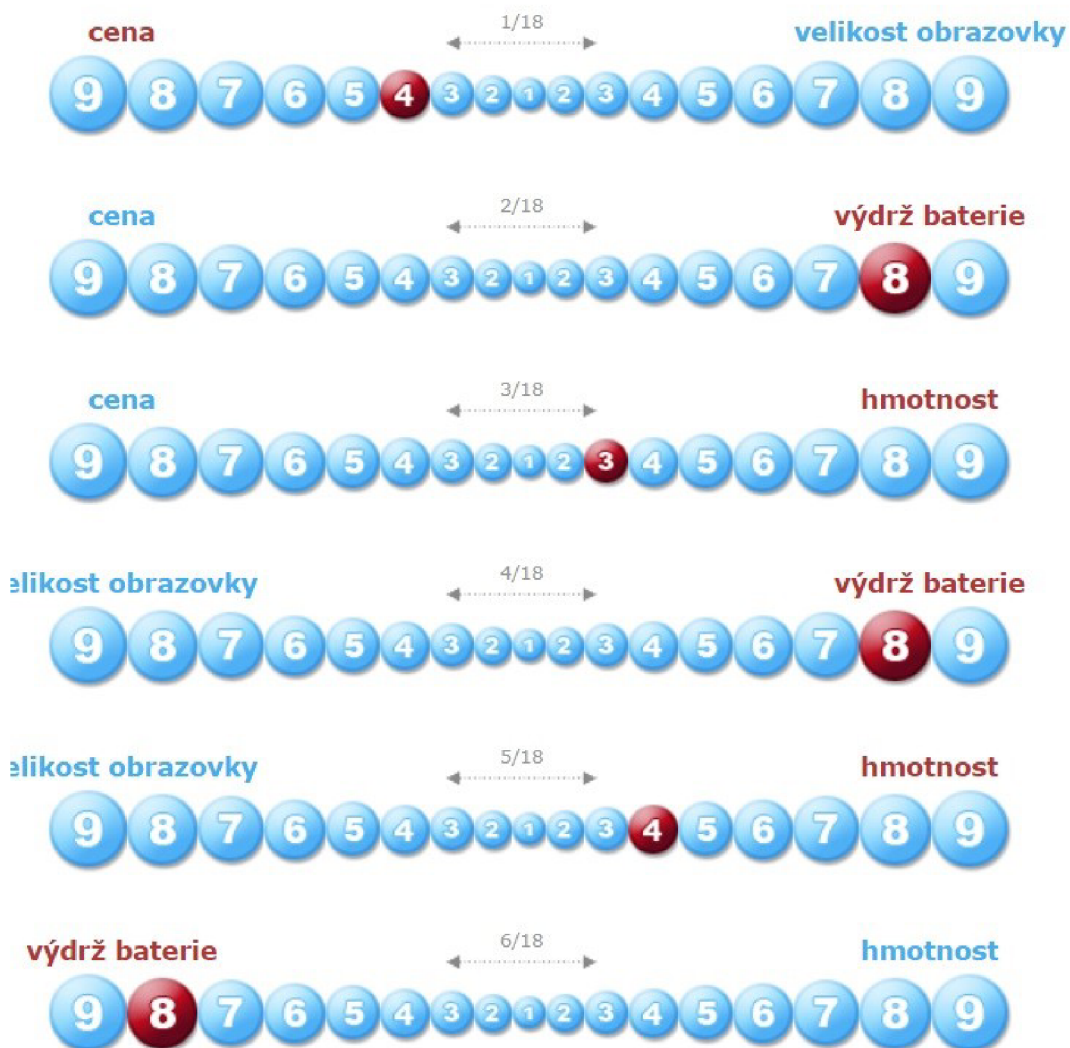
Zdroj: vlastní

Vítězem ve výběru čtecího zařízení je terminál Zebra TC21. Dále je výběr čtecího zařízení pomocí metody AHP. Její výpočet je vytvořen pomocí veřejně dostupného softwaru. Výběr čtecích zařízení a jejich kritérií zůstává stejný jako u předešlé metody. Nejprve je nutné porovnat kritéria na stupnici od 1 do 9 a určit jejich důležitost. To je

možné vidět na Obr. 3.12. V dalším kroku jsou porovnávány vybraná čtecí zařízení z hlediska kritérií. Na Obr. 3.13 je vidět porovnání čtecích zařízení dle výdrže baterie.

předvolby kritérií

Pomocí stupnice definujte důležitost kritérií.

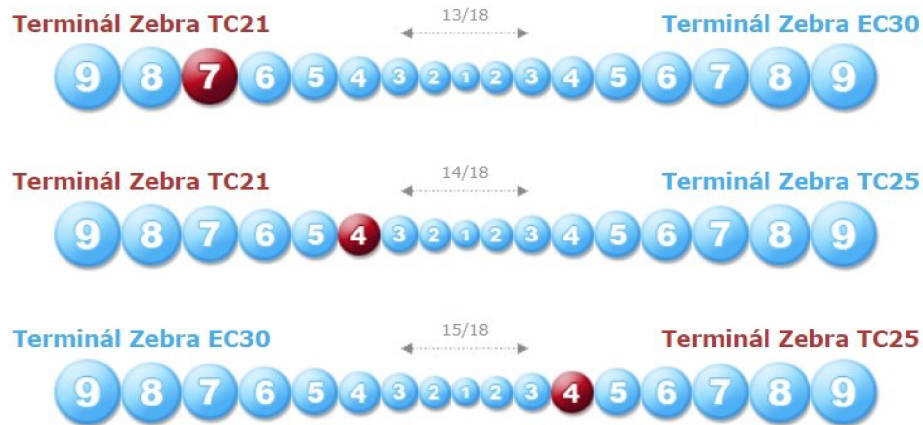


Obr. 3.12 Předvolby kritérií

Zdroj: vlastní

kritéria výdrž baterie
účastník: Není definován žádný účastník.

Pomocí stupnice definujte důležitost alternativy podle kritérií výdrž baterie ve srovnání s druhou alternativou. Pokračujte v porovnávání.

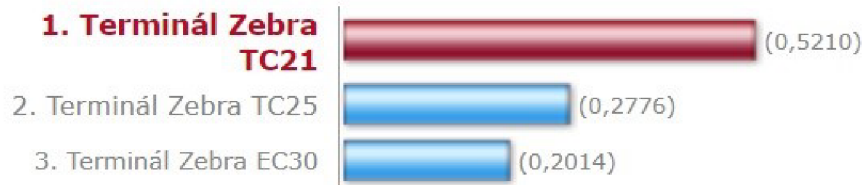


Obr. 3.13 Výběr zařízení dle kritéria

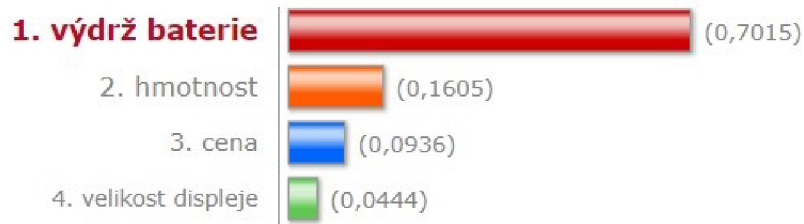
Zdroj: vlastní

Výsledek této metody je vyobrazen na Obr. 3.14. Jako nejvhodnější čtecí zařízení pro společnost je vybrán terminál Zebra TC21, jehož cena je 13 227 Kč, velikost displeje 5 palců, hmotnost 239 g a s výdrží baterie 18 hodin. Toto zařízení bylo vybráno jak pomocí Fullerovy metody, tak i pomocí metody AHP. Z výsledků obou metod je zřejmé, že kritérium, které má největší váhu je výdrž baterie.

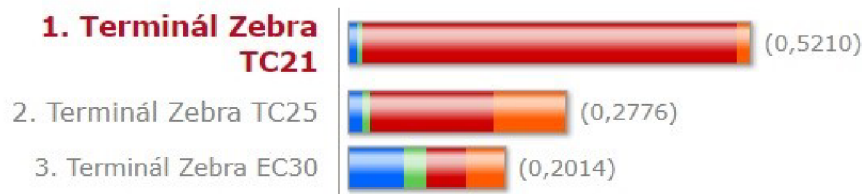
Mé rozhodnutí



důležitost kritérií



Pořadí alternativ se strukturou



Obr. 3.14 Výsledek AHP metody

Zdroj: vlastní

4 Zhodnocení návrhu

V předešlé kapitole jsou navrženy exponenciální technologie, které je možné použít ve skladování společnosti AGROP NOVA a.s. Jedná se o rozšířenou realitu, drony, automaticky řízená vozidla, digitální dvojče a čtecí zařízení. Každá z těchto technologií by byla pro společnost přínosem. Aby se celá společnost vyvíjela a rostla je nutné zlepšovat všechny procesy a automatizovat práci. Zavedení exponenciálních technologií je složitý proces, který vyžaduje jisté technické dovednosti společnosti.

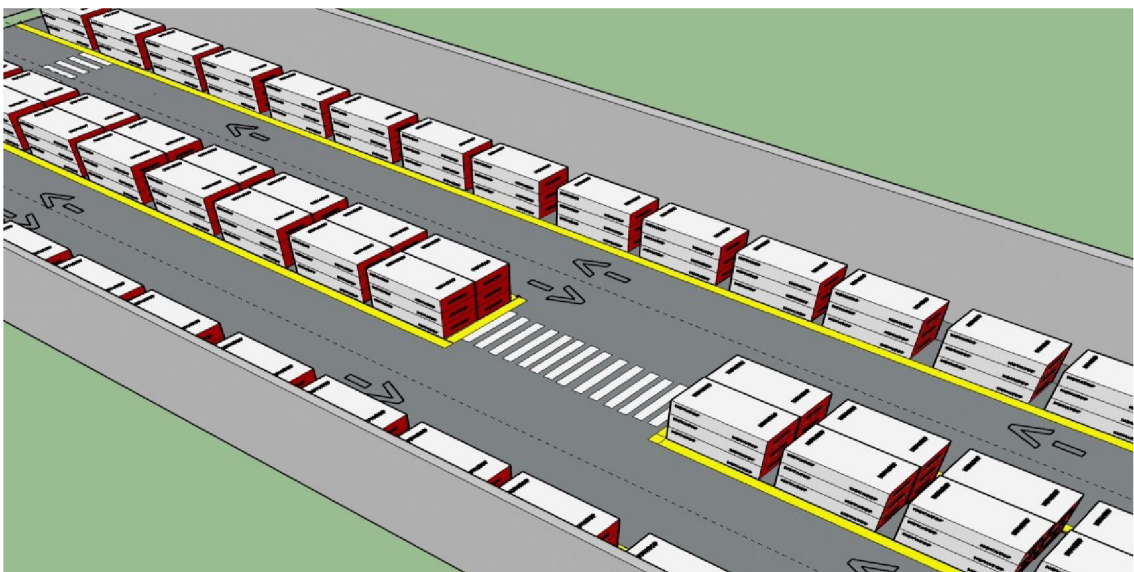
Rozšířená realita je exponenciální technologie, která v současné době proniká nejen do veřejné sféry, ale i do průmyslu. V předchozí kapitole je navrženo její použití ve skladovém hospodářství společnosti. Zavedení této technologie pomocí chytrých brýlí přináší společnosti zrychlení celého procesu naskladňování a vychystávání jednotlivých produktů. S použitím této technologie jsou trasy naskladňování a vychystávání optimální. Nedochozí ke zbytečnému pohybu na nepotřebná místa. Výsledkem je také úspora nákladů, která vzniká díky optimálnímu procesu.

Drony jsou exponenciální technologie, která se začíná ve skladech používat v široké míře. Jejich hlavní využití je pro inventarizaci. V předešlé kapitole je navrženo použití dronů ve skladovém hospodářství pro účely inventarizace a monitoringu plochy. Při využití dronů na inventarizaci je rapidně zkrácen její celý proces. Pomocí dronů je možné čárové kódy načíst za pouhých deset vteřin, oproti nynějším devadesáti vteřinám. To je doba, kterou potřebují ostatní čtecí zařízení na načtení určité položky. Dalším přínosem je bezpečnost. Použitím dronů zaniká nebezpečná práce ve výškách, kterou pracovníci skladu museli provádět při procesu inventarizace. S tím souvisí úspora nákladů na školení práce ve výškách. Drony obsahují řadu bezpečnostních senzorů, které chrání nejen uskladněné zboží, ale i zaměstnance. Je dokázáno, že pomocí dronů je zkrácena dvou hodinová inventarizace pomocí pracovníku na pouhých patnáct minut. Uspořený čas mohou pracovníci věnovat dalším potřebným aktivitám. Pro společnost je vhodné zamyslet se nad aplikací této metody. Dostačující je využití menšího počtu dronů a po jejich zavedení do běžného provozu a odstranění zaváděcích problémů tuto exponenciální technologii dále rozšiřovat.

Automaticky řízená vozidla jsou již běžně používanou exponenciální technologií v oblasti logistiky. V rámci České republiky je již výborně zavedena ve společnosti Škoda

Auto. V případě společnosti AGROP NOVA a.s. je možné automaticky řízená vozidla použít ve skladu hotových výrobků a v hale výroby, kde jsou uskladněny polotovary. Je nutné vybrat automaticky řízené vozidlo, které splňuje požadavky na oblast použití, nosnost a vhodný typ navigace. Tato exponenciální technologie by zautomatizovala skladové hospodářství a urychlila proces manipulace s polotovary a hotovými výrobky.

Pro plynulý provoz automaticky řízených vozidel je vhodné do skladů zavést vizuální management. Výsledek zavedení vizuálního managementu je vyobrazen ve 3D modelu skladu hotových výrobků, který je vidět na Obr. 4.1. Jedná se o žlutě zbarvené plochy a přechody pro chodce, které vyznačují prostor pro pohyb zaměstnanců, aby nedocházelo ke kolizím s AGV. Dalším prvkem vizuálního managementu jsou šipky na podlaze, které určují směr jízdy. Toto zavedení by bylo pro společnost přínosem i v současné době, kdy je doprava uvnitř skladu frekventovaná a dochází k řadě problémů při manipulaci s produkty.



Obr. 4.1 3D model skladu hotových výrobků

Zdroj: vlastní

Digitální dvojče je kopie skladu vytvořena pomocí 3D modelu, která umožňuje modelovat všechny reálné procesy, které se týkají daných skladů. Jedná se o autonomní řízení zásob, plánování naskladňování a vychystávání, kompletování objednávek, skládání výrobků na kamion a propojení všech technologií používaných ve skladech. Škála možností a funkcí je neomezená a umožňuje optimalizování procesů v celé společnosti. Pro skladové hospodářství společnosti je možné digitální dvojče využít pro

vytvoření plánu vychystávání. Plán lze vytvořit s časovým předstihem a určuje přesné úkony, které mají být provedeny. Je nutné zvolit požadavky na proces. Může se jednat o optimální trasy vychystávání či nejkratší dobu vychystávání. V případě společnosti se jedná o vychystávání biodesek, u kterých jsou v plánu informace o rozměru, kvalitě, počtu. Dále o místě, kde se nachází a kam mají být vychystány. Tento plán je možné v průběhu měnit dle provozních změn. Tuto technologii je možné propojit s chytrými brýlemi, které jsou nástrojem pro rozšířenou realitu.

Technologie umožňuje vyzkoušení změn ve virtuálním prostředí, které probíhají běžně. Vyzkoušení změn probíhá bez vynaložených nákladů, což je považováno za velkou výhodu digitálního dvojčete. Po dokonalém odzkoušení všech procesů ve virtuálním prostředí je možná okamžitá implementace do reálného skladování. Společnost má jistotu, že nová změna bude jistým přínosem, protože byla dostatečně odzkoušena ve virtuálním prostředí.

Zavádění exponenciálních technologií do skladového hospodářství vyžaduje určitý technický základ, který je nezbytný pro jejich dobré fungování. Proto by se měla společnost zamyslet nad zavedením čtecích zařízení. Tato zařízení mají pro společnost mnoho přínosů. Jedná se o zefektivnění, a především zkrácení celého procesu naskladnění a vyskladnění, který je nyní zdlouhavý a neefektivní. Při naskladnění a vyskladnění je nutné donášet štítky z balíků do kanceláře, kde probíhá zaevidování do systému. Při tomto způsobu je proces zdlouhavý, může při něm docházet k chybám, či ztratám štítků.

Díky rychlému přenosu dat v reálném čase je možné pomocí čtecích zařízení využít další technologie a optimalizovat procesy ve skladování. Při zavedení čtecích zařízení do skladového hospodářství společnosti dochází k úspoře času, a nedochází ke zbytečnému pohybu mezi kanceláří a skladem. Dalším přínosem je úspora nákladů. Ty nebude nutné vynakládat na tisk druhých štítků.

Pro účely této společnosti jsou vybrány 3 čtecí zařízení, které jsou pomocí Fullerovy metody a metody AHP zhodnoceny. Následně je vybráno nejvhodnější čtecí zařízení. Obě metody se shodují ve výsledku a je vybráno čtecí zařízení, které je pro účely skladového hospodářství dobrou volbou.

Všechny výše uvedené exponenciální technologie je možné zavádět v etapách. Jako první je nutné provést analýzu skladového hospodářství společnosti, následuje její vyhodnocení. Poté je vytvořen návrh na zavedení exponenciálních technologií, který je

v dalším kroku implementován do jednoho vybraného skladu. Následuje vyhodnocení implementace a zavedení vybraných exponenciálních technologií do zbývajících skladů společnosti. Tento proces je zobrazen ve schématu 4.1. Velice důležité je zaměřit se na funkčnost základních technologií, které tvoří základ pro vyspělé technologie, kam patří i exponenciální.

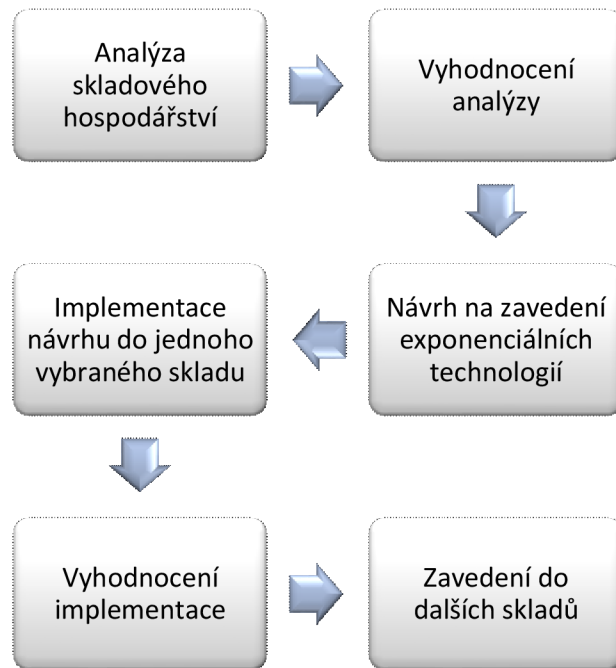


Schéma 4.1 Proces zavedení exponenciálních technologií

Zdroj: vlastní

Závěr

Diplomová práce je sepsána na téma možnosti využívání exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky. Exponenciální technologie se v poslední době staly rapidně žádanými z hlediska jejich přínosu pro zavedení v logistice. Mezi exponenciální technologie patří například drony, virtuální a rozšířená realita, automaticky řízená vozidla, digitální dvojče, ale i nově se rozvíjející technologie NFT. Začátek práce se zabývá teoretickým popisem všech důležitých exponenciálních technologií, využitelných v logistice.

Další část práce rozebírá skladové hospodářství vybrané společnosti. Na začátku kapitoly je popsána společnost AGROP NOVA a.s., která umožnila nahlížet do jejího portfolia a poskytla data pro vytvoření následné analýzy jejího skladování. Společnost se zabývá výrobou velkoplošných masivních vícevrstvých desek SWP - biodesek a jejich využití při realizaci dřevostaveb. Biodeska je speciálně lepená deska z lamelových komponent, která nese řadu certifikací. Společnost vyrábí biodesky různých rozměrů a velikostí. Její portfolio a využití je široké a společnost se snaží splnit veškeré požadavky trhu. Využití biodesek k realizaci dřevostaveb je poměrně nové portfolio, na které se společnost v současné době zaměřuje.

Pro potřeby této práce byl společností odsouhlasen popis jejího portfolia, a hlavně stavu skladové logistiky. Společnost disponuje pěti typy skladů, kterými jsou sklad řeziva, sklad polotovarů, sklad hotových výrobků, sklad briket a sklad materiálně technického zabezpečení. Na základě konzultace s pracovníky jednotlivých skladů, byly sestaveny silné, slabé stránky, příležitosti a hrozby, a ty byly zhodnoceny pomocí SWOT analýzy. Z výsledku SWOT analýzy je patrné, že společnost má dobře nastavené skladové hospodářství, ale je nutné se věnovat příležitostem. Mezi hlavní příležitosti patří zavedení exponenciálních technologií.

Na základě výsledku SWOT analýzy je navrženo využití čtyř exponenciálních technologií, které by zlepšily skladové hospodářství této společnosti. Mezi ně patří využití rozšířené reality pro zefektivnění procesu naskladnění a vychystávání, použití dronů pro inventarizaci, implementace automaticky řízených vozidel a využití digitálního dvojčete pro plánování skladových procesů. Pro zavedení exponenciálních technologií je nutné, aby společnost disponovala určitým technickým základem, mezi který se řadí

využívání čtecích zařízení. Vzhledem k tomu, že společnost momentálně nedisponuje kvalitními čtecími zařízeními, je vytvořen návrh pro výběr nejvhodnějšího čtecího zařízení. K výběru je použito dvou metod, Fullerova a AHP metoda. Fullerova metoda je vypočítána na základě zhodnocení vybraných kritérií pomocí tří odborníků z praxe. AHP metoda je naopak vypočítána pomocí komerčně dostupného softwaru. Obě metody se shodují ve výsledku, a to určení jednoho typu zařízení, které je cenově dostupné a splňuje minimální technické požadavky pro využití ve vybrané společnosti.

Poslední část práce se zabývá zhodnocením návrhu využití exponenciálních technologií ve společnosti. Z analýzy je zřejmé, že společnost se musí nejprve zaměřit na maximální využití čtecích zařízení pro skladové hospodářství. Následně by bylo možné zavést technologii digitálního dvojčete, které by umožnilo optimalizovat všechny procesy jak skladového hospodářství, tak celé výroby. Přínosem využití této technologie je, že společnost vloží finance do modelu osvědčeného ve virtuálním prostředí.

Následně je možné využít další technologii, jako jsou drony. Ty přináší pozitivum v oblasti inventarizace, kde dochází ke zkrácení jejího času a také k využití při kontrolách a monitoringu skladu.

Poslední exponenciální technologie, kterými by se společnost měla zabývat jsou automaticky řízená vozidla a rozšířená realita. Obě tyto technologie mohou být pro společnost přínosem, převážně v optimalizaci procesu naskladňování a vychystávání.

Z práce je patrné, že exponenciální technologie jsou pro logistiku přínosné a je pro společnost výhodné je implementovat do svých procesů.

Seznam zdrojů

- [1] GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [2] MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. Logistika. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. Series of economics textbooks. ISBN 978-80-248-4158-8.
- [3] SIXTA, Josef a Václav MACÁT. Logistika: teorie a praxe. Brno: CP Books, 2005. Praxe manažera. ISBN 80-251-0573-3.
- [4] Warehousing logistics: definition, objectives and areas of work [online]. In: . 17 April 2020 [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <https://www.interlakemecalux.com/blog/warehousing-logistics>
- [5] VANĚČEK, Drahoš a Dalibor KALÁB. Logistika. 1. díl, Úvod, řízení zásob a skladování. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2003. ISBN 80-7040-652-6.
- [6] Zásadní problémy ve skladové logistice a jak z nich ven [online]. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <https://www.logisticaakademie.cz/blog/diskutovana-temata/zasadni-problemy-ve-skladove-logistice-a-jak-z-nic>
- [7] JIT systém [online]. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: http://wiki.knihovna.cz/index.php/JIT_syst%C3%A9m
- [8] Kanban: Takový systém řízení výroby [online]. In: . [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kanban.htm>
- [9] Just in Sequence (1) – Co to vlastně je? [online]. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/just-in-sequence-1-co-to-vlastne-je/>
- [10] PICK TO LIGHT [online]. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <http://alvat.cz/pick-to-light/>
- [11] Jak efektivně řídit sklad? [online]. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/jak-efektivne-ridit-sklad.htm>
- [12] SCHULTE, Christof. Logistika. Praha: Victoria Publishing, 1994. ISBN 80-85605-87-2.

- [13] LAMBERT, Douglas M., Lisa M. ELLRAM a James R. STOCK. Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží. Praha: Computer Press, 2000. Praxe manažera. ISBN 80-7226-221-1.
- [14] Systémy vychystávání? [online]. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-54790680-systemy-vychystavani>
- [15] Informační systémy v logistice [online]. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/informacni-systemy-v-logistice.htm>
- [16] Automatizace skladů: Moderní technologie v logistice [online]. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/automatizace-skladu.htm>
- [17] Evoluce řízení skladů a budoucnost zásobování [online]. [cit. 2021-1-21]. Dostupné z: <https://www.anasoft.com/emans/cz/home/Novinky-blog/Blog/Evoluce-rizeni-skladu-a-budoucnost-zasobovani>
- [18] Exponenciální technologie jsou slibné, ale dočkáme se jich vůbec někdy? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://computerworld.cz/analyzy-a-studie/exponencialni-technologie-jsou-slibne-ale-dockame-se-jich-vubec-nekdy-54252>
- [19] What is Exponential Technology? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://xponentialworks.com/what-is-exponential-technology/>
- [20] What is Exponential Technology? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://creativehq.co.nz/blog/what-is-exponential-technology/>
- [21] Preparing for the Exponential Technology Revolution ? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2019/november/exponential-technologies-preparing-for-the-exponential-technology-revolution>
- [22] Yuri Van Geest [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://su.org/about/faculty/yuri-van-geest/>
- [23] The 6D Framework [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.smexo.dk/2017/10/18/the-6d-framework>
- [24] The 6 D's of Exponential Growth: How and When Cybersecurity Will Become Abundant [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.securityroundtable.org/the-6-ds-of-exponential-growth/>

- [25] Internet věcí (IoT): definice, příklady využití, produkty [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.rascasone.com/cs/blog/iot-internet-veci-definice-produkty-historie>
- [26] Internet věcí rozhybe "mrtvý" svět techniky [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66546340-internet-veci-rozhybe-mrtvy-svet-techniky>
- [27] Co to je IoT? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: https://www.iiotport.cz/iot-novinky/ostatni-clanky-o-iot/co-to-je-iot?gclid=CjwKCAjw6fCCBhBNEiwAem5SO0JTRu2g0fTMuVFmSsQvIMU2Hy689tuvLQRf4ja7W_hXsKl3fwVtdBoCPBMQAvD_BwE
- [28] Internet věcí [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.vodafone.cz/firmy-a-korporace/internet-veci/>
- [29] Internet věcí (Internet of Things) [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/technologie/internet-veci-internet-things>
- [30] IoT řečí čísel. Jak jsme na tom na začátku roku 2021? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.differentnow.tech/iot-rci-cisel-jak-j sme-na-tom-na-zacatku-roku-2021/>
- [31] 5 Benefits of the Internet of Things for SMBs [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.impactmybiz.com/blog/blog-5-benefits-of-the-internet-of-things-for-smbs/>
- [32] Logistika změnila svět. Teď logistiku mění internet věcí [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://svetchytre.cz/a/pqTPP/logistika-zmenila-svet-ted-logistiku-meni-internet-veci>
- [33] Internet věcí (IoT) v dodavatelském řetězci [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.zetes.com/cs/technologie-produkty/internet-veci-iot-v-dodavatelskem-retezci>
- [34] 5 příkladů, jak internet věcí mění svět logistiky [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://digibiz.cz/5-prikladu-jak-internet-veci-meni-svet-logistiky/>
- [35] Internet věcí v průmyslu a logistice [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/internet-veci-v-prumyslu-a-logistice.htm>

- [36] Umělá inteligence v logistice: Další krok v procesu digitalizace [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/business-intelligence/umela-inteligence-v-logistice.htm>
- [37] Co je umělá inteligence - AI? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/cz/artificial-intelligence/what-is-ai/>
- [38] Umělá inteligence (AI): historie a trendy pro rok 2020 [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.rascasone.com/cs/blog/umela-inteligence-ai-trendy>
- [39] Advantages and Disadvantages of Artificial Intelligence [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.simplilearn.com/advantages-and-disadvantages-of-artificial-intelligence-article>
- [40] Připravte se na revoluci, kterou v oblasti logistiky přinese umělá inteligence [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.tipeurope.cz/pripravte-se-na-revoluci--kterou-v-oblasti-logistiky-prinese-umela-inteligence--->
- [41] Umělá inteligence ve skladu [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://itcluster.cz/2019/01/umela-inteligence-ve-skladu/>
- [42] GÜNTER, Ullrich. Automated Guided Vehicle Systems: A Primer with Practical Applications. Verlag: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. 227 s. ISBN 978-3-662-44814-4.
- [43] Automated guided vehicle (AGV) neboli automaticky řízené vozíky [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://dreamland-robots.cz/automated-guided-vehicle/>
- [44] Automatické vozíky se učí myslet [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66092110-automaticke-voziky-se-uci-myslet>
- [45] 11 kinds of AGV navigation methods Future fusion navigation is the trend [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <http://www.agvblog.com/233.html>
- [46] History of Automated Guided Vehicles [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <http://www.reconditionedforklifts.com/blog/forklift-history-2/history-automated-guided-vehicles>
- [47] The Advantages and Disadvantages of Automated Guided Vehicles (AGVs) [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.conveyco.com/advantages-disadvantages-automated-guided-vehicles-agvs/>

- [48] Advantages and Disadvantages of Autonomous Mobile Robot (AMR) [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.dfautomation.com/advantages-and-disadvantages-of-automated-guide-vehicle-agv/>
- [49] Autonomní mobilní roboty v roce 2020 – interní logistika i dezinfekce [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.vseoprmyslu.cz/robotizace/mobilni-roboty-agv/autonomni-mobilni-roboty-v-roce-2020-interni-logistika-i-dezinfekce.html>
- [50] Automaticky naváděné vozíky pro interní logistiku ve výrobě [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/automaticky-navadene-voziky-pro-interni-logistiku-ve-vyrobe.html>
- [51] Mobilní roboty řeší současné výzvy vnitropodnikové logistiky [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.vseoprmyslu.cz/robotizace/mobilni-roboty-agv/mobilni-roboty-resi-soucasne-vyzvy-vnitropodnikove-logistiky.html>
- [52] AGV vozíky místo běhajících skladníků [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-65675110-agv-voziky-misto-behajicich-skladniku>
- [53] Co je dron? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <http://www.droneweb.cz/co-je-dron>
- [54] Drony – revoluce, budoucnost, nebo „jen“ užitečný pomocník? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.logisticaakademie.cz/blog/aktuality/drony-revoluce-budoucnost-nebo-jen-uzitecny-pomocn>
- [55] A brief history of drones [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.iwm.org.uk/history/a-brief-history-of-drones>
- [56] Historie dronů aneb bezpilotní letouny v dějinách [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://sciencemag.cz/historie-dronu-aneb-bezpilotni-letouny-v-dejinach/>
- [57] Inventory-taking drone: Hardis Group launches real-life prototype testing phase [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.fmlogistic.cz/eng-gb/Media/News/Inventory-taking-drone-Hardis-Group-launches-real-life-prototype-testing-phase>
- [58] Move: Supply Chain Drones on the Horizon [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.mhlnews.com/powerd-vehicles-and-forklifts/article/22049265/move-supply-chain-drones-on-the-horizon>

- [59] Drony budou kontrolovat zboží v logistických centrech. Vyplatí se to hlavně při kontrolách venku [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-65863980-drony-budou-kontrolovat-zbozi-v-logisticky-ch-centrech>
- [60] Mall.cz úspěšně otestoval doručování dronem. Balíček předal za 3 minuty [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.mall.cz/tiskova-zprava-16-11-22>
- [61] Doručování drony vstupuje do nové fáze [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <http://droneweb.cz/civilni-drony/item/358-drony-dorucovani-predpisy>
- [62] The use of drones in logistics [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.stocklogistic.com/en/the-use-of-drones-in-logistics/>
- [63] Drony v logistice: Velké firmy mají velké plány [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.dnoviny.cz/spedice-logistika/drony-v-logistice-velke-firmy-maji-velke-plany>
- [64] Virtual Reality: another world within sight [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.iberdrola.com/innovation/virtual-reality>
- [65] A Brief History of Augmented Reality (+Future Trends & Impact) August 22, 2019 [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.g2.com/articles/history-of-augmented-reality>
- [66] History Of Virtual Reality [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>
- [67] History Of Virtual Reality [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.fi.edu/virtual-reality/history-of-virtual-reality>
- [68] Nový trend na obzoru: rozšířená realita v logistice [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/rozsirena-realita-v-logistice.htm?mobilelayout=false>
- [69] Rozšířená realita: využití AR ve firmách a startupech [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.rascasone.com/cs/blog/rozsirena-realita-ar-vyuziti-firmy-aplikace>
- [70] Virtuální a rozšířená realita pronikají do výroby i logistiky. Mohou pomoci při školení zaměstnanců [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-65982150-virtualni-a-rozsirena-realita-pronikaji-do-vyroby-i-logistiky>

- [71] Historie a základní principy cloud computingu [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/virtualizace/historie-a-zakladni-principy-cloud-computingu.htmny>
- [72] Cloud computing v podnikání : více prostředků i úspora peněz [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.rascasone.com/cs/blog/co-je-cloud-podnikani>
- [73] Firemní cloud: proč je základem digitální transformace [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.rascasone.com/cs/blog/firemni-cloud>
- [74] Co je cloud computing? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/cz/cloud/what-is-cloud-computing/>
- [75] O je to Cloud a proč ho využívat? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.zonercloud.cz/napoveda/cloud-server-windows/co-je-to-cloud-a-proc-ho-vyuzivat>
- [76] Rozvoj 3D tisku může v budoucnu výrazně změnit logistiku [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-59838160-rozvoj-3d-tisku-muze-v-budoucnu-vyrazne-zmenit-logistiku>
- [77] Historie 3D tisku [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://3dfactory.cz/2017/10/27/historie/u>
- [78] Historie 3D tisku [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://3d-tiskni.cz/zkusebni-prispevek-lorem-ipsum-dolor-amet-sit/>
- [79] Přehled technologií 3D tisku [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <http://www.dkmp.cz/o-nas/detail/prehled-technologie-3d-tisku>
- [80] 3D tisk mění logistiku na Zemi i ve vesmíru [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-63712320-3d-tisk-meni-logistiku-na-zemi-i-ve-vesmiru>
- [81] From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162515002425>
- [82] 3D printing: how does it work, where to download the templates and how to start? [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/3d-tisk>

- [83] Díky 3D tisku budou logistické firmy místo kontejnerů posílat data [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.scienceworld.cz/aktuality/diky-3d-tisku-budou-logisticke-firmy-misto-kontejneru-posilat-data/5>
- [84] 3D tisk může způsobit revoluci u některých metod výroby [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.eulog.cz/clanky/3d-tisk-muze-zpusobit-revoluci-u-nekterych-metod-vyroby/?m=a03&id=7724>
- [85] Digitální dvojče: Vůdčí technologie inteligentního průmyslu [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.vseoprumsly.cz/digitalizace/digitalni-prototypovani/digitalni-dvojce-vudci-technologie-inteligentniho-prumyslu.html>
- [86] The history and creation of the digital twin concept [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.challenge.org/insights/digital-twin-history/>
- [87] The Evolution Of Digital Twins [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://semiengineering.com/the-evolution-of-digital-twins/>
- [88] Top 10 technologických trendů v logistice a SCM pro příští roky [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66400420-top-10-technologickych-trendu-v-logistice-a-scm-pro-pristi-roky>
- [89] Digitální dvojče v průmyslové praxi - živě, netradičně a interaktivně [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.ncp40.cz/aktuality/digitalni-dvojce-v-prumyslove-praxi-online>
- [90] Akcelerace inteligentní automatizace v logistice a e-commerce [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/akcelerace-inteligentni-automatizace-v-logistice.htm>
- [91] Digitální dvojčata mají velký potenciál i pro využití v logistice [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/digitalni-dvojcata-v-logistice.htm>
- [92] Blockchain explained [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>
- [93] Blockchain – Co je blockchain a jak funguje? [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://finex.cz/blockchain/>

- [94] Blockchain v logistice [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.bitto.com/cs-cz/odbornost/artikel/blockchain-v-logistice/>
- [95] Advantages and Disadvantages of Blockchain Technology [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://www.redbytes.in/advantages-and-disadvantages-of-blockchain-technology/>
- [96] Jak využít blockchain v logistice? [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <http://logistici.cz/2019/02/23/vyuzit-blockchain-logistice/>
- [97] Vše, co potřebujete vědět o NFT: fenomén digitálního umění za miliardy dolarů [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://smartmania.cz/vse-co-potrebujete-vedet-o-nft-fenomen-digitalniho-umeni-za-miliardy-dolaru/>
- [98] Umění budoucnosti. Co je fenomén NFT a měli byste si nějaké koupit? [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://forbes.cz/co-je-fenomen-nft-a-meli-byste-si-nejake-koupit/>
- [99] NFTs, explained [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://www.theverge.com/22310188/nft-explainer-what-is-blockchain-crypto-art-faq>
- [100] What Is NFTs, How Does It Work & What Is Its Future In India [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://hashstudioz.com/blog/what-is-nfts-how-does-it-work-what-is-its-future-in-india>
- [101] Interní materiály společnosti
- [102] O nás [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://novatop-swp.cz/o-nas/>
- [103] PORTEŠOVÁ Alena. Řezivo [ústní sdělení], dne 5. února 2021 v Plumlově
- [104] KOVAČEVIČOVÁ Jasmína. Řezivo [ústní sdělení], dne 5. února 2021 v Plumlově
- [105] POLCROVÁ Petra. Polotovary a hotové výrobky [ústní sdělení], dne 8. února 2021 ve Ptenském Dvorku
- [106] POLCR Radim. Sklady [ústní sdělení], dne 8. února 2021 ve Ptenském Dvorku
- [107] ZAVADILOVÁ Simona. Hotové výrobky [ústní sdělení], dne 8. února 2021 v Plumlově
- [108] ČEPLOVÁ Soňa. Brikety [ústní sdělení], dne 8. února 2021 v Plumlově

[109] MRTÝNKOVÁ Hana. Materiálně technické zařízení [ústní sdělení], dne 8. února 2021 ve Ptenském Dvorku

[110] Rozšířená realita změní logistické procesy [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-62550720-rozsirena-realita-zmeni-logisticke-procesy>

[112] Eyesee, the inventory drone solution [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://eyesee-drone.com/eyesee-the-inventory-drone-solution/?lang=en>

[113] France: Eyesee c-drone by Hardis automates warehouse inventories for Volvo, L'Oréal, Renault [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-62550720-rozsirena-realita-zmeni-logisticke-procesy>

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obr. 2.1 Princip fungování IoT..... | 28 |
| Obr. 2.2 Proces použití umělé inteligence | 30 |
| Obr. 2.3 Typy automaticky řízených vozidel | 36 |
| Obr. 2.4 Dron při inventarizaci | 40 |
| Obr. 2.5 3D tiskárna..... | 47 |
| Obr. 3.1 Poloha výroba a sušáren | 58 |
| Obr. 3.2 Řezivo | 61 |
| Obr. 3.3 Polotovary | 62 |
| Obr. 3.4 Hotové výrobky | 63 |
| Obr. 3.5 Brikety | 65 |
| Obr. 3.6 Opticky naváděcí systém | 71 |
| Obr. 3.7 Dron Eyesee..... | 73 |
| Obr. 3.8 3D model skladu 1 | 76 |
| Obr. 3.9 3D model skladu 2 | 76 |
| Obr. 3.10 Čtecí zařízení | 78 |
| Obr. 3.11 Hodnocení kritérií..... | 80 |
| Obr. 3.12 Předvolby kritérií | 82 |
| Obr. 3.13 Výběr zařízení dle kritéria | 83 |
| Obr. 3.14 Výsledek AHP metody | 84 |
| Obr. 4.1 3D model skladu hotových výrobků..... | 86 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tab. 2.1 Využití internetu věcí | 27 |
| Tab. 2.2 Výhody a nevýhody internetu věcí | 28 |
| Tab. 2.3 Výhody a nevýhody umělé inteligence | 31 |
| Tab. 2.4 Typy automaticky řízených vozidel | 34 |
| Tab. 2.5 Výhody a nevýhody automaticky řízených vozidel | 36 |
| Tab. 2.6 Výhody a nevýhody dronů | 39 |
| Tab. 2.7 Výhody nevýhody virtuální a rozšířené reality | 43 |

| | |
|--|----|
| Tab. 2.8 Výhody a nevýhody cloud computingu..... | 46 |
| Tab. 2.9 Výhody a nevýhody aditivní technologie..... | 49 |
| Tab. 2.10 Výhody a nevýhody digitálního dvojčete..... | 51 |
| Tab. 2.11 Výhody a nevýhody blockchainu | 53 |
| Tab. 2.12 Výhody a nevýhody technologie NFT..... | 55 |
| Tab. 2.13 Výsledek zhodnocení exponenciálních technologií - logistika | 56 |
| Tab. 2.14 Výsledek zhodnocení exponenciálních technologií - skladování | 57 |
| Tab. 3.1 SWOT analýza..... | 67 |
| Tab. 3.2 Výpočet SWOT analýzy | 68 |
| Tab. 3.3 Využití exponenciálních technologií ve skladovém hospodářství | 70 |
| Tab. 3.4 Hodnoty kritérií čtecích zařízení | 79 |
| Tab. 3.5 Výpočet preferencí | 80 |
| Tab. 3.6 Výpočet vah kritérií | 81 |
| Tab. 3.7 Výběr čtecího zařízení | 81 |

Seznam grafů

| | |
|---|----|
| Graf 1.1 Budoucnost skladových technologií..... | 23 |
| Graf 2.1 Investice do technologií..... | 25 |
| Graf 2.2 Využití mobilních robotů | 33 |
| Graf 3.1 Procentuální podíl odběratelů..... | 59 |
| Graf 3.2 Sklad MTZ..... | 66 |
| Graf 3.3 SWOT analýza..... | 69 |

Seznam schémat

| | |
|---|----|
| Schéma 1.1 Dělení skladů..... | 19 |
| Schéma 1.2 Dělení skladových systémů..... | 20 |
| Schéma 1.3 Dělení skladových systémů podle Grose | 20 |
| Schéma 3.1 Logistický řetězec společnosti | 60 |
| Schéma 4.1 Proces zavedení exponenciálních technologií..... | 88 |

Seznam zkratek

| | |
|------|----------------------------------|
| WMS | System řízení skladu |
| RFID | Radiofrekvenční identifikace |
| FMS | Správa vozového parku |
| IoT | Internet věcí |
| AI | Umělá inteligence |
| AGV | Automaticky řízená vozidla |
| WLAN | Bezdrátová počítačová síť |
| UAV | Bezpilotní letadlo |
| AR | Rozšířená realita |
| IT | Informační technologie |
| IAAS | Infrastruktura jako služba |
| PAAS | Platforma jako služba |
| SAAS | Software jako služba |
| SLS | Selektivní laserové slinování |
| DMLS | Selektivní laserové tavení |
| SHS | Selektivní tepelné slinování |
| FDM | Výroba fúzovaných vláken |
| SLA | Stereolitografie |
| NFT | Nezaměnitelný token |
| ETH | Ethereum |
| MTZ | Materiálně technické zabezpečení |
| ERP | Plánování podnikových zdrojů |
| AHP | Metoda párového porovnání |

Seznam příloh

Příloha A Výpočet AHP METODY

Příloha B Skladování řeziva

Příloha C Skladování polotovarů

Příloha D Skladování hotových výrobků

Příloha A Výpočet AHP metody

| hmotnost | Terminál Zebra TC21 | Terminál Zebra EC30 | Terminál Zebra TC25 |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Terminál Zebra TC21 | 1 | 1/4 | 1/3 |
| Terminál Zebra EC30 | 4 | 1 | 1/3 |
| Terminál Zebra TC25 | 3 | 3 | 1 |

CI: 0,1086 CR: 0,2089 λ : 3,2172

| předvolby kritérií | cena | velikost obrazovky | výdrž baterie | hmotnost |
|---------------------|--------|--------------------|---------------|----------|
| Terminál Zebra TC21 | 0,0986 | 0,1007 | 0,6955 | 0,1207 |
| Terminál Zebra EC30 | 0,7450 | 0,6738 | 0,0754 | 0,3043 |
| Terminál Zebra TC25 | 0,1564 | 0,2255 | 0,2290 | 0,5750 |

| Hodnocení (87) | Výsledek |
|--------------------|----------|
| cena | 0,0936 |
| velikost obrazovky | 0,0444 |
| výdrž baterie | 0,7015 |
| hmotnost | 0,1605 |

| Pořadí alternativ se strukturou | cena | velikost obrazovky | výdrž baterie | hmotnost | Výsledek |
|---------------------------------|--------|--------------------|---------------|----------|----------|
| Terminál Zebra TC21 | 0,0092 | 0,0045 | 0,4879 | 0,0194 | 0,5210 |
| Terminál Zebra EC30 | 0,0697 | 0,0299 | 0,0529 | 0,0488 | 0,2014 |
| Terminál Zebra TC25 | 0,0146 | 0,0100 | 0,1606 | 0,0923 | 0,2776 |

| předvolby kritérií | cena | velikost obrazovky | výdrž baterie | hmotnost |
|--------------------|------|--------------------|---------------|----------|
| cena | 1 | 4 | 1/8 | 1/3 |
| velikost obrazovky | 1/4 | 1 | 1/8 | 1/4 |
| výdrž baterie | 8 | 8 | 1 | 8 |
| hmotnost | 3 | 4 | 1/8 | 1 |

CI: 0,1347 CR: 0,1513 λ : 4,4041

| cena | Terminál Zebra TC21 | Terminál Zebra EC30 | Terminál Zebra TC25 |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Terminál Zebra TC21 | 1 | 1/6 | 1/2 |
| Terminál Zebra EC30 | 6 | 1 | 6 |
| Terminál Zebra TC25 | 2 | 1/6 | 1 |

CI: 0,0269 CR: 0,0517 λ : 3,0537

| velikost obrazovky | Terminál Zebra TC21 | Terminál Zebra EC30 | Terminál Zebra TC25 |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Terminál Zebra TC21 | 1 | 1/5 | 1/3 |
| Terminál Zebra EC30 | 5 | 1 | 4 |
| Terminál Zebra TC25 | 3 | 1/4 | 1 |

CI: 0,0430 CR: 0,0827 λ : 3,0860

| výdrž baterie | Terminál Zebra TC21 | Terminál Zebra EC30 | Terminál Zebra TC25 |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Terminál Zebra TC21 | 1 | 7 | 4 |
| Terminál Zebra EC30 | 1/7 | 1 | 1/4 |
| Terminál Zebra TC25 | 1/4 | 4 | 1 |

CI: 0,0379 CR: 0,0729 λ : 3,0758

Příloha B Skladování řeziva



Příloha C Skladování polotovarů



Příloha D Skladování hotových výrobků



| | |
|-----------------|---|
| Autorka | Bc. Gabriela Korčáková |
| Název DP | Možnosti využívání exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky |
| Studijní obor | Logistika a řízení výrobních procesů |
| Rok obhajoby DP | 2021 |
| Počet stran | 68 |
| Počet příloh | 4 |
| Vedoucí DP | prof. Ing. Gabriel Fedorko, PhD., MBA |
| Anotace | <p>Diplomová práce pojednává o možnosti využívání exponenciálních technologií v oblasti skladové logistiky. Skladová logistika je důležitým prvkem každého logistického systému. Práce se zaměřuje na využití exponenciálních technologií ve skladovém hospodářství společnosti AGROP NOVA a.s. První část se zabývá teoretickým popisem skladové logistiky a exponenciálních technologií. Obecná analýza exponenciálních technologií ukázala možnosti jejich využití z pohledu logistiky a skladování. SWOT analýza skladového hospodářství společnosti umožnila vytvoření návrhu na implementaci exponenciálních technologií ve skladech společnosti. Primární technologií pro skladové hospodářství jsou čtecí zařízení, která tvoří základ pro vyspělejší exponenciální technologie, jako jsou například drony, digitální dvojče či rozšířená realita. Je nutné si uvědomit, že zavedení exponenciálních technologií je složitý proces, který vyžaduje nezbytný funkční základ primárních technologií ve skladovém hospodářství. Pro společnost bylo vybráno nejvhodnější čtecí zařízení a navrženo rozšíření pomocí exponenciálních technologií.</p> |
| Klíčová slova | exponenciální technologie, skladování, sklad, SWOT analýza, Fullerova metoda, AHP metoda |

| | |
|---------------|---|
| Místo uložení | ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově |
| Signatura | |