

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Skladovací procesy z pohledu
rozšířené reality**

(Diplomová práce)



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student **Bc. Peter Rajnič**

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: **Skladovací procesy z pohledu rozšířené reality**

Cíl práce:

Cílem práce je hodnocení skladovacích procesů a využitelnost postupů rozšířené reality (AR) v nich. Součástí řešení je diskuze požadavků na firemní informační systém (ERP) a hodnocení přínosu AR.

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. Logistické procesy ve skladování
2. Informační systémy a WMS
3. Prostředky rozšířené reality
4. Typové příklady využití rozšířené reality
5. Hodnocení přínosu

Závěr

Rozsah práce: 50 – 60 normostran textu



Seznam odborné literatury:

Gros, I., Barančík, I., Čujan, Z.: Velká kniha logistiky. VŠCHT Praha, 2018, ISBN 978-80-7080-952-5

Vymětal, D.: Informační systémy v podnicích: teorie a praxe projektování. Grada 2009, ISBN 978-80-247-3046-2

Štilip, O.: Systém pro zaskladňování pomocí rozšířené reality. BP ZČU 2016. [on-line] dostupné z https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/25224/1/BP_Ondrej_Stilip.pdf [cit. 20-10-2018]

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým

Datum zadání diplomové práce:

31. 10. 2018

Datum odevzdání diplomové práce:

11. 5. 2019

Přerov 31. 10. 2018

doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.
rektor

Čestné prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem byl/a také seznámen/a s tím, že se na mou bakalářskou/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 bakalářské/diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou bakalářskou/diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom/a povinnosti informovat před tím o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl/a poučen/a o tom, že bakalářská/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 bakalářské/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 bakalářské/diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 11. 5. 2019

.....

podpis

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na využití rozšířené reality v logistických procesech ve skladování. Podává ucelený pohled na využívání informačních systémů v logistice s možností doplnění o WMS. V rámci zpracování tématu je představeno více produktů rozšířené reality a jejich možného využití v systému WMS. Jedním z cílů práce je popsat postup možného zavedení WMS do stávajícího skladu a zhodnotit jeho přínos.

Klíčová slova

Logistické procesy, skladování, manipulace, plánování logistických procesů, systém řízeného skladu, rozšířená realita.

Summary

The thesis is focused on the use of augmented reality in logistics processes in storage. It provides a comprehensive view of the use of information systems in logistics with the possibility of adding WMS. As part of the topic, more augmented reality products and their potential use in the WMS system are presented. One of the aims of the thesis is to describe the procedure of possible introduction of WMS into the existing warehouse and evaluate its benefits.

Key words

Logistics processes, warehousing, manipulation, logistics process planning, warehouse management system, augmented reality.

Obsah

Úvod.....	9
1 Logistické procesy ve skladování.....	10
1.1 Příjem.....	13
1.1.1 Princip EDI.....	14
1.2 Manipulace.....	15
1.2.1 Ruční manipulace.....	16
1.2.2 Ruční manipulace pomocí jednoduchých manipulačních prostředků.....	17
1.2.3 Pojezdová manipulace.....	17
1.2.4 Dopravníková manipulace.....	17
1.2.5 Zdvihová manipulace.....	18
1.2.6 Manipulace s paletami.....	18
1.2.7 Automatizované zakladače.....	18
1.3 Skladování.....	18
1.3.1 Skladování na volné ploše.....	19
1.3.2 Skladování v nádržích a silách.....	19
1.3.3 Skladování v podzemních zásobnících.....	19
1.3.4 Skladování v regálech.....	19
1.3.5 Skladování na závěsném systému.....	20
1.4 Kompletace.....	20
1.4.1 Statický kompletační systém.....	21
1.4.2 Dynamický kompletační systém.....	21
1.5 Expedice.....	22
2 Informační systémy a WMS.....	23
2.1 Plánování potřeby materiálu.....	23
2.2 Plánování podnikových zdrojů.....	24
2.3 Vývoj ERP systémů.....	26

2.4	ERP struktura	27
2.4.1	ERP v účetnictví a ekonomice	28
2.4.2	ERP v CRM	28
2.4.3	ERP v manažerském řízení	28
2.4.4	ERP ve skladování	28
2.4.5	ERP v Logistice.....	29
2.4.6	ERP v nákupu.....	29
2.4.7	ERP v prodeji	29
2.4.8	ERP v personalistice	29
2.4.9	ERP ve správě dokumentů (DMS).....	29
2.5	System řízeného skladu.....	30
3	Prostředky rozšířené reality	34
3.1	Využití rozšířené reality	34
3.2	Systemy SAR	34
3.3	Rozšířená realita pomocí mobilních telefonů.....	35
3.3.1	Mobilní telefony a využití markerů.....	35
3.3.2	Mobilní telefony bez využití markerů.....	36
3.4	Rozšířená realita pomocí tabletu	37
3.5	Rozšířená realita pomocí Head-mounted displeje.....	38
3.6	Rozšířená realita pomocí Handheld displeje	39
3.7	Rozšířená realita pomocí stacionárního systému	39
3.8	Rozšířená realita pomocí chytrých brýlí	40
3.9	Rozšířená realita pomocí chytrých čoček.....	41
4	Typové příklady využití rozšířené reality.....	43
4.1	Vychystávání.....	43
4.1.1	Vychystávání „Pick by Voice“	44
4.1.2	Vychystávání „Pick by Light“	46
4.1.3	Vychystávání „Pick by Vision“	47
4.2	Příprava při expedici a balení.....	48

4.3	Převravní procesy.....	49
4.3.1	Navigace manipulační techniky ve skladech	49
4.3.2	Kontrola a navádění při nakládce.....	50
4.3.3	Navigace v dopravě.....	50
4.3.4	Manipulace při přepravě kusového zboží.....	52
4.3.5	Distribuce zboží	53
4.3.6	Doručení zboží	54
4.3.7	Zahraniční obchod.....	54
4.4	Plánování skladových prostor	55
4.5	Montáž a servis	55
4.6	Zaškolení pracovníků	56
5	Hodnocení přínosu	57
5.1	Popis stávajícího stavu	57
5.2	Návrh řešení s využitím modulů pro podporu řízeného skladu.....	58
5.2.1	SD modul	58
5.2.2	WM modul	59
5.2.3	Postup implementace WMS.....	59
5.3	Popis procesů ve WMS s využitím rozšířené reality.....	62
5.4	Technické a ekonomické zhodnocení	63
	Závěr	65
	Seznam použité literatury.....	66
	Seznam obrázků	71
	Seznam použitých zkratk.....	73

Úvod

Cílem diplomové práce je podat ucelený pohled na procesy uplatňované ve skladování a možnost zlepšení těchto procesů pomocí využití Plánování podnikových zdrojů (ERP). Pro možnost zvýšení efektivity skladovacích procesů jsou představeny prostředky na vnímání rozšířené reality (AR) a jejich využití při konkrétních logistických procesech. Tyto prostředky jsou představeny z teoretického a následně praktického hlediska podle možností jejich využití v logistice.

Diplomová práce je rozdělena na pět základních obsahových částí. První část se věnuje logistickým procesům ve skladování, definováním pojmů a popisu jednotlivých procesů. Následující část je zaměřena na popis firemního informačního systému (ERP) s jeho rozšířením na systém řízení skladu (WMS). Popisuje, kde lze informační systém implementovat a hledá výhody při jeho zavedení. Třetí část se věnuje rozšířené realitě. Popisuje prostředky a fungování rozšířené reality a jejich využití v běžném životě. Čtvrtá část se zabývá typovými příklady využití rozšířené reality zejména v logistice. Dále popisuje jednotlivé logistické procesy ve skladování se zakomponováním rozšířené reality. Pátá část se věnuje hodnocení přínosu při využití systému řízení skladu s podporou rozšířené reality. Popsaný je proces implementace WMS do konkrétního podniku, který se dá využít i jinde.

1 Logistické procesy ve skladování

„Skladování je soubor činností, spojených s pořizováním, udržováním zásob a zejména dodávkami skladovaných položek. podle požadavků přímým zákazníkům na nějakém místě logistického nebo dodavatelského systému včetně uskutečnění s tím spojených nezbytných rozhodovacích procesů.“ [1] Tyto činnosti jsou úzce propojeny se skladem, který je důležitým prvkem v logistickém systému. Ve skladu je udržován potřebný stav zásob pro logistické procesy. Skladování je komplex činností, ze kterých plyne účelné přerušování materiálových toků na stanoveném místě a na stanovený čas. Základní funkcí skladu je dodávka zboží v požadovaném množství, struktuře, balení, kvalitě, přepravních prostředcích a čase podle požadavků zákazníků. Vedlejší funkce skladu je udržování stavu zásob na určité hladině.

Sklady různých typů a provedení jsou nedílnou součástí moderních dodavatelských systémů. Jsou v částečném rozporu s principy řízení, které se snaží o snižování stavu zásob při zachování požadující úrovně služeb zákazníkům. Do 60. let minulého století byla logistika ovlivněna „skladovým logistickým systémem“, zároveň nebyla vnímána jako důležitý subsystém ekonomiky. Z historického hlediska můžeme poukázat na socializmus, pro který byly charakteristické „ležáky“ a výroba na sklad. Byla to umělá produkce, ke které neexistovala poptávka. Tato výroba se započítala do tehdejšího výkonu, ale k ekonomickému růstu to nevedlo. Ve skutečnosti šlo jen o výrobu pro výrobu. Z hlediska základních metod řízení materiálových toků se jednalo o uplatnění principu tlaku, kdy je sklad místem, kde dle předem naplánovaných procesů končí požadované výrobky vytvářené v předešlých prvcích dodavatelského systému ve formě zásob. Na konci 20. století již převládalo přesvědčení, že: *„Výrobek nesmí být skladován nebo ukládán, ale měl by být neustále v pohybu, s co nejmenším počtem kroků zpracování“* [1]. I když ne vždycky se dá dodržet tato myšlenka, je z řady důvodů účelné vytvořit alespoň základní skladovací kapacity na různých místech dodavatelského systému. Sklad slouží k přeměně dodávaného množství zboží z výroby na dodávky zákazníkům nebo pro další fázi výroby v řetězci. Pro zefektivnění logistických činností v nákupu, výrobě, prodeji, distribuci, nebo u zpětných toků se proto vytváří sklady u výrobců, v prodejnách, v distribučních centrech a taky všude, kde se produkuje odpad. Sklady si dokonce vytváří i koneční zákazníci.

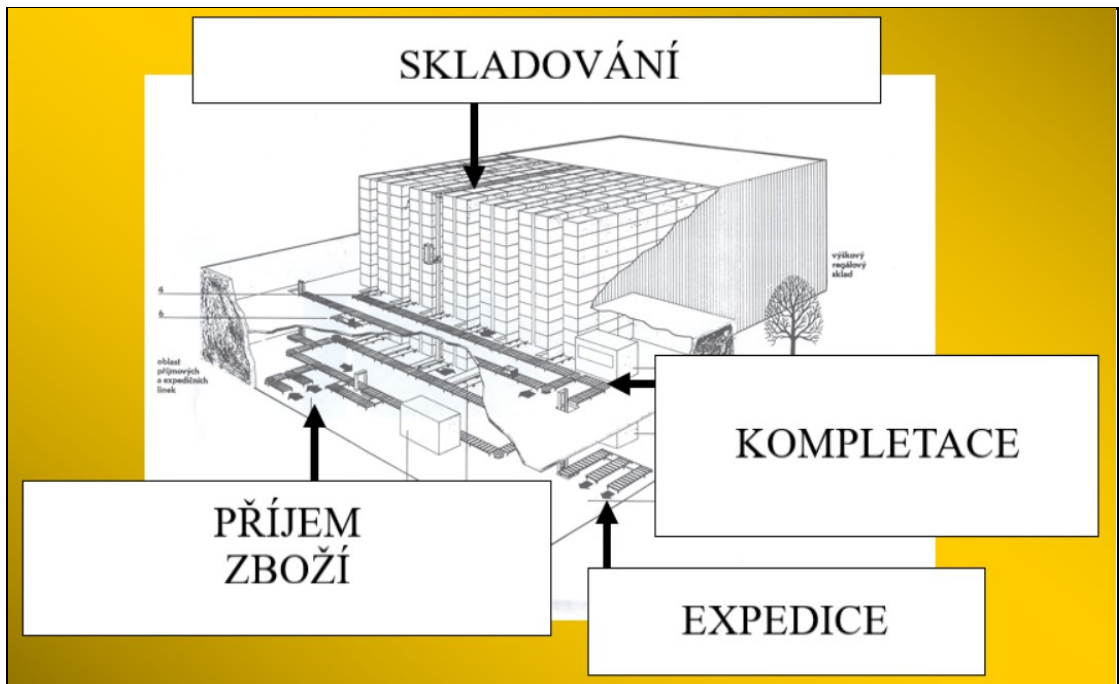
„Nové pojetí skladů spočívá v jeho vymezení jako poskytovatele vyšší úrovně služeb jeho zákazníkům, tedy v tom, že činnosti realizované ve skladovacím systému zvyšují hodnotu pro navazujícího partnera v dodavatelském systému. To znamená, že i sklad obdobně jako výrobce a další prvky dodavatelského systému vychází při realizaci dodávek z požadavků zákazníka, tedy v operativním řízení toků zboží ve skladu je stále více uplatňován princip tahu, zejména při řízení vstupů.“ [1] Základní funkci skladu lze shrnout do této definice: „Primární – hlavní – funkcí skladu je expedovat materiál (zboží) v množství, kvalitě skladbě, obalech a přepravních prostředcích, v čase (lhůtách, frekvenci) a v pořadí (sekvenci) podle požadavků odběratelů.“ [2]

Pod pojmem logistický proces, rozumíme procesy spojené s výrobou, manipulací, transportem, skladováním a s tím vším spojenou administrativu, která představuje vývoj, nákup, prodej nebo evidenci. *„Procesy lze definovat jako vzájemně propojené dílčí činnosti, které ve své posloupnosti transformují vstupy na požadované výstupy“ [3].* Proces je soubor akcí, které přináší výsledek. Správně nastavený proces zvyšuje účinnost a výkonnost. Na druhé straně minimalizuje zdroje, které do procesu vstupují a tím pádem produkují požadovaný výsledek.

Sklady v logistických řetězcích sehrávají velkou roli. V rámci procesu skladování dochází ke změně času a přeměně množství. Navzdory tomu, že sklady mohou být provozovány několika různými způsoby, odehrávají se v nich však důležité logistické procesy:

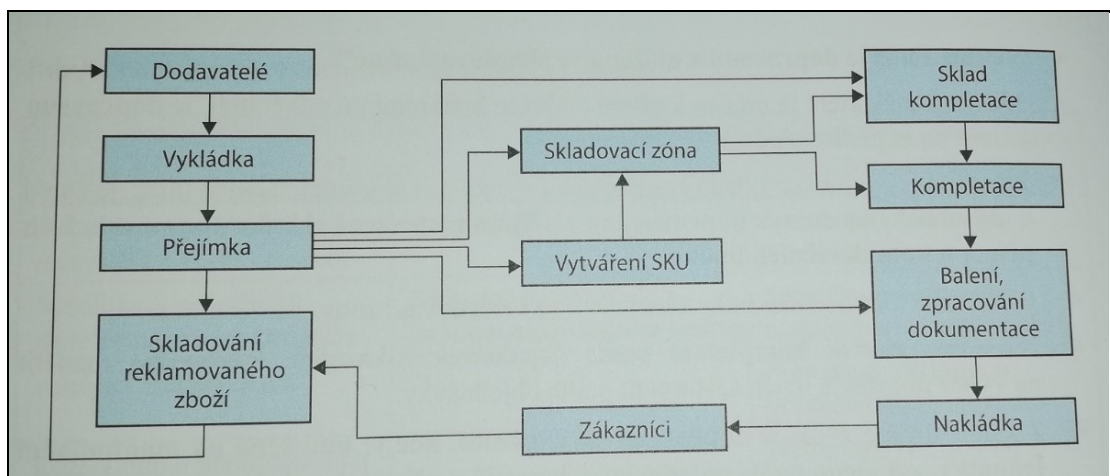
- Příjem
- Manipulace
- Skladování
- Kompletace
- Expedice

Základní logistické procesy podle toho, kde k nim ve skladu dochází, jsou znázorněny na obrázku Obr. 1.1.



Obr. 1.1. Základní logistické procesy ve skladu [4]

Dále na obrázku Obr. 1.2. je znázorněna podrobnější struktura možných toků zboží ve skladu. Při řízení skladových operací je důležité specifikovat hlavní aktivity. Materiálový tok začíná příjmem zboží, který lze rozdělit na vykládku, po které následuje kvalitativní a kvantitativní přejímka. Dále je potřebné specifikovat manipulační prostředky a druh manipulační jednotky na které navazuje skladování. Procesem, kterým končí tok zboží je kompletace s následnou expedicí.

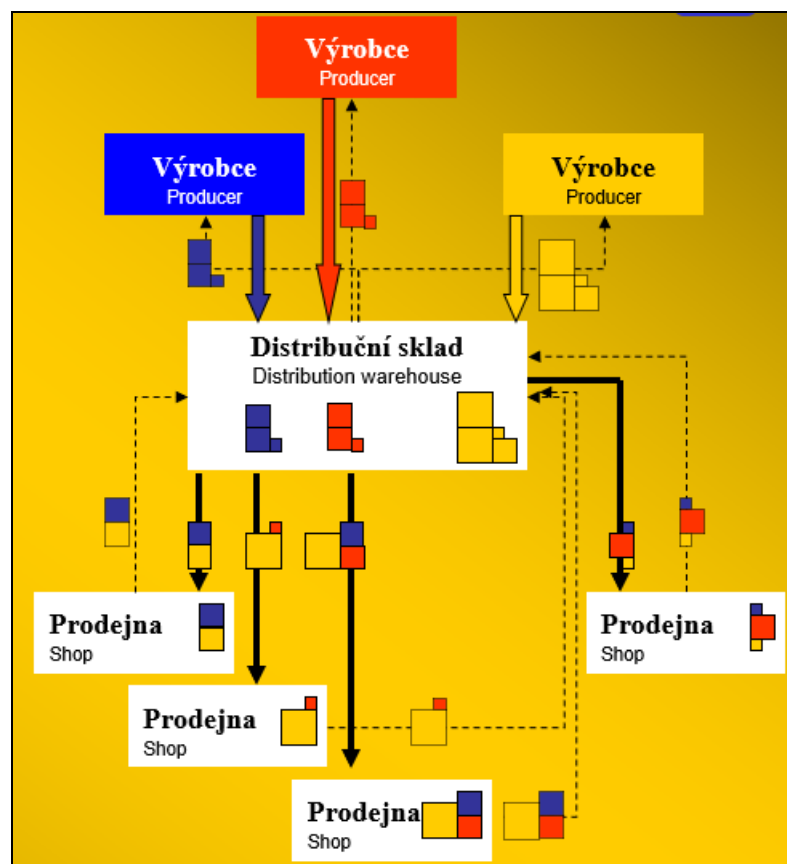


Obr. 1.2. Struktura toku zboží ve skladu [1]

1.1 Příjem

Prvním logistickým procesem ve skladování je příjem zboží. Probíhá na místě k tomu určeném. Může se jednat o nákladní rampu, ke které nákladní auto nacouvá nebo ze strany přistaví. Tento proces vzniká v momentě přebírání zboží, které může mít různou formu. Můžou to být tankery dopravující ropu do rafinérských nádrží, vagony uhlí zásobující tepelné elektrárny, návěsy přepravující obilí do pekárenských sýpek nebo nákladní vozidla přepravující různé zboží na paletách nebo jiných skladovacích jednotkách.

K zajištění přehledného a řízeného toku zboží na příjmu do skladu je potřebná přesná kontrola a přehled o vstupních parametrech přijímaného zboží. Jedná se o první styk odběratele se zbožím, kde se kontroluje neporušenost a množství přepravních jednotek. Veškeré hmotné transformace, které se projevují změnou měrných jednotek jsou důležitými činnostmi ve skladovém hospodářství. Většina operací spojených se skladovými pohyby je provázána množstvím administrativních úkonů jako jsou například vystavování faktur nebo objednávek. Struktura příjmového procesu je znázorněna na obrázku Obr. 1.3.



Obr. 1.3. Struktura příjmového procesu [4]

Kromě administrativních úkonů je na příjmech ve skladech kladen důraz na efektivnost a zkracování trvání příjmu zboží. Pro nízkoobrátkové provozy s neomezenou skladovací kapacitou nejsou příjmací procesy nijak časově náročné. Tento proces zde probíhá manuálně, informace se přenáší papírovou formou, eventuálně telefonicky. Pro velkoobchody a velkosklady s rychloobrátkovým zbožím je ale nutná automatizace a elektronizace.

1.1.1 Princip EDI

Pro zrychlení příjmu zboží do skladu, lze využít elektronickou výměnu dat – EDI (z anglického Electronic Data Interchange). Jedná se o moderní způsob komunikace mezi dvěma nezávislými subjekty. Na úrovni skladu jde o komunikaci mezi odběratelem a dodavatelem, příjemcem a výrobou nebo dealerem a distributorem. Dochází mezi nimi k výměně a zpracování standardních strukturovaných obchodních a jiných dokumentů. Tato výměna je rychlejší a efektivnější. Probíhá plně elektronickou a automatizovanou formou. Mezi tyto dokumenty patří objednávka, dodací list, faktura atd.

Základní princip elektronické výměny dat je, že objednávka pořízená v informačním systému odběratele se automaticky přenese do informačního systému dodavatele. Primární přínos EDI je několikanásobné zrychlení a zefektivnění příjmu zboží. Sekundární přínos pro logistiku je možnost lepšího plánování příjmu na sklad. Avízo o dodání totiž přijde ještě před samotnou dodávkou. Na příjem se lze připravit, nachystat místo ve skladu, nebo naplánovat přestávku obsluhy manipulační techniky. Případně lze přesměrovat dodávku na jiný sklad. [5]

Fyzický příjem přepravovaného zboží po příjezdu do skladu je pak u obou způsobů evidence stejný. Přepravované zboží se z přepravního prostředku složí pomocí manipulační techniky. Proběhne vykládka, na kterou navazuje kontrola. Ta může být:

- Kvalitativní (pomocí smyslů – zrak, hmat)
- Kvantitativní (přepočtem pomocí dodacího listu)
- Sortimentní (kontrola skladby, resp. složení)

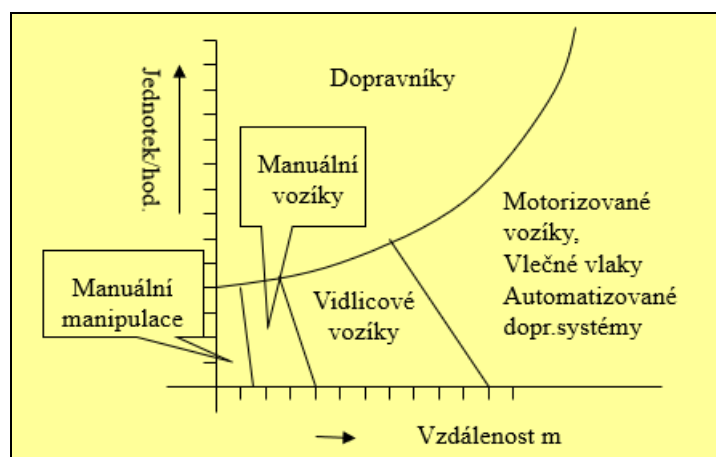
Souhlas s odpovídající kvalitou, množstvím a složením se stvrdí podepsáním dodacího listu.

1.2 Manipulace

Na příjímací proces navazuje manipulace se zbožím, který je přirozenou součástí materiálového toku, a to jak v řízení materiálového hospodářství, tak fyzické distribuci. Tento logistický proces je spojený s přesuny a ukládáním surovin, materiálů, polotovarů, hotových výrobků a odpadů (pasivních prvků pocházejících z výroby) v logistickém systému. Samotná manipulace nepřidává a ani nevytváří přidanou hodnotu procesu nebo řetězce. Manipulace je zdrojem nákladů a ztrát. Při nadbytečné a špatně nastavené manipulaci ve skladu mnohdy dochází ke zvyšování provozních nákladů a také k pracovním úrazům. Cílem moderní logistiky je omezovat množství manipulačních operací na nejnížší možnou míru. Zavádí se taková řešení, která podnikům pomáhají zvyšovat produktivitu, snižovat náklady skladování, minimalizovat chybovost u prováděných operací a optimalizovat intenzitu materiálového toku při interní dopravě a manipulaci s produkty. Manipulaci můžeme podle způsobu obsluhy rozdělit na:

- Ruční manipulace
- Ruční manipulace pomocí jednoduchých manipulačních prostředků
- Pojezdová manipulace
- Dopravníková manipulace
- Zdvihová manipulace
- Manipulace s palety
- Automatizované zakladače

Graf závislosti manipulačního času [hod] na manipulační vzdálenosti [m] s využitím manipulačních prostředků je znázorněn na obrázku Obr. 1.4.

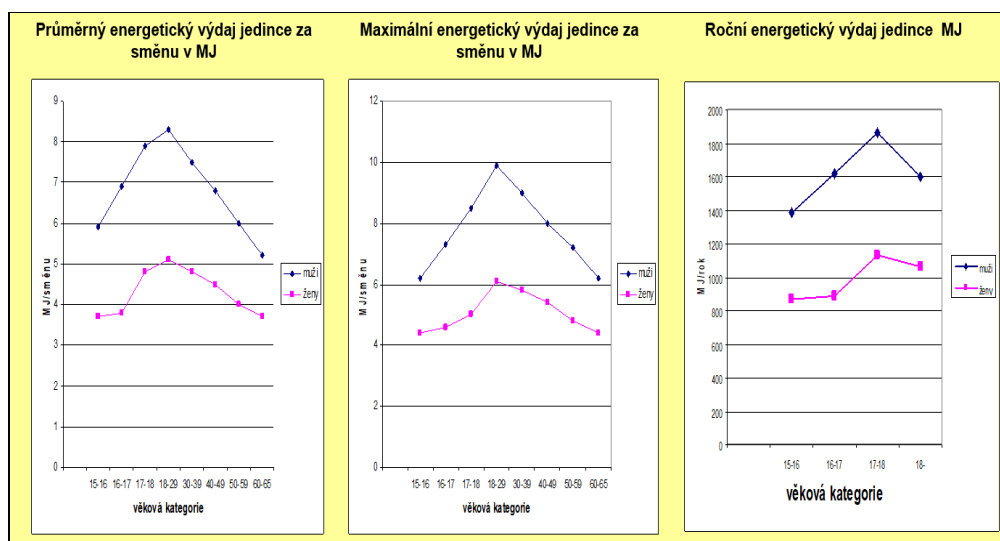


Obr. 1.4. Graf manipulačních procesů [4]

1.2.1 Ruční manipulace

Nejjednodušší a nejstarší způsob změny toku zboží je manipulace s využitím lidské síly. Mezi tyto ruční operace patří zvedání, přenášení, přemísťování, ukládání břemen na hromadu, zarovnávání materiálu do předem definovaných tvarů, pokládání na zem, smýkání, tažení, valení, házení, vkládání polotovarů do lisů, upínání dílů do strojů atd. Tento způsob můžeme použít pouze u zboží, které má nízkou hmotnost. Takové zboží lze přenášet výhradně na krátké vzdálenosti a cyklus manipulačních operací je nízký. Tato práce je omezena legislativou: Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., která omezuje energetický výdaj jedince za směnu [MJ], frekvence zdvihů [min^{-1}], celkovou hmotnost manipulovaných břemen [kg/směnu] a přípustnou hmotnost vztahenou na vzdálenost [kg·m]. Všechny limity jsou diferencované podle věku a pohlaví. [6] Na následujícím obrázku Obr. 1.5. je:

- průměrný energetický výdej jedince za směnu v závislosti na věku a pohlaví
- maximální energetický výdej jedince za směnu v závislosti na věku a pohlaví
- roční energetický výdej jedince v závislosti na věku a pohlaví



Obr. 1.5. Energetický výdej při ruční manipulaci [4]

K výhodám užití ruční manipulace patří univerzálnost a nízké náklady. V silách každého pracovníka je schopnost všestranně realizovat manipulační operace. Požadavky kapitálových prostředků na tento druh manipulace je téměř nulový. Na druhé straně k nevýhodám patří nízká produktivita, hrozba úrazů a stále zvyšující se náklady na pracovní sílu.

1.2.2 Ruční manipulace pomocí jednoduchých manipulačních prostředků

Pro přesun zboží s vyšší hmotností na větší vzdálenost nebo na lehké, ale objemnější zboží využíváme manipulační prostředky s ruční manipulací. Pro tyto prostředky je charakteristický horizontální směr dopravy s nízkým vertikálním zdvihem. Mezi takové prostředky patří podvozky, skladové etážové vozíky, rudly a paletové vozíky. Výhodou takových prostředků je snadné nakládání, lehká ovladatelnost a jednoduchá možnost zakládání zboží do polic regálů.

1.2.3 Pojezdová manipulace

Zboží s vyšší hmotností, o větším objemu a na delší vzdálenosti se přemísťuje pomocí pojezdových manipulačních prostředků. Tato kategorie manipulačních prostředků je charakteristická vozíky.

Motorizované vozíky se používají pro větší vzdálenosti. Obsluhou vozíku je operátor, který jde před vozíkem. Bezpečnost zajišťují snímače pohybu, které rozlišují obsluhu a překážky.

Vlečné vozíky nazývané taky vlaky, jsou využívány na velké vzdálenosti pro přesun velkého objemu zboží. „Vlak“ tvoří jedna pohonná jednotka a několik vlečných vozíků.

Bezobslužné vozíky jsou naprogramované motorizované jednotky, které se řídí naváděcím vodičem v podlaze. Naložení a vyložení zboží probíhá na více místech trasy.

1.2.4 Dopravníková manipulace

Pro horizontální i vertikální dopravu, na krátké ale i dlouhé vzdálenosti a taky na zboží různých tvarů a velikostí lze využít dopravníky. Výhodu představují zejména pro horizontální a šikmé přepravní dráhy, když vysoký průtok zboží překonává kratší vzdálenosti. Nakládka a vykládka těchto prostředků je automatická. Pořizovací náklady jsou přímo úměrné vzdálenosti, kterou zboží překoná. Mezi tyto prostředky patří:

- pásové dopravníky
- šnekové dopravníky
- válečkové dopravníky
- korečkové dopravníky
- redlerové dopravníky
- řemenové dopravníky

- podvěsné dopravníky
- skluzy

1.2.5 Zdvihová manipulace

Pro přesun objemného a těžkého zboží se používají zdvihové manipulační prostředky. Mezi největší zdvihací prostředky patří portálové jeřáby, které jsou hlavně využívány v přístavech a v překladištích, kde slouží na vykládku a nakládku kontejnerů. Další zdvihací prostředky jsou:

- výtahy
- zdvižné plošiny
- vakuové zdvihací manipulátory
- kladkostroje

1.2.6 Manipulace s paletami

Pro manipulaci s paletami slouží značné množství vysoko zdvižných vidlicových vozíků. Ty jsou konstruovány na různou nosnost, rychlost, zdvih a využití. U těch základních vozíků je výhoda v univerzálnosti použití, jako je nakládka i vykládka vozidel, stohování palet, obsluha regálových systémů a mnohdy i pro vlastní dopravu na kratší vzdálenosti.

1.2.7 Automatizované zakladače

Pro vysokoobrátkové zboží uložené na paletách nebo v KLT přepravkách je charakteristický zakladač. Zakladače jsou instalovány do každé regálové uličky se šířkou přibližně 1,5 [m]. Výška takových zakladačů bývá až 30 [m]. Posuv zboží v uličce je velmi rychlý, přibližně 5 [m·s⁻¹]. Přebírání palet probíhá na začátku každé uličky.

1.3 Skladování

Dalším logistickým procesem ve skladování je samostatné skladování. „*Soubor technických prostředků a skladovacích jednotek používaných pro výkon skladovacích činností je označován jako skladovací technologie.*“ [1] Pro rozdělení skladovacích technologií se zohledňuje uspořádání statické části (skladovací plocha), která je doplněna vhodnou dynamickou částí (manipulační prostředek).

1.3.1 Skladování na volné ploše

Nejstarším, nejjednodušším a pravděpodobně i nejlevnějším způsobem je skladování na volné ploše. Tento typ skladování požaduje zpevněný povrch a ohraničení ve formě zábran nebo oplocení. Systém se využívá pro sypké materiály, dřevo, obilí, palivo ale také pro položky umístěné na vhodných manipulačních jednotkách jako jsou palety nebo kontejnery.

1.3.2 Skladování v nádržích a silách

Pro skladování velkého objemu kapalin, sypkého materiálu a obilí lze využívat samostatné skladovací nádrže a sila, které mají tvar válce. Pro každou skladovací položku je vytvořen vlastní skladovací prostor. Ten je vybaven zařízením na jejich plnění a vyprazdňování. Skladovací nádrže mohou mít objem od několika m³ pro skladování obilí až po tisíce m³ pro uložení strategických zásob ropy.

1.3.3 Skladování v podzemních zásobnících

Pro skladování zemního plynu se využívají podzemní zásobníky. Ty jsou určeny pro vyrovnávání rozdílné spotřeby během zimních a letních měsíců. Je možné v nich uskladnit obrovské množství plynu, řádově ve stamilionech m³. Ve většině případů se plyn vtlačí do porézních vrstev, ze kterých vytlačuje vodu. „Tyto podzemní oblasti jsou umístěny pod nadložní vrstvou pro plyn nepropustnou, přičemž je zajištěna její ohraničenost např. geologickými zlomy a současně vydrží dostatečný skladovací tlak.“
[1]

1.3.4 Skladování v regálech

Nejrozsáhlejší způsob ve skladování je skladování v regálech. Regálové systémy jsou většinou umístěné v budovách a halách k tomu určených. Každý typ regálu je určený pro skladování jiné skladovací jednotky. V regálech lze uskladnit různorodý materiál od drobných dílů v krabičkách, přes palety až po dlouhý tyčový a deskový materiál. Regály můžeme obecně rozdělit na podskupiny:

- Policové regály
- Paletové regály
 - Jednoduché
 - Vjezdové (Drive-in)

- Spádové gravitační (LIFO, FIFO)
- Mobilní posuvné
- Konzolové (stroměčkové) regály
- Karuselové (páternosterové) regály
- Regálové systémy s pojezdovými dráhami

1.3.5 Skladování na závěsném systému

Skladovací závěsné systémy se využívají hlavně k uskladnění oděvů (kalhoty, košile atd.). Ty tvoří závěsné dráhy, na kterých je zavěšeno zboží. Zboží se na závěsných dráhách kompletuje a posouvá přímo do skříňových nástaveb vozidel. Kromě oděvů lze tímto způsobem skladovat jateční polotovary v masokombinátech jako zásobu nedokončené výroby.

1.4 Kompletace

Mezi další logistické procesy, které probíhají ve skladech je kompletace, které se také říká vychystávání. Jedná se o soubor činností spojených se sestavením zásilky. Zásilka je sestavena z požadovaného množství jednotlivých položek uvedených na objednávce zákazníka. Položky jsou sestaveny ze zásob dodavatele. Kompletace je nejnáročnější proces probíhající ve skladě. Jednak je časově zdlouhavá, velmi pracná a organizace práce spojená s kompletací je náročná. *„Kompletace spočívá v odběru a sběru položek v přesně stanoveném množství před odesláním objednávky zákazníkům. Jedná se o základní proces ve skladech a má významný vliv na produktivitu dodavatelského řetězce. Kompletace je jeden z nejvíce kontrolovaných logistických procesů.“* [7] Z dynamických logistických procesů ve skladování je časově nejnáročnější, což lze vidět na obrázku Obr. 1.6.

•Doprava	62 %
•Kompletace	18 %
•Lokalizace položky	6 %
•Zpracování objednávky	5,5 %
•Instruktáž	2,5 %
•Čekací doby	6 %

Obr. 1.6. Časová náročnost vybraných logistických činností [4]

Obecný postup kompletace je následující – nejdříve se zpracují objednávky přijaté od zákazníků na požadovaný sortiment výrobků a jejich balení. Následně se doplní informace nutné pro identifikaci požadovaných položek ve skladu (lokace, řada regálu, úroveň uložení atd.) Dále pokračuje vlastní výběr požadovaného počtu kusů z položek. Nakonec probíhá vlastní kompletační manipulace, kde se vybrané položky ukládají do přepravků, boxů nebo na palety. Kompletační systém podle charakteru dělíme na statický a dynamický.

1.4.1 Statický kompletační systém

Jedná se o systém, při kterém se pracovník pohybuje za zbožím, které je pevně lokalizováno. Tento kompletační systém se využívá pro malé odběry ze skladovaného množství dané položky (cca 5 ks) nebo pro vyřizování urgentních objednávek. U tohoto způsobu vychystávání nejsou třeba mechanizační prostředky.

1.4.2 Dynamický kompletační systém

Zboží se v tomto systému posouvá podle požadavku pracovníky na kompletační místo a po odběru požadovaného množství se vrací zpět do skladu. Tento systém se využívá pro větší počty odebíraných kusů. K tomu se vyžaduje vyšší stupeň mechanizace s využitím linek. Dynamické systémy jsou charakteristické vysokou produktivitou práce a optimalizovaným pracovním procesem. Na druhé straně mají vysoké pořizovací náklady a malou adaptabilitu na změnu požadavků.

1.5 Expedice

Posledním procesem ve skladě je expedice. Vychystané zboží se připraví na palety nebo do krabic, zkontroluje se a zabalí za použití fólie, lepící a stahovací pásky. Zabalení musí být provedeno důkladně do vhodně zvolených obalů tak, aby se eliminovalo riziko poškození a dopravních vícenákladů. Vícenáklady mohou vzniknout nepřesným uložením zboží na paletu, za vzniku přesahů na paletě a tím i zvětšení ložné plochy. Expedované zboží se označí expedičním štítkem a naloží na přepravní prostředek.

2 Informační systémy a WMS

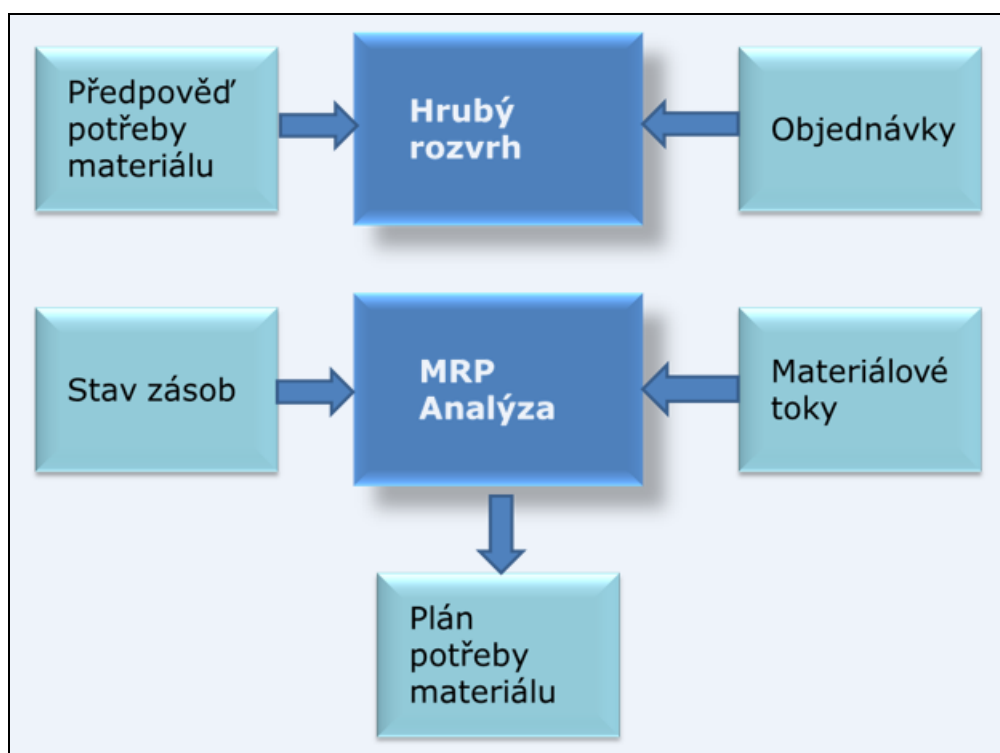
Logistika skladování prochází dynamickými změnami. Ty jsou charakterizovány zejména trendy štíhlá logistika, automatizované systémy, sběr a analýza dat napříč skladem či stoprocentní dohledatelností. V současné době lze v oblasti automatizace logistiky sledovat jasný trend využití prostředků informačních systémů. Ty svými funkcemi pokrývají agendu, kterou řeší běžné společnosti. Jedná se o klíčové podnikové procesy, jako je příjem objednávek zákazníků, plánování nákupu, vedení evidence zásob či evidence finančních dat. [8] Tyto informační systémy mají označení ERP systémy (anglicky Enterprise Resource Planning) - Plánování podnikových zdrojů.

Informační technologie se stále vyvíjí a jdou kupředu. Podobný historický vývoj lze sledovat i u ERP systémů. Počátek těchto systémů začal v polovině dvacátého století. V tomto období vznikaly programy, které sloužily ke sledování, řízení a kontrole zásob. V sedmdesátých letech byly doplněny o programy, které byly určeny pro podporu plánování objednávek dle požadavků plánu výroby. Tyto programy jsou známy pod zkratkou MRP (z anglického Material Requirements Planning) – Plánování potřeby materiálu. V osmdesátých letech dvacátého století se v podnicích začaly zavádět systémy pro plánování výrobních kapacit, sloužících k lepšímu plánování dodávek materiálů a plánování výroby. Do původních systémů MRP byly integrovány funkce potřebné pro řízení podniku, například podnikové finance, majetek, prodej, personalistika. Tyto systémy jsou označovány zkratkou MRP II (z anglického Manufacturing Resource Planning) – Plánování výrobních zdrojů. Přidáváním dalších modulů, funkcí a možností se staly MRP II natolik univerzální, že jejich funkce pokrývaly potřeby většiny podniků, nejen těch výrobních. V roce 1990 se MRP II změnilo na ERP a zkratka MRP II se přestala používat. [9]

2.1 Plánování potřeby materiálu

Princip plánování potřeby materiálu byl založen na sestavení hlavního plánu výroby. Tento hlavní plán určil, jaké výrobky se budou v příštím období vyrábět, kolik jich bude a kdy musí být hotové, aby je bylo možno expedovat k zákazníkům. Zjednodušené schéma je znázorněno na obrázku Obr. 2.1. V jazyce MRP má slovo materiál širší význam. Nejedná se pouze o běžný vstupní materiál (trubky, plechy apod.), ale i všechny

další díly a podsestavy ve výrobě potřebné a používané k sestavení finálního výrobku. Materiál představuje velké množství položek a u každé z nich musí podnik rozhodnout, jestli ji bude někde nakupovat nebo si ji sám vyrobí. Ke každé vyráběné položce musí být doložena výrobní dokumentace, jejíž součástí je kusovník. Přepočtení se spouští periodicky a plánovací algoritmus vydá nákupčím doporučení co, v jakém množství a kdy objednat. Vedoucím výroby zas vydává doporučení co, v jakém množství a kdy uvolnit do výroby. MRP samo podnik neřídí, rozhodovat musí lidé. Když člověk doporučení přijme, systém vystaví objednávku nebo výrobní příkaz. [9]



Obr. 2.1. Zjednodušené schéma MRP [10]

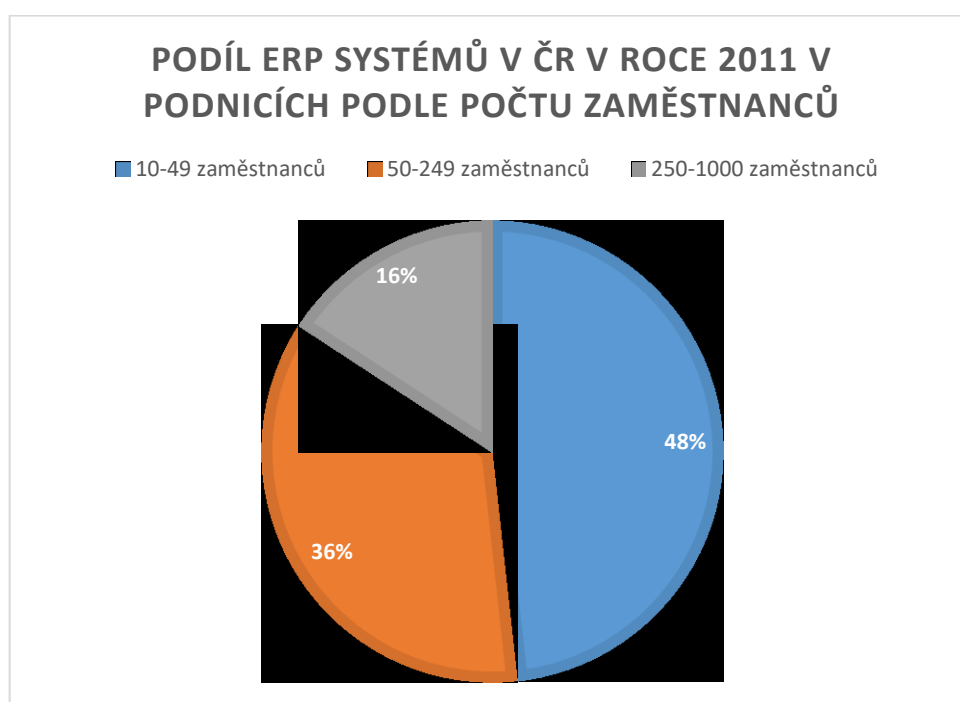
2.2 Plánování podnikových zdrojů

Plánování podnikových zdrojů (ERP) je vnitropodnikový softwarový informační systém, který se používá na správu a koordinaci podnikových procesů. Jeho hlavní úlohou je sběr a ukládání dat, které pak integruje do všech oblastí podniku. Toto řízení pak vede k zajištění maximální efektivity. ERP systém umožňuje optimalizaci nákladů a zásob, urychluje výměnu informací, zlepšuje vnitropodnikovou komunikaci a přispívá ke zlepšení služeb zkrácováním doby plnění zakázek.

„Mezi nejdůležitější vlastnosti ERP systémů patří:

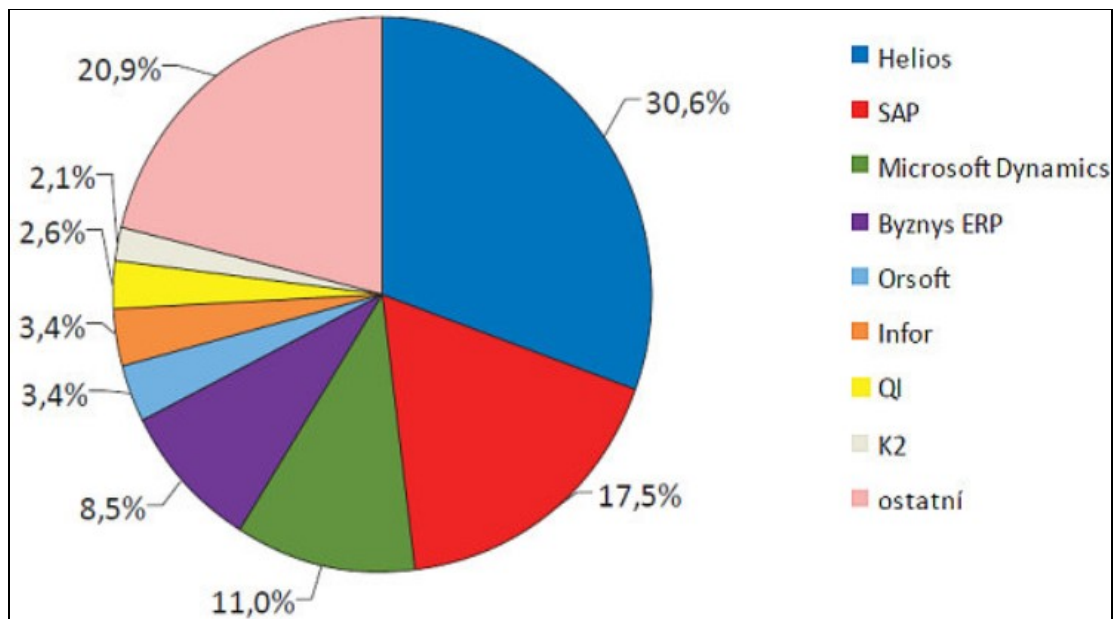
- *automatizovat a integrovat hlavní podnikové procesy,*
- *sdílet data a postupy přes celý podnik*
- *vytvářet a zpřístupňovat informace v reálném čase.“ [11]*

První firma, která přišla na trh s ERP softwarem, byl německý SAP, který je v současné době nejprodávanějším ERP na světě. Ze staršího průzkumu vyplývá, že v roce 2011 bylo v České republice přes 20 000 implementovaných ERP systémů. [12] Počty podniků využívajících ERP systémy podle počtu zaměstnanců můžeme vidět na obrázku Obr. 2.2.



Obr. 2.2. Podíl ERP systémů v ČR v roce 2011 v podnicích podle počtu zaměstnanců [Zdroj: vlastní zpracování]

Na obrázku Obr. 2.3. můžeme vidět podíl dodavatelů ERP systému pro podniky zaměstnávající 250-1000 lidí v ČR v roce 2011. Mezi hlavní dodavatele patří Helios s téměř třetinovým pokrytím velkých podniků užívající ERP. Téměř pětinnový podíl zastupuje světově nejrozšířenější dodavatel ERP systémů SAP, kterého následuje Microsoft Dynamics s desetinovým podílem. Následují je Byznys ERP od společnosti Byznys software s.r.o. [12]



Obr. 2.3. Struktura dodavatelů SW ERP mezi velkými podniky [12]

2.3 Vývoj ERP systémů

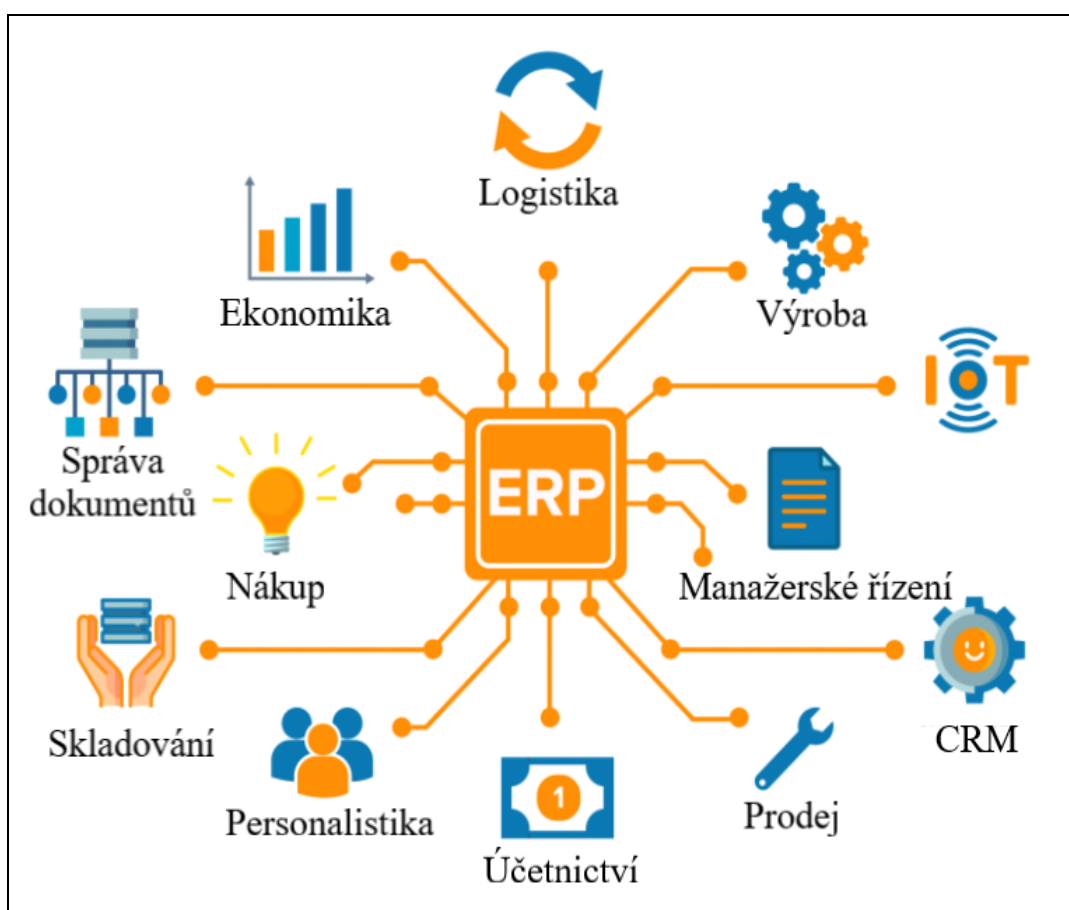
Vývoj struktury ERP systémů směřuje k stále větší komplexnosti. Této komplexnosti se dnes dosahuje dvěma způsoby. Jedním z nich je napojování dalších a dalších původně samostatných aplikací k původnímu ERP systému pomocí vazebních můstků. Druhou cestou je snaha zabudovat nové aplikace přímo do ERP systému. „*Oba přístupy mají své výhody i nevýhody a často se vhodně doplňují, takže se dá předpokládat, že budou vedle sebe i nadále koexistovat.*“ [13]

Na vývoj ERP systémů budou mít velký vliv tzv. čtvrtá průmyslová revoluce označovaná též jako „Průmysl 4.0“. „*V první řadě dojde ke zdokonalení přímé vazby informačního systému na výrobní systémy. To v praxi znamená, že namísto toho, aby předávání informací potřebných pro řízení výroby zajišťovali lidé, bude tato komunikace probíhat elektronicky mezi informačním systémem a stroji, resp. výrobky.*“ [13] Pro lepší pochopení uvedu příklad: Výrobní linka složená z adaptabilních strojů dostane technickou dokumentaci výrobku v digitální podobě a informaci o požadovaném množství kusů. Stroje se na základě této dokumentace nastaví pro výrobu daného produktu, vyžádají si materiál, který jim bude automaticky vydán ze skladu, a rozjede se výroba. Hotové výrobky se nakonec automaticky uloží na sklad a dají o sobě vědět informačnímu systému, který na základě toho může zahájit kroky k jejich expedici. Nad

výdejem materiálu a průběhem jednotlivých operací v rámci výrobního procesu bude dohlížet informační systém. Většinu práce vykonají naprogramované stroje. Lidé budou všechno vymýšlet, dohlížet na správné fungování systémů a vykonávat práce, které zatím stroje nezvládnou.

2.4 ERP struktura

ERP systémy dosahují modulární struktury, která poskytuje plnou podporu pro relevantní oblasti a obchodní procesy firem z různých průmyslových odvětví. Tento systém je využíván jak ve výrobních, tak komerčních i servisních podnicích. Struktura ERP systému umožňuje implementaci všech znázorněných produktů současně nebo jednotlivě podle výběru konkrétního podniku. Modulární strukturu ERP můžeme vidět na Obr. 2.4.



Obr. 2.4. Modulární struktura ERP systému [14]

ERP systém je možné využít v těchto oblastech:

- Účetnictví a ekonomika
- CRM
- Manažerské řízení
- Skladování
- Logistika
- Nákup
- Prodej
- Personalistika
- Správa dokumentů [15]

2.4.1 ERP v účetnictví a ekonomice

Účetnictví v tomto systému pracuje s doklady od prvotní evidence, přes zaúčtování a rozúčtování. Dále vytváří různé analytické přehledy a výkazy jako je rozvaha, výkaz zisků a ztrát, které jsou legislativně povinné.

2.4.2 ERP v CRM

Tento systém umožní řízení vztahů se zákazníkem pomocí přehledu o jeho skutečných potřebách. Na základě těchto informací lze uplatnit individuální přístup. Informace o zákaznících jsou uloženy v databázi, kterou může využívat celý prodejní tým. V případě nepřítomnosti jednoho pracovníka je možná bezproblémová náhrada jiným.

2.4.3 ERP v manažerském řízení

Manažerský informační systém pomáhá při různých rozhodovacích procesech. Dokáže poskytnout správná data, které umí vyhodnotit a vytvořit výstupy formou grafů, tabulek, sestav a reportů. Informace získává ze všech oblastí jako je prodej, výroba, finance, mzdy nebo personalistika.

2.4.4 ERP ve skladování

Skladový systém vyřizuje příjem, evidenci a dodávky zboží. Dále vede evidenci zásob, který dále využívá objednávací a rezervační systém. Systém může plánovat skladové

pohyby. Nadstavbou základního systému je aplikace řízeného skladu (WMS), které se budu věnovat podrobněji v další kapitole.

2.4.5 ERP v Logistice

Logistický informační systém zabezpečuje komunikaci mezi odběratelem a dodavatelem. Dále sleduje a řídí optimální výši skladových zásob, distribuci, příjem a výdej zboží. S využitím čárových kódů a RFID zvyšuje produktivitu podniku. Logistický informační systém taky tvoří pevné a dynamické trasy dle aktuálních objednávek, které zasílá do terminálu řidiči.

2.4.6 ERP v nákupu

Nákupní systém využívá interní data, externí ceníky a databázové informační zdroje, pomocí kterých lze porovnat a vybrat vhodného dodavatele. Systém může také sledovat disponibilní stav skladových zásob v čase.

2.4.7 ERP v prodeji

Prodejní systém provádí prodejní procesy s marketingem, obchodem, nákupem a výrobou. Správně nastavený prodejní systém pružně reaguje na požadavky trhu. Dále může také předkládat nabídky odběratelům a sledovat rámcové smlouvy s průběžnou kontrolou jejich plnění.

2.4.8 ERP v personalistice

Personální informační systém hledá vhodné pracovníky, které vyškolí a efektivně začlení do pracovního procesu. Přípravuje také smlouvy a dokumenty týkající se pracovněprávních vztahů. Vede personální evidenci zaměstnanců a vyřizuje požadavky z oblasti sociální politiky. Dále shromažďuje podklady pro evidenční a zápočtové listy.

2.4.9 ERP ve správě dokumentů (DMS)

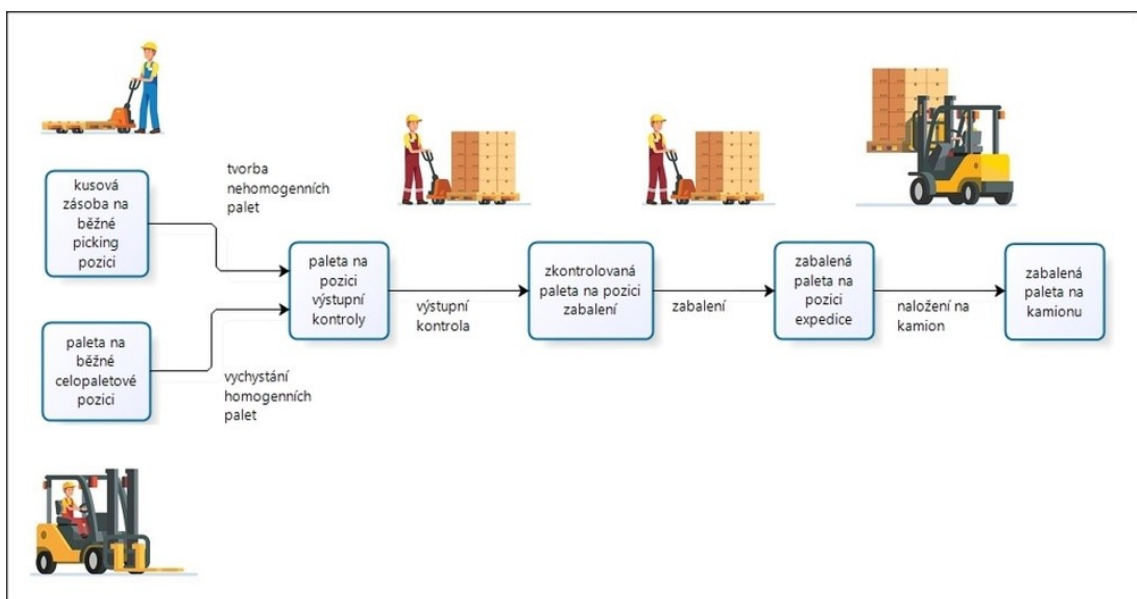
Tento systém je využívá ke správě elektronických dokumentů a digitalizovaných papírových dokumentů. Mezi ně mohou patřit smlouvy, zápisy z jednání, technické dokumentace, dodací listy atd.

2.5 Systém řízeného skladu

Informační systém ve skladě zabezpečuje v základních případech evidenci skladovaných položek, jejich pohyb a potřebnou administrativu. V pokročilých případech lze mluvit o moderních WMS (Warehouse Management System) systémech, které jsou schopné řídit veškerý provoz skladů a podporovat rozhodovací procesy.

WMS představuje inteligentní software, který kromě adresace pozic ve skladu řídí celý jeho chod, podporuje optimalizaci práce skladníků zejména při příjmu a výdeji, ale také třeba při inventurách. WMS může evidovat výkonnost pracovníků skladu, řídit takzvané fronty práce skladníků a řízení jejich priorit. Dále může vytvářet podklady pro jejich hodnocení. Základním předpokladem efektivního řízení skladu je podrobné zmapování veškerých logistických procesů, které se ve skladování vyskytují. Důležité je taky jejich správné pojmenování a náležitá implementace do systému WMS. Důkladný popis logistických procesů jsem popsal v první části (Kapitola 1.).

V rámci správně definovaného procesu lze dále rozdělovat jednotlivé manipulace na práci s homogenním nosičem (paletou) a nehomogenním nosičem, který bude potřeba nejprve připravit (vychystat). Do procesu zařazujeme ještě provedení výstupní kontroly před zabalením. Proces expedice bude definován sledem manipulačních operací znázorněných na obrázku Obr. 2.5.

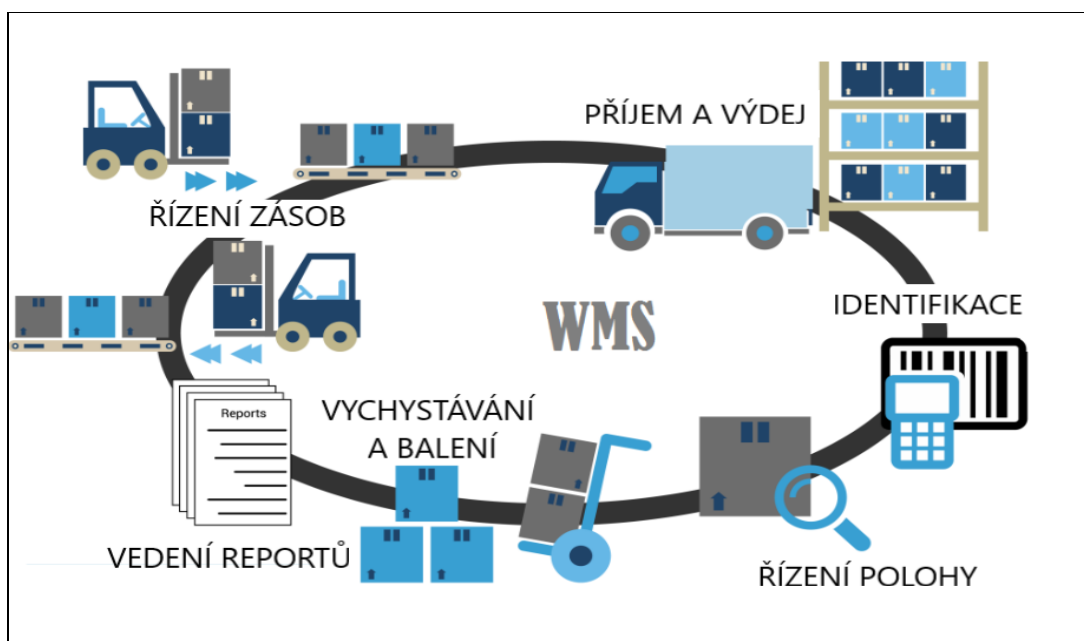


Obr. 2.5. Proces expedice [4]

Podobným způsobem lze popsat všechny existující skladové procesy, například příjem do skladu od dodavatele, příjem do skladu z výroby, vychystání materiálu do výroby, příjem zbytků z výroby, různé další typy expedic, řízené přesuny mezi pozicemi, inventarizaci atd. Kvalitní WMS nebude mít jednotlivé procesy pevně nastavené, ale umožní jejich implementaci přesně podle skutečnosti.

Jsou-li skladové procesy takto definovány, systém přiřadí každému požadavku (objednávce) jednoznačný proces, kterým bude obsloužen. Přiřazování procesů k požadavkům lze také plně automatizovat. Příslušný proces, respektive jeho jednotlivé operace, ve spojení s konkrétním požadavkem (objednávku) tvoří položky ve frontě práce skladníků. Díky takto sestavené frontě práce je možné řídit skladové manipulace, a to částečně automatizovaně, částečně ručními zásahy dispečera skladu. Jednotlivým položkám ve frontě práce lze stanovovat data a časy, priority a přiřazovat jim skladníky, kteří je budou provádět.

Skladníci prostřednictvím terminálů odbavují jednotlivé úkoly ve frontě práce tak, jak jim byly prostřednictvím WMS přiděleny. Jakmile skladník dokončí manipulaci jedné fronty práce, přechází na frontu následující. Zaměstnáním skladníka frontou práce se eliminuje jeho rozhodovací myšlení, co je v danou chvíli potřeba udělat a tím se zefektivňuje řízení skladových procesů. Souhrnné řízení logistických procesů pomocí WMS je znázorněno na obrázku Obr. 2.6.



Obr. 2.6. Znázornění WMS systému [16]

Další přidanou hodnotou WMS je navigace skladníka po optimální trase ve skladu. Řízený sklad je členěn na zóny, sekce, uličky, regály, patra a pozice, ve kterých je zásoba adresně umístěna. Skladník je po zahájení manipulace konkrétní fronty práce navigován pokyny v terminálu do jednotlivých skladových pozic, odkud zásobu manipuluje nejprve na manipulační vozík a následně manipulační vozík vyloží na cílové pozici dané operace. Výhodu přináší možnost tzv. zónového vychystávání, kdy má každou zónu řízeného skladu na starosti jeden skladník či skupina skladníků a konkrétní požadavky jsou seskupovány do zónových požadavků. Jinými slovy, existuje řada možných podpůrných WMS procesů, kterými lze samotné vychystání požadavku urychlit. Procesy WMS nemusí být nutně spouštěny pouze na základě externího požadavku, ale lze je spouštět i pomocí tzv. interních spouštěčů. Takovým interním spouštěčem je jednoznačně definovaná situace, jejíž výskyt ve WMS automaticky spustí definovaný proces, čímž vznikne položka do fronty práce. Příkladem může být situace, kdy skladník při manipulaci se zásobou zjistí poškození jejího obalu. Skladník tuto skutečnost oznámí hlášením neshody pomocí terminálu. Existence neshody je spouštěčem, který iniciuje proces přesunu vadné zásoby do reklamační pozice, a tento interní požadavek se automaticky zařadí do fronty práce skladníkovi. Pomocí spouštěčů lze řídit i svozy zbytků z výroby a řadu dalších interních WMS procesů.

Obecně lze říci, že čím lépe je zásoba zaskladněna, tím lépe se bude vyskladňovat. Proto je nutné pečlivě řídit procesy zaskladnění, a to především z hlediska prostorových dispozic skladových prostor. Systém WMS by měl podporovat navigaci zaskladnění vysokoobrátkových zásob do snadno dostupných skladových pozic, čímž se zrychlí proces vyskladnění.

Kromě vysokoobrátkových zásob je potřebné zohlednit i vychystávání kusových položek ze snadno dostupných skladových pozic. Nejčastěji bývají vychystávací pozice umístěny nízko, kde není nutné užívat vysokozdvíhací vozíky. Tyto vychystávací pozice musí být průběžně doplňovány z celopaletových pozic, k čemuž lze využít zmiňovanou funkčnost spouštěčů, které generují frontu práce skladníka při poklesu zásoby na vychystávací pozici pod nastavené minimum.

Jedna z vlastností WMS je navigace skladníka na principu FIFO nebo LIFO. Zatímco například v potravinářství je zcela zásadní se orientovat podle principu FEFO, čiže data zaskladnění nebo spotřeby, u výrobních společností, které se zabývají zakázkovou

výrobou, se může jednat o navigaci na výrobky aktuálně vyrobené pro expedovanou zakázku.

Obecně platí, že součástí řízení by mělo být i vyhodnocování za účelem neustálého zlepšování. Systém WMS tedy musí nabízet i patřičné nástroje pro analýzu různých ukazatelů. Nesmí mezi nimi chybět výkaz činnosti skladu umožňující vyhodnotit práci skladníka z hlediska počtu manipulovaných palet, manipulované hmotnosti či manipulovaných požadavků za jednotku času, přehled vytížení kapacit skladu, obrátkovost jednotlivých entit umístění apod.

3 Prostředky rozšířené reality

Termín rozšířená realita vychází z anglického „augmented reality“ (AR). Rozumí se tím sledování obrazu reálného světa doplněného o objekty vytvořené počítačem. Ve spojení s hardwarem, bez kterého tento pojem nedává žádný význam, můžeme rozšířenou realitou využít potenciál v různých oblastech průmyslu. Tato technologie pracuje s děním ve skutečném světě, ve kterém žijeme, pohybujeme se a pracujeme. Do tohoto skutečného světa se v reálném čase přidávají digitální prvky. Tímto spojením se vytvoří upravený obraz, který můžeme vidět skrz monitor, brýle, sklo dopravního nebo manipulačního prostředku apod. Upravený obraz může být doplněn o různé digitální prvky. Mohou to být různé obrázky, animace, zvuky, texty, které doplňují reálný obraz o požadované informace. [17]

3.1 Využití rozšířené reality

Začátky rozšířené reality můžeme najít v počátcích virtuální reality v 70. letech 20. století. Tato technologie umožňovala uživateli ocitnout se v simulovaném prostředí, které bylo doprovázeno různými efekty. Šlo o snahu vytvořit vizuální, sluchový, popřípadě hmatový zážitek k nasimulování skutečných událostí v medicíně, armádě či astronomii. Tehdy se začala využívat technologie, která se v současnosti využívá při rozšířené realitě – čočky či snímáče. Počátkem 90. let se začalo objevovat pojmenování AR, které se postupem času zpřístupnilo širší veřejnosti. V současnosti se rozšířená realita využívá hlavně v počítačových hrách v televizních zprávách nebo sportovních přenosech. Tady jsou zobrazovány reklamy přímo na hrací plochu, kterou sleduje běžný divák v televizi, avšak hráči na hřišti ji nevidí. Díky vyvinutým technologiím je proces vytváření rozšířené reality pořád na začátku, protože rozsah využití v průmyslu, medicíně i školství je široký.

3.2 Systémy SAR

Počátkem devadesátých let s vývojem rozšířené reality dostal do popředí systém prostorové rozšířené reality SAR (Spatial Augmented Reality). Tento systém promítá

virtuální obsah přímo na plochu reálných předmětů. Jsou to například stěny, stoly, kvádry, ale i lidské tělo. SAR rozšiřuje objekty a scény v reálném světě bez nutnosti použití speciálních displejů, jako jsou monitory, HMD zařízení nebo ruční přístroje. Současný vývoj projektorů otvírá nové možnosti promítání a interakce, přičemž vizualizace virtuálních informací může být flexibilně přizpůsobována reálné situaci. Na podobném principu pracují také shader lampy, mobilní projektory, virtuální stoly a inteligentní projektory. Velkou výhodou systémů SAR je, že obsah projekce může sledovat více osob najednou, což se využívá při simultánní práci v kolektivu nebo vzdělávání. Uživatelé nepotřebují přímý kontakt s digitálním displejem zařízení. [18]

3.3 Rozšířená realita pomocí mobilních telefonů

Běžný člověk v každodenním životě se do kontaktu s rozšířenou realitou může dostat při použití chytrého telefonu s potřebnou aplikací. Rozšířená realita v mobilních telefonech se dá rozdělit na dva hlavní typy: s využitím markerů a bez využití markerů.

3.3.1 Mobilní telefony a využití markerů

Marker je speciální obrázek nebo fyzický předmět. Fotoaparát mobilního telefonu marker nasnímáme. Aplikace se snaží marker na scéně rozeznat a určit jeho polohu a orientaci v prostoru. Na základě těchto informací se zobrazí 3D model správně orientovaný a umístěný, popřípadě doplněný o textové informace. Výhoda užívání markeru je, že mobilní telefony nepotřebují gyroskop. Úspěšnost rozeznávání markeru závisí na kvalitě a rozlišení fotoaparátu, osvětlením scény a vlastním vzhledu markeru. Proto se jako markery velice často vytváří jednoduché černobílé piktogramy a QR kódy. Na obrázku Obr. 3.1. jsou znázorněny některé typy používaných markerů.



Obr. 3.1. Některé typy používaných markerů [19]

Pomocí mobilního telefonu a stažené potřebné aplikace lze po nasnímání markeru prohlížet různé modely. Většina aplikací využívajících rozšířenou realitu používá předdefinované obrázky, které je třeba vytisknout a nasnímat mobilním zařízením. Na základě toho se nám na displeji zařízení ukáže vytvořený 3D model. Otáčením markeru nebo pohybováním mobilního telefonu je možné si prohlédnout 3D model z kteréhokoliv úhlu. Příklad snímání markeru je na obrázku Obr. 3.2.



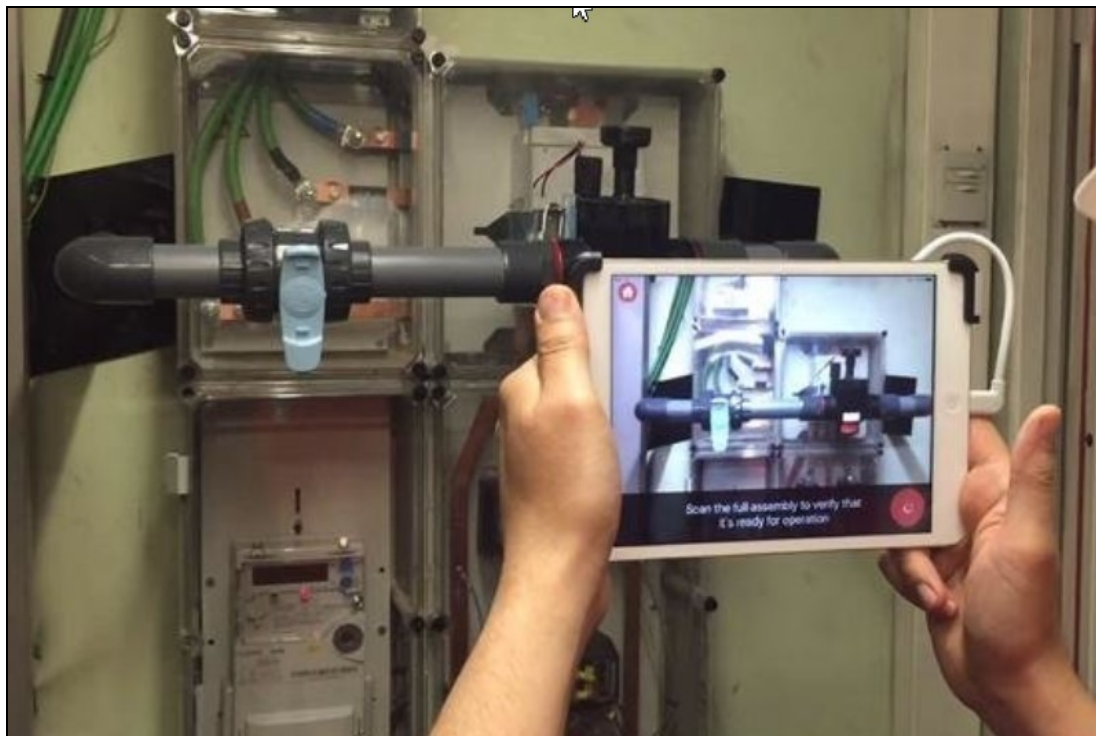
Obr.3.2. 3D obrázek po nasnímání markeru [20]

3.3.2 Mobilní telefony bez využití markerů

Rozšířená realita bez využití markerů využívá pro nasnímání objektů geolokační systém LBS (location-based service). Tento systém pracuje s daty GPS, gyroskopu a elektronického kompasu. Mobilní telefon tak může vypočítat svoji přesnou polohu na základě toho, kam je hledáček fotoaparátu natočený. Přesné určení polohy a pozice se stanoví bez jakéhokoliv markeru.

Nejčastějším využitím této technologie, se kterým může přijít do kontaktu běžný člověk v běžném životě, je při použití chytrého telefonu s potřebnou aplikací. Součástí chytrého telefonu musí být GPS navigace, fotoaparát, digitální kompas a připojení k internetu. Aplikace s využitím AR dokáže rozeznat, kde se uživatel s mobilním telefonem nachází a na co se pomocí kamery v telefonu právě dívá. Dále dokáže identifikovat historické stavby nebo doplnit do obrazu různé informace o památkách, které jsou umístěné v

databázi. Do databáze se aplikace připojuje prostřednictvím internetu. Na obrázku Obr. 3.3. je ukázka rozšířené reality bez využití markerů.



Obr. 3.3. Rozšířená realita bez využití markerů [21]

Technologie bez využití markerů se v současnosti velice rozšířila díky mobilním aplikacím. Jsou to tzv. browsery, aplikace pro smartphony, které pracují na základě vrstev. Autor vytvoří vrstvu, kterou si uživatel jednoduše stáhne a přes browser ji zobrazí v reálném světě. Oproti technologii s využitím markerů, kde se zobrazují 3D objekty, se u této technologie (bez využití markerů) zobrazují většinou POI (Point Of Interests) - body zájmu. To jsou body – místa, která mohou být pro uživatele atraktivní a užitečná. Tyto vrstvy tak povětšinou obsahují souřadnice jednotlivých bodů, o kterých mají podrobnější informace. Ty pak doplní do reality. Proto bývá tento typ AR nejčastěji používán jako průvodce městem. Kromě toho může sloužit jako vyhledávač restaurací nebo hotelů v okolí.

3.4 Rozšířená realita pomocí tabletu

Po chytrých telefonech se na vnímání rozšířené reality nejčastěji využívají tablety. Rozdíl v zobrazení AR mezi chytrým telefonem a tabletem je implicitně dán velikostí úhlopříčky. Proto se tablety využívají například v oblasti realit. Makléř pomocí tabletu

může představit a nabídnout kompletní konfiguraci bytu nebo rodinného domu. Dle představ klienta přizpůsobí typ podlahy, barvu stěn a rozmístění nábytku ještě před jeho dostavěním. Pomocí tabletu lze také současně nakupovat přes e-shop a v reálném prostředí si daný produkt představit, jestli bude v harmonii s okolním prostředím. Zároveň je také možné nakonfigurovat nábytek, jakou by měl mít barvu dřeva nebo potah, prakticky cokoliv je na produktu možné změnit. Následně lze produkt objednat a zaplatit. Takto lze ušetřit čas strávený v obchodě a na cestě.

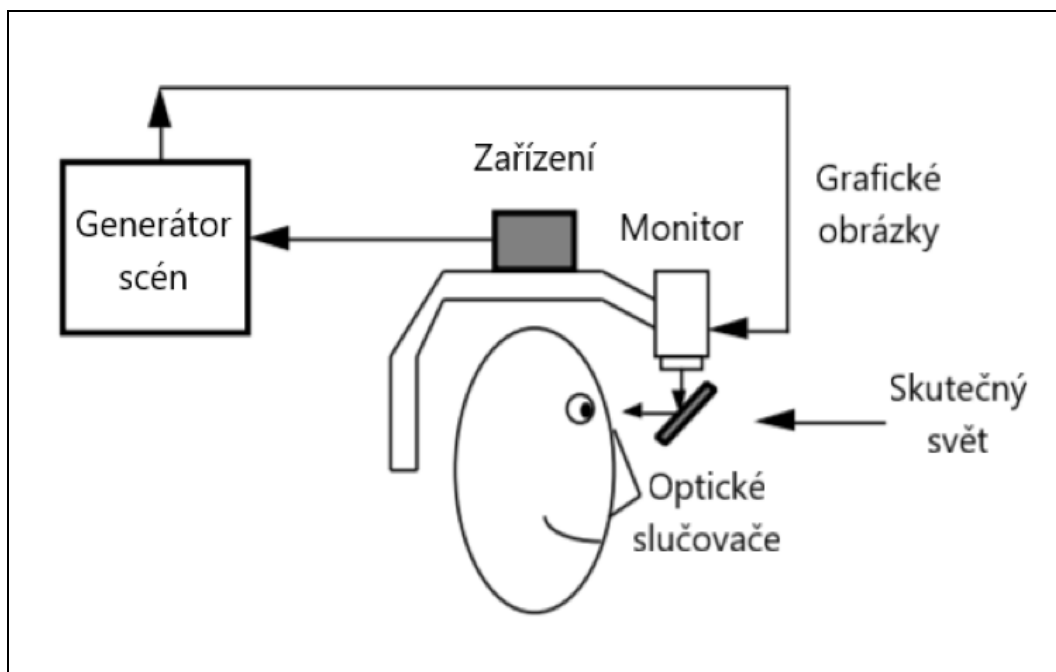
3.5 Rozšířená realita pomocí Head-mounted displeje

Head-mounted displeje (HMD) je displej namontovaný na hlavě a je znázorněn na obrázku Obr. 3.4. Nosí se jako brýle, díky čemuž může jejich uživatel mít „volné“ ruce. Z toho důvodu se používají převážně ve vojenských aplikacích, dále ve strojírenství a medicíně. HMD mohou mít jeden nebo dva displeje s čočkami a poloprůhlednými zrcadly vloženými do brýlí.



Obr. 3.4. Head-mounted displej [22]

Součástí HMD jsou optické slučovače umístěné před oči uživatele. Tyto slučovače jsou částečně transmisivní, takže uživatel se může dívat přímo přes ně, aby viděl skutečný svět. Slučovače jsou také částečně reflexní, takže uživatel vidí virtuální obrazy odražené od slučovačů z monitorů s hlavou. Na obrázku Obr. 3.5. je zobrazen koncepční diagram principu fungování HMD. [17]



Obr. 3.5. Konceptní diagram HMD [17]

3.6 Rozšířená realita pomocí Handheld displeje

Handheld displeje jsou používány jako technika video see-through. Jsou složené z přenosného displeje a videokamery, jež je následně připojena k displeji. V podstatě se jedná o stejné technické nastavení jako u video HMD. Avšak handheld displeje rozšířené reality mohou být složeny ze spotřebních zařízení jako jsou PC, tablety nebo i mobilní telefony. Handheld displeje byly vyvinuty v návaznosti na HMD, jsou tedy jejich alternativou. Použití mobilních telefonů jako handheld displejů rozšířené reality je možné podobně jako použití mobilních telefonů pro fotografování. Proto jsou brány handheld displeje rozšířené reality spíše jako doplnění než nahrazení HMD. Pro svou lehkost a diskretnost se v poslední době stávají u vývojářů rozšířené reality velmi populárními. Nevýhodou je omezenost rozsahu jejich pohledu, což má za následek menší hloubku pohledu.

3.7 Rozšířená realita pomocí stacionárního systému

Stacionární AR systémy jsou vhodné pro použití, kdy je potřeba většího displeje s velkým rozlišením a jeho umístění je neměnné. Zde se klade důraz na přesnější rozpoznání daných scén, objektů či lidí. Navíc díky kvalitnějším displejům zobrazí uživateli mnohem

realističtější projekci, která není tolik ovlivněna nepříznivými vlivy prostředí, jako sluneční svit či odrazy světla.

3.8 Rozšířená realita pomocí chytrých brýlí

Předpokládám, že kromě chytrých mobilních telefonů se součástí každodenního života stanou i chytré brýle. V zásadě se jedná o brýle s displeji, kamerami a mikrofony. Hlavním představitelem chytrých brýlí je Google glass od firmy Google zobrazeny na obrázku Obr.3.6. Toto zařízení pro zobrazení rozšířené reality jsou v podstatě běžné brýle vybavené jednou obrazovkou, kamerou a mikrofonem. Brýle jsou připojené prostřednictvím Bluetooth s chytrým telefonem. Výsledkem je zachycení vidění reálného světa a jeho následné doplnění prvky rozšířené reality, které se poté zobrazí na displeji v zorném poli uživatele. V současnosti jsou brýle staženy z oběhu ale aktivně testovány. Například General Electric tuto rozšířenou realitu využívá pro práci s leteckými motory.



Obr. 3.6. Google glass [23]

Dalším představitelem mohou být brýle Vaunt od společnosti Intel, které jsou na obrázku Obr. 3.7. Na rozdíl od Google Glass vypadají na první pohled normálně, jako obyčejné brýle. Nemají žádnou kameru a displej je neviditelný. Obraz se totiž vykresluje pomocí slabého laseru přímo na sítnici uživatele tak, aby nepoškozoval oko. Informace se mohou zobrazovat na malém chromatickém okně s rozlišením 400x150 pixelů. Zobrazované informace mohou být vyobrazené pouze jednou (červenou) barvou. Brýle by tak byly ideální pro zobrazení textu, číselného nebo směrového ukazatele nebo jednoduché

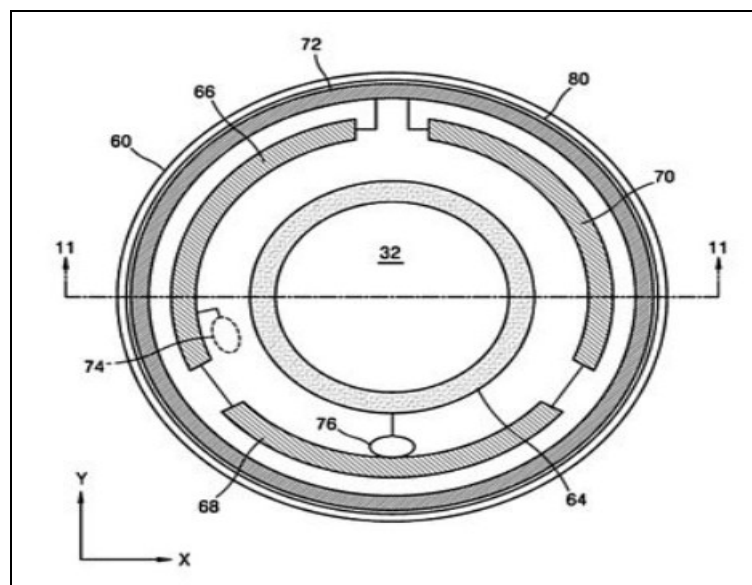
grafiky. Bohužel společnost Intel v roce 2018 vývoj produktu Vaunt pozastavila a na nový produkt si musíme počkat.



Obr. 3.7. Brýle Vaunt [24]

3.9 Rozšířená realita pomocí chytrých čoček

System pro rozšířenou realitu pomocí kontaktních čoček je obraz budoucnosti. Pokouší se o to intenzivně přední výrobci elektroniky (Samsung, Google, Sony). Vyvíjí chytré čočky, které by zvládly obdobné funkce jako chytré brýle. Cílem je přeměnit kontaktní čočky ve funkční systém přidáním ovládacích a komunikačních obvodů, miniaturních antén, LED diod a dalších elektronických součástek. Měly by mít integrovaný displej, fotoaparát a v neposlední řadě celou řadu senzorů. Ty by se staraly především o detekci pohybu očí a mrkání. Displej by byl tvořen velkým množstvím diod umístěných přímo před povrch oka, který bude schopen dokreslovat do skutečného prostoru virtuální předměty. V cestě této myšlenky stojí ale stále spousta překážek, například systém napájení čočky či ochrana lidského oka před poškozením. „*I když koncept vypadá velmi lákavě, případní zájemci si budou muset ještě nějakou dobu na novinku počkat. Společnost Samsung si zatím nechala chytré čočky teprve patentovat a vývoj finálního produktu může i s ohledem na nároky na miniaturizaci všech komponent trvat klidně i několik let.*“ [25] Prototyp chytré kontaktní čočky je zobrazen na obrázku Obr. 3.8.



Obr. 3.8. Prototyp chytré kontaktní čočky [25]

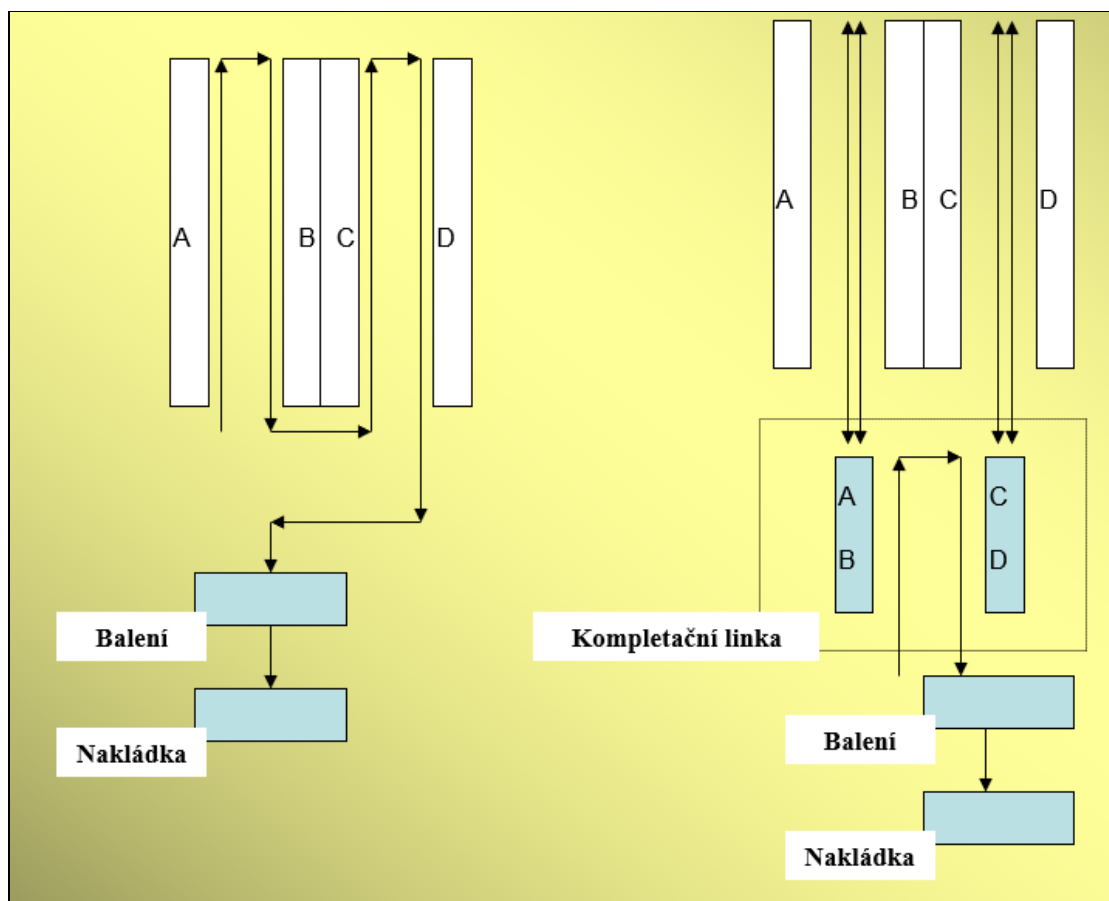
4 Typové příklady využití rozšířené reality

Využívání technologie rozšířené reality logistice má velký potenciál. Přibližně pětinu všech logistických nákladů představují náklady spojené se skladovacími činnostmi. Z těchto nákladů pak asi polovina přísluší na kompletační procesy a přípravu zboží k expedici. [26]

Ačkoliv je rozšířená realita teprve v raném stadiu vývoje, předpokládám, že najde větší uplatnění a využití v mnoha oblastech logistiky. V současnosti připravují nadnárodní společnosti možné aplikace tohoto nově vznikajícího trendu v různých částech dodavatelského řetězce. Například ve skladových operacích se nabízí využití rozšířené reality pro optimalizaci vychystávání, zaskladňování, balení a expedici. Základem všech aktivit spojených s rozšířenou realitou je software umožňující rozpoznávání objektů v reálném čase, který bude schopný číst identifikační kódy, navigovat uvnitř skladů a spolupracovat se systémem řízení skladu. Nejnovější trendy přivádí vývojáře k možnosti optimalizace provozu skladů, přepravy, maloobchodní distribuce zboží nebo služeb s přidanou hodnotou pomocí digitálních obrazových dat, jimiž lze rozšířit reálný obraz skutečnosti.

4.1 Vychystávání

V současnosti se většina skladů řídí při vychystávání objednávek pomocí poměrně zpátečnické metody nazývané „Pick by Paper“. Položky na objednávce jsou vychystávány pomocí seznamu na papíře. Tento proces je zdlouhavý, pomalý a náchylný k chybám. Navíc je povětšinou spojen s nákladným zaškolením pracovníků, který mají zabezpečit plynulost a efektivnost vychystávacího procesu. Schematický způsob vychystávání lze vidět na obrázku Obr. 4.1., kde je znázorněné přímé vychystávání ze skladových míst a vychystávání přes kompletační linku.



Obr. 4.1. Přímé vychystávání ze skladových míst a vychystávání přes kompletační linku [27]

4.1.1 Vychystávání „Pick by Voice“

Mezi první prvky rozšířené reality využívané ve skladování patří vychystávání hlasem nebo „Pick by Voice“. Jedná se o technologii rozeznávání hlasu. Uživatel svoji činnost potvrzuje hlasovými příkazy. Komunikační rozhraní mezi uživatelem a systémem je redukován na jednoduchý dialog. Místo vychystávacího seznamu nebo ručního scanneru je zaměstnanec vybaven náhlavní soupravou, a k ní připojen terminál, který ho hlasem navádí. Toto hlasové zařízení obdrží vychystávací zakázky přes bezdrátové připojení ze systému řízeného skladu, transformuje je do podoby hlasových příkazů a přenese je do náhlavní soupravy zaměstnance. Pracovník má díky náhlavní soupravě intuitivně k dispozici veškeré potřebné informace. Zároveň může oběma rukama realizovat úkony při manipulaci se zbožím. Instrukce vedeny ze sluchátka náhlavní soupravy navedou zaměstnance do správné uličky a k pozici ve skladu. Pořadí položek je systémem vygenerováno tak, aby se přesunem mezi zastávkami ušla co nejkratší vzdálenost. Když

je zaměstnanec na místě, přečte poslední čísla čárového kódu uskladněné jednotky SKU. Tím se ověří, že se nachází ve správné části skladu a regálu. Po potvrzení polohy a odpovídajícímu obsahu vyzvedávaného tovaru, zaměstnanec uskladněnou jednotku uloží na paletu a pokračuje k další položce dle hlasového příkazu. Hlasové příkazy mohou být zadávány v rodném jazyce každého zaměstnance, tím se odstraní komunikační bariéra, která v našich skladech za poslední léta vznikla. Na obrázku Obr. 4.2. jsou bezdrátová sluchátka s mikrofonem, pro vychystávání „Pick by Voice“.



Obr. 4.2. Bezdrátová sluchátka s mikrofonem [28]

Mezi jedny z představitelů, který vyvíjejí hlasové technologie je společnost Vocollect. Ti se hlasové problematice věnují již přes 20 let. Její systémy zvládají syntézu lidského hlasu ve třiceti světových jazycích včetně češtiny a jsou označovány jako tzv. “speaker-dependent“. To znamená, že každý nový uživatel nejdříve “naučí“ systémovou výslovnost potřebných hlasových povelů. Počet povelů jsou obvykle desítky a jejich “naučení“ zabere obvykle 10 až 20 minut. Tento čas se však bohatě vrátí při práci, kdy se velmi zřídka kdy stává, že systém odpověď uživatele nedokáže správně interpretovat a ten ji musí zopakovat. Takto vytvořený hlasový profil uživatele je uložen na serveru a po přihlášení uživatele k libovolnému terminálu je automaticky ze serveru aplikován.

Společnost Kodys, jeden z popředních systémových integrátorů v oblasti automatické identifikace a mobilních aplikací uvádí, že při implementaci technologie „Pick by Voice“ vzrostla produktivita práce o 10-15 %. Dále se zvýšila přesnost vychystávání na 99,9 % a rychlejším zaškolením obsluhy se snížily náklady na školicí procesy o 50 %. [29]

4.1.2 Vychystávání „Pick by Light“

Dalším způsobem využití rozšířené reality je vychystávání pomocí zobrazení dat na displeji, tzv. „Pick By Light“. Tento způsob vychystávání spočívá v poskytování pokynů od řídicího centra skladu přímo ke skladovému operátorovi, jenž se nachází v konkrétní určené sekci skladu, resp. skladové uličky. Pro tento účel se využívá jednoduchý elektronický displej v kombinaci s pochopitelně viditelným světelným značením. Pokud má pracovník vyzvednout určitý počet kusů z dané pozice, rozsvítí se u ní světlo a na displeji se ukáže, kolik jednotek je potřeba odebrat. Po odebrání pracovník obvykle stiskne tlačítko, čímž dá najevo, že zboží doopravdy vyzvedl a kontrolka, resp. displej zhasne. Tento systém se dá sofistikovaně doplnit fotobuňkou. Pracovník bude používat speciální náramek a systém zachytí a rozpozná, že v dané zóně byla jeho ruka. Výhodou tohoto systému je velká přesnost. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena kvůli nákladům na displeje a software. Využití tohoto systému nachází uplatnění u položek, které jsou drahé, nebo vypadají velmi podobně. Dále se jedná z větší části o menší položky, které je možné vyskladnit ručně a kde se nesmí stát chyby. Typickým příkladem jsou kosmetické a farmaceutické výrobky nebo spojovací materiál. Na obrázku Obr. 4.3. je znázorněn systém „Pick by Light“.



Obr. 4.3. Ukázka systému Pick by Light [30]

4.1.3 Vychystávání „Pick by Vision“

Další způsob využití rozšířené reality ve skladování je vychystávání zrakem, které se taky nazývá „Pick by Vision“. Kromě vychystávání ho lze využít na více pracovních postupů od manuálního výběru, třídění a řízení zásob, až po vyskladňování zboží. Efektivitu práce zvyšuje hands-free, který doplňuje displej inteligentních brýlí přenášející instrukce přímo do zorného pole zaměstnance. Pomocí 3D šipek aplikace navede zaměstnance k úložišti položky a ukáží na položku, která má být vychystaná. K dosažení stoprocentní bezchybnosti a zefektivnění pracovních postupů může být toto zařízení doplněno snímačem čárového kódu, kontrolou hmotnosti a jinými kontrolními moduly. Sada chytrých brýlí je zobrazena na obrázku Obr. 4.4. Díky zautomatizované činnosti skenování identifikačních kódů pracovník dokáže naskenovat vychystávanou položku a současně aktualizovat počet položek skladu v reálném čase. Získané informace se tedy bezproblémově integrují do Warehouse Management Systému. Mezi vývojáře této technologie lze zahrnout společnosti jako Knapp, SAP či Ubimax. [31] Aplikace „Pick by Vision“ je vhodná pro cvičení nových pracovníků. Ti se stávají samostatnými prakticky ihned po zaškolení.



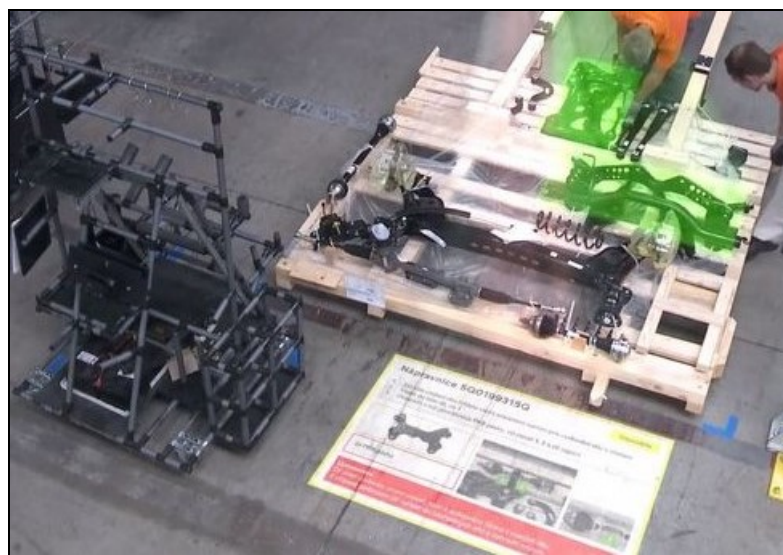
Obr. 4.4. Chytré brýle s terminálem [32]

Společnost Intel ve svém distribučním centru v Arizoně úspěšně aplikovala řešení xPick (metoda „Pick by Vision“) ve spolupráci s firmou Ubimax. Během dvouměsíčního pilotního provozu této technologie byly objednávky vychystávány jak tradičním

způsobem, tzn. ručními skenery („Pick by Paper“), tak za pomoci technologie „Pick by Vision“. Díky tomuto systému byla pozitivně ovlivněna rychlost sběru, chybovost, prostoje zaměstnanců a požadavky na jejich zaškolení. Společnost Intel snížila své KPI nazvané "pick time per box" o 29 %. Při využití této technologie byly vychystávací pracovníci rychlejší o 15 % a to bez potřeby jakéhokoliv tréninku (ve srovnání s technologií „Pick by Paper“). [33]

4.2 Příprava při expedici a balení

Rozšířená realita se využívá nejen při vychystávání ale taky při balení a kompletaci větších palet, kterých součástí je více dílů. Tyto postupy využívá Škoda Auto v Mladé Boleslavi na přípravu sady dílů na některé exportní trhy. Převážně se jedná o přípravu a expedici rozložených vozů pro zahraniční montážní závody. Laserová projekce určí správnou polohu dílů na paletě. Texty a obrázky pak názorně ukazují a vysvětlují, jak se mají konkrétní komponenty upevnit a ochránit před poškozením při přepravě. Během procesu balení se sada dílů určená k zabalení nejprve dopraví manipulační technikou na balicí pracoviště. Pracovník načte pomocí skeneru čárový kód dílu a laserové projektory osvětlí přesně dané místo na předem připravenou paletu, kam se má tento díl umístit. Systém rozpozná, když se naskenuje a umístí špatný díl. V tom případě systém pracovníka upozorní a vydá zvukové hlášení k opravě. Taky u tohoto způsobu využívání rozšířené reality se nemusí tisknout žádné dokumenty. Na obrázku Obr. 4.5. je ukázka ukládání dílů na paletu pomocí vidoemappingu.



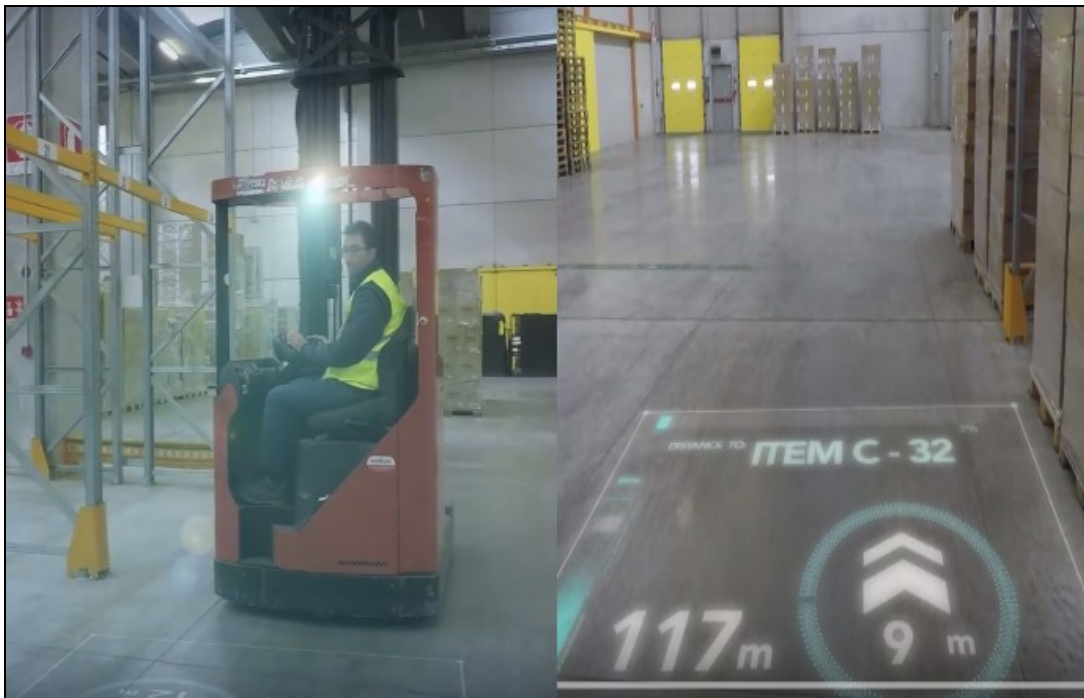
Obr. 4.5. Ukládání dílů pomocí vidoemappingu [34]

4.3 Přepravní procesy

Zvyšováním dostupnosti informačních technologií vede k optimalizaci přepravních procesů. Zvyšuje se efektivita, spolehlivost, bezpečnost a dostupnost nákladní přepravy. Využití rozšířené reality v tomto procesu můžeme najít v oblasti navigace ve skladech, kontroly úplnosti přepravovaného zboží, zahraničním obchodě, při navigaci řidičů a taky při způsobu uložení zboží při nakládce.

4.3.1 Navigace manipulační techniky ve skladech

O prostředky rozšířené reality nemusí být doplněny zaměstnanci (náhlavní souprava, HDM, a jiné) nebo regálové systémy („pick by light“), ale taky manipulační technika. Na obrázku Obr. 4.6. je retrak doplněný o projektor, který promítá instrukce a plán trasy na podlahu skladu. Tato rozšířená realita pomáhá obsluze při naskladňování nebo vyskladňování palet rychlou identifikací cílové skladovací pozice. Obsluhu manipulační techniky navede nejkratší trasou k požadované lokaci. Projektor zobrazí celkovou vzdálenost, vzdálenost k nejbližší odbočce, číslo uličky a číslo pole v regále. Po příjezdu ke konkrétnímu poli se zobrazí úroveň a přesná pozice v buňce, kam nebo odkud danou paletu uložit, resp. odebrat. Při odběru palety z regálu pak systém rozšířené reality navede pracovníka na koncovou pozici nebo ke správné expediční bráně.



Obr. 4.6. Navigace pomocí projekce [35]

4.3.2 Kontrola a navádění při nakládce

Kontrola úplnosti nákladu za pomoci ruční kontroly je velmi časově náročná. „Díky systémům rozšířené reality lze dosáhnout efektivnějšího „pick-upu“ díky zkrácení přepravní doby, detekci potenciálních poškozených předmětů a snadnější kontroly úplnosti balíků.“ [36]

S použitím HMD lze dosáhnout nejlepších výsledků. Obsah palet lze naskenovat pomocí čteček čárových kódů zabudovaných v HMD. Po kontrole správnosti, systém navede obsluhu manipulační techniky ke správné expediční bráně. Při nakládání nákladních vozidel ze zadu anebo z boku, přesně navede obsluhu k naskládání palet dle toho, v jakém pořadí se budou vykládat. Navádění je zobrazeno na obrázku Obr. 4.7. Dále se tento způsob navádění může využít pro rovnoměrné zatížení přepravovaného nákladu na nákladním vozidle. Obsluhu může prostředek rozšířené reality upozornit, že se jedná o křehké zboží, a tudíž je nutné s manipulovanou paletou zacházet opatrně.



Obr. 4.7. Navádění při nakládce [35]

4.3.3 Navigace v dopravě

Velkým problémem dnešní silniční dopravy (taky i tuzemské) jsou dopravní zácpy, které zabraňují plynulému toku fyzického zboží. Odhaduje se, že dopravní zácpa stojí průměrně každý evropský stát zhruba 1 % jeho hrubého domácího produktu ročně. [37]

Proto je důležité do budoucna přemýšlet o optimalizaci tras pro řidiče, aby k těmto prostojům při přepravě nákladů nedocházelo. K této optimalizaci lze využít technologie rozšířené reality, jako jsou chytré brýle či Head up displej (HUD), díky nimž si může řidič zobrazit informace o provozu v reálném čase. Lze očekávat že tyto systémy nahradí dnešní navigační systémy, jelikož při využití prostředků rozšířené reality nemusí řidič spustit oči z cesty. Všechny podstatné informace se zobrazí v jeho zorném poli. Tím zabrání snížení koncentrace a ztrátě pozornosti. „*Systémy rozšířené reality mohou být vybaveny též informačními displeji, které by zobrazovaly pro řidiče kriticky důležité informace, jakou jsou informace o jeho vozidle a nákladu (například při převozu potravin by se řidiči zobrazovala teplota nákladu).*“ [18]

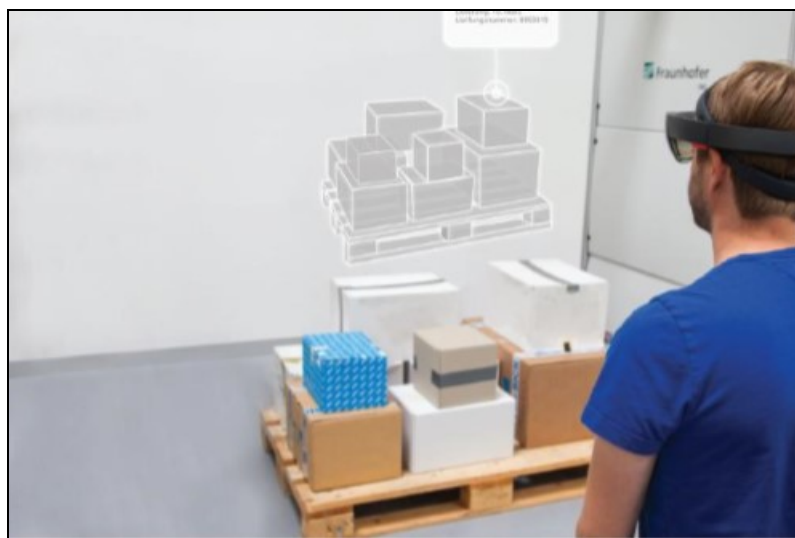
HUD, který jsem zmínil v minulém odstavci, představuje tzv. displej rozšířené reality v automobilech. Pokud chce řidič jet dle návodu GPS, musí se podívat na plochu obrazovku, kde je zobrazená mapa a získané informace si sám spojit s reálným světem, musí přesunout svůj pohled mezi obrazovku a silnici, tudíž si mentálně obrazy propojit. HUD rozšířené reality je zařízení, které zobrazuje na čelním skle informace (rychlost, otáčky, pokyny z navigace) přímo do zorného pole řidiče. Díky nástrojům rozšířené reality nemusí člověk vydávat tolik mentálního úsilí při využívání informací, může se soustředit plně na jízdu a nemusí se rozptylovat neustálým díváním se na plochu obrazovku, jako je znázorněno na obrázku Obr. 4.8. [38]



Obr. 4.8. Head up display [39]

4.3.4 Manipulace při přepravě kusového zboží

Mezi nejdůležitější problémy v přepravě kusového zboží, které se snaží podniky neustále zefektivňovat, patří v dnešní době proces nakládky/překládky/vykládky, který lze optimalizovat za pomoci využití rozšířené reality. Při této manipulaci se využívá HMD. Pracovník skladu díky technologii rozšířené reality nepotřebuje tištěné seznamy a pokyny k nákladu (tištěné nákladní listy). Například při překládce nákladu může pracovník skladu získat informace o tom, která zásilka (resp. celá paleta) se má být kam dopravena a kde přesně má být tato paleta umístěna ve vozidle. Systémy rozšířené reality zobrazují pokyny k nakládání (se zvýrazněnými body, šipkami atd.), zejména jak vhodně naložit náklad. Takovýto displej vyvinuli výzkumní pracovníci z Fraunhoferova institutu pro materiální tok a logistiku (Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics). Tyto informace jsou generovány buď v předstihu programovacím softwarem nebo na místě rozpoznáním objektu ad-hoc. Pracovníci skladu jsou tak schopni co nejefektivněji složit balíky na paletu, díky čemuž šetří místo, to vede k využití méně nákladních automobilů, což má pozitivní následek na životní prostředí. [40] Díky HMD se pracovníkům zobrazují informace o pracovních krocích, které mají vykonat, kam například umístit jednotlivé krabice, aby byly na paletách složeny co nejefektivněji, jako to můžeme vidět na obrázku Obr. 4.9. Tento systém tvoří hardware – chytré brýle od Microsoftu (Hololens), které jsou binokulární a zobrazují informace v zorném poli uživatele. Software vyvinul dříve zmíněný Institut Fraunhofer IML. Tento software stanovuje optimální plán stohování krabic a poté kontroluje výsledky pracovníků. Cílem procesu manipulace s krabicemi je minimalizovat mezery mezi nimi a co nejvíce využít plochu palety.



Obr. 4.9. HMD při ukládání krabic [40]

4.3.5 Distribuce zboží

Odhaduje se, že řidiči stráví 40 – 60 % svého času mimo distribuční centrum a sklady neřízením. Zaměstnávají je činnosti, které musí vykonat, aby byla zásilka správně a včas doručena zákazníkovi. Mezi tyto činnosti patří například lokalizování balíčku v jejich dodávce, který má být dodán dalšímu zákazníkovi. Při tomto procesu musí spoléhat hlavně na svou paměť. [31]

V budoucnu by řidič mohl obdržet konkrétní informace o balíčku tím, že by na něj namířil zařízením RR. Tyto informace by zahrnovaly typ přepravovaného zboží, hmotnost zásilky, adresu zásilky, informace o křehkosti zboží atd. Přístroj RR by pak mohl v reálném čase vypočítat požadavky na prostor pro každou zásilku, prověřit vhodný prázdný prostor ve vozidle a poté uvést, kam má být zásilka umístěna. Proces hledání by tedy byl mnohem pohodlnější a výrazně by urychlil doručení zásilky zákazníkovi a řidič by se mohl věnovat hlavní náplni své práce – řízení. [31]

„Mezi velkou výhodou systémů rozšířené reality patří potenciál snížení míry poškození obalu zásilky. K poškození obalů dochází například při potřebě řidiče využít další ruku k tomu, aby zavřel dveře u vozidla. V některých případech je řidič nucen dokonce položit balíček na zem, či přitisknou si jej pod paži, aby dokázal dveře od automobilu zavřít. Při využití zařízení RR by mohly být dveře u auta zavřeny tzv. „hands-free“, řidič by zadal pouze hlasový pokyn, provedl pohyb oka nebo hlavy.“ [18] Toho by mohl dosáhnout například za pomoci technologie, která se nazývá SixthSense. Technologie SixthSense (česky šestý smysl) byla vyvinuta firmou MIT a může být využita na vysokých školách, v supermarketech, ale například i v oboru logistiky. SixthSense je přenosné zařízení s gestovým rozhraním, které nám pomáhá sdílet digitální informace s fyzickým světem a využívat přirozená ruční gesta, což jednoduše řečeno znamená, že tato technologie nám pomáhá komunikovat s digitálními informacemi za pomoci využití našich přirozených ručních gest. Tento prototyp od MIT má v sobě zabudovaných spoustu aplikací, které demonstrují nebo ukazují užitečnost systému chovající se jako počítač, který má přístup k vašemu připojení ke cloudu a ke všem informacím uložených na webu. SixthSense umí rozpoznat objekty kolem nás, automaticky zobrazuje informace a umožňuje nám přístup k těmto objektům jakýmkoli způsobem, a to co nejjednodušším způsobem. Tato technologie je založena na rozpoznávání rukou, na snímání, zpracování obrázků a na manipulaci s obrázky atd. Za účelem zachycení zamýšleného vstupu uživatele fotoaparát

rozpozná a sleduje ruční gesta uživatele pomocí technik založených na počítačovém vidění. [41]

4.3.6 Doručení zboží

Zařízení rozšířené reality by též mohlo zabezpečit vyšší bezpečnost a vylepšit kvalitu kontaktu se zákazníky. Díky technologii rozpoznání obličeje by bylo možno jednoznačně identifikovat osobu, která má obdržet zásilku, aniž by musela předložit občanský průkaz. *„Snímek, který by byl pořízen, by obličej okamžitě díky zařízení rozšířené reality přiřadil ke konkrétní osobě ze zabezpečené databáze.“* [18] Jelikož je třeba ze zákona chránit osobní údaje svých zákazníků (směrnice GDPR), bylo by třeba nejdříve sehnat souhlas s tímto postupem od svých zákazníků. Proto by tato služba nebyla vhodná pro každodenní doručování běžných balíčků, spíše by byla vhodná pro doručení balíků s vysokou prioritou. Uživatelé by mohli tuto službu zabezpečení ocenit, jelikož je důvěryhodnější než předložení samotného občanského průkazu, či podpisu příjemce (kde může dojít často ke zneužití). [31]

4.3.7 Zahraniční obchod

„Tím, že stále více světových regionů ekonomicky prosperuje, vzrůstají dopravní toky též na těchto rozvíjejících se trzích. V průniku na tyto trhy mohou vidět velkou příležitost poskytovatelé logistiky. Problémem ale zůstává fakt, že legislativa a obchodní podmínky se odlišují po celém světě. Systémy pracující s rozšířenou realitou by mohly být přínosem zejména pro poskytovatele globálních obchodních služeb.“ [18] Například aplikace Google Translate dokáže přeložit v reálném čase text obchodního dokumentu (obchodní podmínky), či dokáže přeložit text na obalech produktu. Prostředky rozšířené reality by v budoucnu mohly zkontrolovat tištěnou obchodní dokumentaci, dokázaly by ji naskenovat a automaticky navrhnout změny tak, aby byly v souladu s obchodními podmínkami dané země. Zařízení s rozšířenou realitou naskenuje obchodní dokumenty nebo zboží a na základě toho zjistí nebo opraví přiřazení odpovídajícího kódu komodity. *„Systém rozšířené reality by tedy byl v budoucnu velkým přínosem při zajištění přepravy v souladu s příslušnými dovozními a vývozními předpisy dané země, nebo by byly nápomocné při správném vyplnění obchodní dokumentace.“* [31]

4.4 Plánování skladových prostor

Čím dál více se stávají sklady složitějšími částmi, jelikož poskytovatelé logistických služeb nabízejí nové služby s přidanou hodnotou pro své zákazníky. [36] Kromě skladování a distribuce se do skladů situují služby, jako jsou činnosti spojené s montáží dílů, označování výrobků, opravami či opětovným balením produktů.

Díky existenci těchto nových služeb, musí být sklady a distribuční centra přepracovány, k čemuž lze využít technologie rozšířené reality. Za pomoci AR lze navrhované budoucí úpravy vizualizovat v současném reálném prostředí skladu. Právě díky digitální prezentaci v reálném prostředí dokáže projektant skladu ověřit, zda budoucí změny „zapadnou“ na místo a zda přestavba bude realizovatelná. [31] To znamená, že 2D plány prostředí jsou převáděny do 3D prostředí, což nejenže urychluje proces plánování skladu, ale může docházet k redukci nákladů, jelikož díky této technologii lze zabránit chybám, které by jinak vznikly až při reálném fungování skladu. [36]

4.5 Montáž a servis

Poskytovatelé logistických služeb v posledních letech nabízejí svým zákazníkům i služby, které jim poskytují přidanou hodnotu a konkurenční výhodu oproti jiným firmám. Jedná se o služby jako jsou montáž a opravy. Společnost DHL nejenže shromažďuje komponenty od dodavatelů pro společnost AUDI, ale také sestavuje tyto komponenty do interiérových dveřních panelů, které jsou poté dodávány do výrobního závodu AUDI v Německu. To vyžaduje pro takové úkoly vysoce kvalifikované pracovníky a také složité zaškolování. [31] V budoucnu dokáže RR školit a pomáhat zaměstnancům při sestavování takovýchto produktů, což může vést dlouhodobě ke snížení nákladů. Pracovníci by za pomoci zařízení rozšířené reality (např. chytré brýle se speciálním softwarem) byli schopni vidět posloupnost pokynů pro správný postup provádění montáže. Tím, že by informace viděli ve svém zorném poli, jejich ruce by zůstaly volné pro potřebné pracovní úkony. Systém s prostředky rozšířené reality by zároveň mohl kontrolovat provedení každého pracovního kroku a zjišťovat tak chyby v montážním procesu. To znamená, že by technologie mohla nabídnout možnosti, jak odstranit případnou chybu, která při montáži může nastat. [18]

4.6 Zaškolení pracovníků

Podíl pracovníků v distribučních centrech, kteří pracují pouze přes sezónu v období Vánoc je 11 % až 18%. Těmto pracovníkům se říká dočasný pracovník a jedná se převážně o studenty a lidi, který si brigádou chtějí přivydělat. Každý takový brigádník by měl být proškolen a zaučen stejně, jako ten, který pracuje na té samé pozici po delší dobu. Zaškolení vede k prodloužení vychystávací doby a k následnému zvýšení nákladů. Technologie rozšířené reality může urychlit dobu nástupu těchto pracovníků tím, že je provede jejich první směnou, kdy díky tomuto provedení je potřeba menšího času stráveného školením těchto zaměstnanců. [36] Díky technologiím rozšířené reality jsou na pracovníky kladeny menší nároky na znalosti a zkušenosti. To vede ke zvýšení efektivity lidského výkonu. Při úrovni nezaměstnanosti v České republice, kdy tato míra ke konci rok 2018 dosahovala hranici 2,0 %, je obrovský problém najít kvalitního pracovníka. [42] Mnoho firem proto využívá služeb cizinců. Tito zahraniční pracovníci často neovládají český jazyk a taky nejsou kvalifikováni v oboru. Technologie rozšířené reality proto lze využít taky ve skladech ve snaze odstranit jazykovou bariéru. Základní jednoduché pokyny mohou dostávat ve svém rodném jazyce, tudíž je málo pravděpodobné že by instrukce, kterými je systém navádí nepochopili. Pomocí chytrých brýlí si zaměstnanec dokáže přeložit nápisy do svého rodného jazyka v reálném čase. Je otázka času, kdy budou chytré brýle překládat mluvené slovo na titulky zobrazované do brýlí.

5 Hodnocení přínosu

Na základě obeznámení se s danou problematikou, shrnutí užívaných standardů, získání poznatků z oblasti informačních systémů, řízení skladů a používání rozšířené reality, mohu nabídnout řešení pro zlepšení logistických procesů v nadnárodní společnosti s více než dvacetiletým působením na Českém trhu. Činnost firmy se zabývá prodejem, dodávkou a montáží regálových systémů všech typů; policové, paletové, konzolové regály, a to ve stacionárním i pojízdném provedení, vícepodlažní sklady a skladové plošiny. V této společnosti jsem zaměstnán jako projektant a částečně i prodejce již čtvrtým rokem. Sídlo firmy je ve středočeském kraji a zaměstnává 26 zaměstnanců. Tržby za rok 2018 činily necelých 600 mil. [Kč].

5.1 Popis stávajícího stavu

Kromě kancelářských prostor slouží k uspokojení poptávky zákazníků sklad o rozloze 3000 [m²]. V něm je uskladněno přes 300 druhů položek, pomocí kterých lze vybavit skladovací haly paletovými regály o kapacitě desetitisíců paletových míst a taky několik desítek kilometrů policových regálů.

Díly paletových regálů můžeme rozdělit dle zátěže skladovaných palet na tři základní části. Na díly lehké (do 500 [kg/paletové místo]), díly středně těžké (do 1000 [kg/paletové místo]) a díly těžké (nad 1000 [kg/paletové místo]). Pomocí těchto dílů lze sestavit stovky metrů řad paletových regálů s výškou od 2,5 až 10 [m].

Díly policových regálů slouží k sestavení regálů o délce 1000 [mm] nebo 1300 [mm], hloubky 300, 400, 500, 600 [mm] a výškou od 2 do 5 [m].

Kromě dílů potřebných k montáži regálů se ve skladu nachází příslušenství k regálům, jako jsou ochranné prvky regálů (ochrany rámů, zadní dorazy palet), výplně ukládacích úrovní (dřevotřískové desky, drátěné police, plechové lamely) a výztužné prvky pro opravu poškozených částí regálů.

Ve skladě pracují 3 zaměstnanci a mají na starosti výdej prodaných dílů. Počet denních výdejů závisí od celkové hmotnosti prodaných dílů a množství prodaných zakázek. Celkové množství nesmí přesáhnout 30 000 [kg] a výdejů nesmí být víc než 30 za den. Tyto pravidla se nastolila již na začátku fungování skladu před více než dvaceti lety.

Hlášení výdejů je zaznamenáváno do tabulky Excelu. Vychystávání probíhá pomocí metody „pick by paper“ a tady vznikají největší komplikace. Pro kontrolu skladového hospodářství jsou využívány tištěné výdejky, které se zpětně zadávají do podnikového systému. Pracovníci skladu se během výdeje pohybují a řídí intuitivně. Pozice vyhledávaných položek si díky nízké fluktuaci zaměstnanců, z větší části pamatují. Nejčastějším problémem je záměna spojovacího materiálu, který je kromě velikosti a typu (dle ISO) rozdělen taky podle třídy pevnosti. Zaměňují se vějířové matice za matice s pojistným kroužkem, šrouby se šestihrannou hlavou za šrouby s vnitřním imbusem anebo nízko pevnostní šrouby za vysoko pevnostní šrouby. Kromě toho se často zaměňují nosníky s vysokou nosností za nosníky s nízkou nosností. Při těchto záměnách dochází k častým reklamám. Pokud si to koncoví zákazník včas všimne, je okamžitě zjednaná náprava a dodán správný materiál ideálně ještě během montáže. To vede k zvyšování nákladů na dodatečnou přepravu. Může se ale stát, že ani zákazník ani proškolený montážní pracovník si rozdíl v dodaných dílech nevšimne. Po smontování pak hrozí k přetížení regálové soustavy, co může mít za následek poškození majetku a zdraví pracovníků. Podobným devastačním následkům, které vznikají chybným vyskladněním by se dalo předejít implementací WMS.

5.2 Návrh řešení s využitím modulů pro podporu řízeného skladu

V současnosti firma využívá informační služby SAP pro finanční účetnictví a controlling. SAP má kromě toho další moduly, které podporují řídit provoz celé organizace. Moduly, které by zlepšily chod skladu jsou především modul WM (Warehousing Management) týkající se skladového hospodářství a modul SD (Sales and Distribution) využívaný v oblasti prodeje a expedice.

5.2.1 SD modul

SD modul systému SAP zahrnuje veškeré informace týkající se zákazníka a služeb. Zabývá se dopravou, prodejem a poskytováním zboží a služeb. Usnadňuje procesy zahrnující objednání, dodání, fakturaci, dokumentaci odchozích dodávek apod. [43]

SD modul představuje především příjem a zpracování požadavků od zákazníků. S tímto modulem bude možné sledovat každý objednaný produkt z centrálního skladu výroby,

který se nachází v Belgii přes doplnění dílů v Čechách až po dodání ke koncovému zákazníkovi.

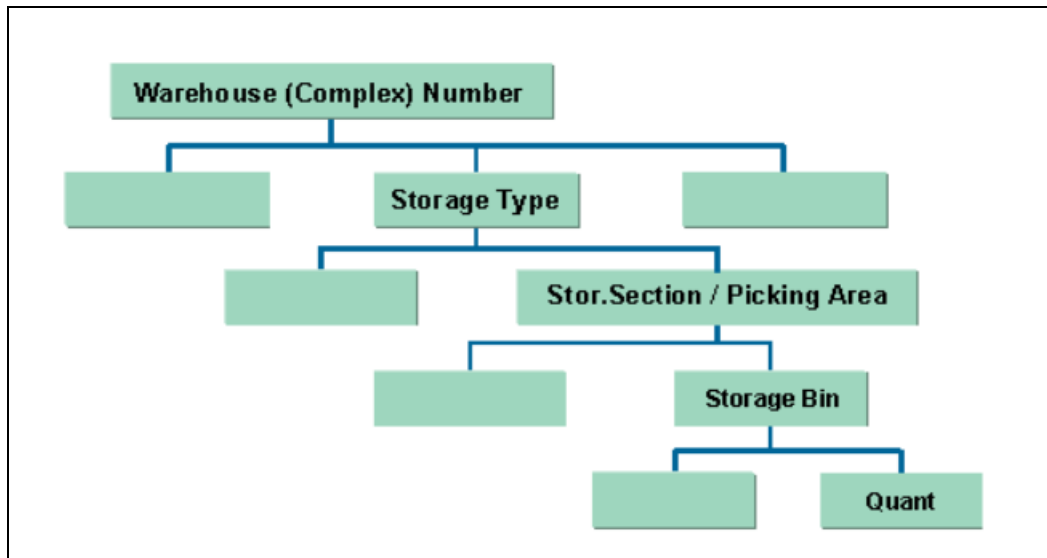
5.2.2 WM modul

WM modul (resp. WMS modul) od IS SAP představuje automatizovanou podporu ve zpracování pohybů zásob. Umožňuje využití technologií automatické identifikace a zpracování všech logistických procesů, které ve skladu probíhají. Mapuje a řídí stav zásob, optimalizuje využití úložného prostoru skladu a poskytuje přehled veškerého množství materiálu ve skladu. Díky tomu lze vždy přesně určit, kde ve skladu se jaký materiál právě nachází. WM modul lze charakterizovat těmito znaky:

- Management skladových míst – WMS mapuje skladové pozice jak v paletových a konzolových regálech, tak hromadné ukládání materiálu na volné ploše
- Pohyb zboží – lze podpořit a zpracovat všechny pohyby, které ve skladu probíhají. Do toho patří příjem a výdej zboží, přeskladnění, automatické doplňování, správa pohybů nebezpečného materiálu, zpracování skladových rozdílů aj.
- Plánování a monitorování – poskytuje přehled zásob a jejich pohybů.
- RFID a technologie identifikačních kódů – vede k zvýšení efektivity integrací technologie automatické identifikace.

5.2.3 Postup implementace WMS

Pro implementaci WMS (řízeného skladu) do „našeho“ skladu je nutné definovat skutečnou strukturu fyzického skladu, aby odpovídala předem dané struktuře, která je znázorněna na obrázku Obr. 5.1.



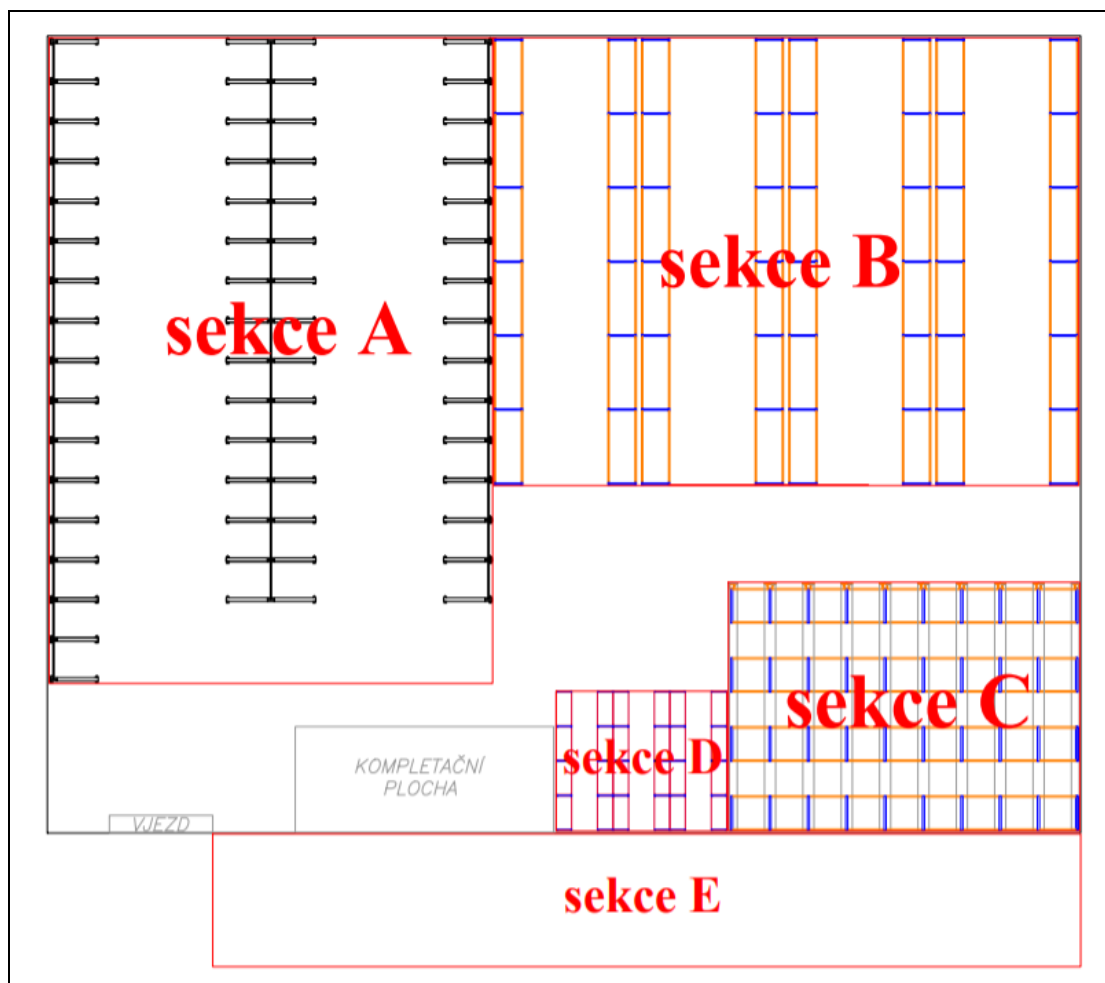
Obr. 5.1. Hierarchická struktura WMS skladu v SAP [44]

Struktura skladu je hierarchická a definují jí:

- Číslo skladu – definuje celý fyzický sklad, resp. skladový komplex. V našem případě se definuje pouze jedním číslem, protože v České republice máme pouze jeden sklad.
- Typ skladu – představuje konkrétní skladové prostory, jednotlivé budovy nebo vymezené areály na které se fyzický sklad dělí. Sklad může být taky rozdělen na skladové sekce. V našem případě bych navrhoval rozdělit:
 - skladování v konzolových regálech na sekci A,
 - skladování v paletových regálech na sekci B,
 - skladování ve vjezdových regálech na sekci C,
 - skladování v policových regálech na sekci D,
 - skladování na volné ploše na sekci E.
- Skladové místo – označení pro úložné místo v každé skladové sekci pro uložení určitého zboží (ulička, pořadí buňky, skladovací úroveň)
- Kvant – rozděluje skladové místo. V našem případě pouze u paletových a policových regálů (levý kraj, prostředek, pravý kraj). Kvanty pomáhají dělit materiál uložený na skladovém místě např. dle šarže.

Návrh struktury skladu, který jsem rozdělil na sekce, lze vidět na obrázku Obr. 5.2. Specifikovanou strukturou se pevně řídí celý systém a jeho programy. Díky tomu může

implementovaný WMS podporovat i chaotický způsob skladování, jako to je v našem skladě bez použití ABC analýzy.



Obr. 5.2. Struktura skladu – rozdělení na sekce [Zdroj: vlastní]

Dalším potřebným úkonem, který by byl při zavedení WMS do našeho skladu potřebný, je rozmístění aktivních Wi-Fi prvků pro pokrytí signálu z mobilních terminálů. Dále by bylo potřebné připravit vzhled interních identifikačních štítků používaných v rámci skladu a externích štítků lepených na zboží odesílané odběratelům. Interní etikety označují skladová místa a lokace. Tyto etikety by bylo potřebné vylepit na příslušné lokace. Tisk samolepících etiket se provádí pomocí termotransferových tiskáren. Pro práci ve skladu bych doporučil metodu „pick by vision“. K tomu by byl zapotřebí HMD s vestavěnou čtečkou kódů a přístupem k WMS. Zařízení HMD jsem popsal v kapitole 3.5. HMD by využívali zaměstnanci jak pro vyskladňování spojovacího materiálu pomocí ruční manipulace, tak obsluha manipulační techniky pro manipulaci s těžkými balíky.

5.3 Popis procesů ve WMS s využitím rozšířené reality

Při popisu skladovacích procesů ve WMS, začnu příjmem materiálu, který probíhá denně v různém rozsahu od jedné palety až po několik kamionů. Příjem nového zboží je hlášen před začátkem směny. Po příjezdu přepravce, načte obsluha skladu pomocí čtečky integrované do HMD čárový kód příjmového dokladu. Tím se do systému načtou veškeré položky se základními informacemi (identifikace závodu, číslo objednávky, číslo materiálu, celkové množství atd.) Následovat bude kontrola načtených položek, znova pomocí čtečky integrované v HMD. Po úspěšné kontrole se materiál přesune z příjmové oblasti do předem určené skladové sekce. Pracovník je naváděn nejkratší trasou ke správnému skladovému místu a konkrétnímu kvantu. Po uložení materiálu naskenuje čárový kód nalepený na konstrukci regálu (v případě volné plochy na stojánku o materiálu). To vše pomocí naváděcích šipek zobrazovaných v HMD. Dokončení příjmu a potvrzení skladového příkazu se provede až po zaskladnění všech položek z příjmového dokladu. Tím se zajistí, že navýšení zásob bude viditelné až poté, co budou zásoby fyzicky umístěny na své předem dané pozici.

Při výdeji materiálu lze postupovat obráceně než při příjmu. Po vygenerování skladového příkazu se seznam vydávaných položek zašle obsluze skladu a ta se řídí pomocí instrukcí, které dostává do svého HMD. Logika řazení položek bude nastavená podle velikosti a hmotnosti zboží od největších až po ty nejmenší. Na základě velikosti zboží dostane obsluha povel, který manipulační prostředek má použít. Následně se obsluha přesune nejkratší trasou do konkrétní sekce, skladovému místu a kvantu. Naskenuje čárový kód odebírané položky a odebere potřebné množství. Odebranou položku odveze do prostoru určeného k balení a výstupní kontrolu. Takto postupuje až k poslední položce. Když je seznam vydávaných položek kompletní, lze provést vizuální kontrolu vyskladněných položek. Po úspěšné kontrole následuje balení a naložení na nákladní automobil.

V případě větších objemů výdejů (≈ 10 [t]) by bylo možné přemýšlet nad využitím HMD taky pro uspořádání a uložení materiálu na kamion. Takových výdejů je však málo. Většinou se využívají svozové přepravy, u kterých se bojuje s nedostatkem místa. V těchto případech se lze spolehnout na schopnosti a zkušenosti obsluhy.

Velkou výhodou zavedeného WMS je možnost provádět průběžnou on-line inventuru skladu. Pomocí HMD může operátor provádět kontrolu skladu proti systému při běžném provozu. Na základě zaslaných informací o skladovém místě hned zkontroluje skutečný

stav položek, které se na daném kvantu nachází. Souhlas, resp. nesouhlas s počtem kusů v systému dá pohybem hlavy.

5.4 Technické a ekonomické zhodnocení

V mém okolí je spousta menších společností, které dodnes preferují využití lidské intuice před automatickými mechanismy informačních systémů jako je WMS. Souhlasím, že lidský úsudek je v některých situacích často přesnější než automatizovaný systém. Je ale potřebné si uvědomit, že každá firma, která vystaví své logistické procesy na bázi lidské intuice a zkušenosti se stává závislou na konkrétních zaměstnancích. Jakmile jsme okolnostmi přinuceni takového člověka z pracovního procesu vynechat, nastává částečná, nebo naprostá paralýza procesu. V tomto spočívá možná nejvýznamnější přínos WMS. Pokud přijmu nového skladníka do přehledně označeného skladu a nasadím mu na hlavu HDM, tento člověk je schopen téměř okamžitě začít pracovat s velkou mírou přesnosti a dostatečnou rychlostí.

Celkové řešení zavedení WMS s využitím prostředků rozšířené reality představuje zefektivnění a zrychlení logistických procesů ve skladování. Zlepšila by se organizace práce, aniž by bylo nutné razantně měnit stávající způsob skladování. Zachoval by se taky způsob regálového systému stejně jako veškerá manipulační technika. Mnoho postupů díky WMS a rozšířené realitě by zcela odpadlo, jako je například tištění prováděcích dokumentů, procesy spojené s meziskladováním aj. Nové řešení by evidovalo v systému čísla šarží nebo dávek. Ty by v případě, kdyby přijely díly s nedodrženou technologií svařování, byly lehce dohledatelné nejen v našem skladě, ale taky kde všude u zákazníků byly instalované. Technické zhodnocení můžeme shrnout do těchto bodů:

- urychlení procesů příjmu a vyskladnění,
- optimalizace využití skladovacích kapacit,
- zpřesnění vychystání zboží vedoucí ke snížení procenta chybných dodávek,
- přesné informace o vykrytí,
- snížení počtu reklamací vznikající nekompletním výdejem,
- snížení nákladů na tisk a papír,
- snížení závislosti na lidském faktoru,
- dohledatelnost skladových položek.

Zavedením WMS s využitím rozšířené reality by se ale výrazně promítlo do ekonomiky firmy. K jednorázovým vstupním nákladům vynaložených k zavedení WMS + AR patří:

- pořízení licence WM od IS SAP,
- pořízení Wi-Fi vysílačů,
- pořízení tiskáren štítků,
- tisk a nalepení nových štítků,
- pořízení HMD a paměťových karet pro ukládání dat aplikace,
- náklady na zaškolení uživatelů

Obráceně by se ale snížily náklady na mzdy obsluhy skladu. V případě zavedení WMS doplněné o HMD, snížil by se počet skladníků díky zefektivnění pracovních procesů ze tří na dvě osoby.

V případě rostoucí ekonomiky a zvyšováním prodeje, bychom mohli ponechat stávající stav tří skladníků a zvýšili bychom denní výdej materiálu o polovinu na 45 [t/den].

Závěr

Rozšířená realita se brzy stane součástí každodenního života. Její obliba roste nejen v marketingu, školství nebo medicíně, ale taky v průmyslových podnicích při řešení běžných úkolů. Proto není divu, že se s ní budeme potkávat čím dál víc i v různých logistických procesech. Nejenom že ukáže směr a možnosti k uskutečnění určitých procesů, ale dokonce pohlídá a potvrdí správnost úkonu a navede uživatele k dalšímu kroku. Využití najde ve skladování, manipulaci, balení, anebo v dopravě.

Cílem diplomové práce bylo podat ucelený pohled na problematiku skladovacích procesů a demonstrovat možnosti optimalizace těchto procesů s využitím plánování podnikových zdrojů (ERP). Tento informační systém byl podrobněji popsán a bylo demonstrováno, kam všude v podniku ho lze implementovat pro zefektivnění pracovních činností. Dále byl zpracován popis systému řízeného skladu, jak napomáhá s optimalizováním skladovacích procesů. Tyto procesy pak byly popsány z pohledu prostředků rozšířené reality.

Dílním cílem práce byl návrh využívání prostředků rozšířené reality v konkrétním skladu řízeným WMS. Z hodnocení plyne, že přínosy využívání těchto prostředků se mohou dostavit okamžitě sníženou chybovostí, zrychlením příjmu a výdeje nebo využíváním skladovací kapacity.

Zpracování diplomové práce mi pomohlo pochopit problematiku skladového hospodářství a nutnost modernizace zastaralých a zažitých skladovacích procesů. Veškeré informace a zkušenosti získané během tvorby práce budou jistě významným přínosem pro budoucí profesní rozvoj.

Seznam použité literatury

- [1] GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5
- [2] PERNICA, Petr. Logistika pro 21. století: (Supply chain management). Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.
- [3] ROLÍNEK, Ladislav. Procesní management: vybrané aspekty. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta, 2008. ISBN 978-80-7394-148-2.
- [4] GROS, Ivan. Skladovací systémy. [prezentace]. Ústav ekonomiky a řízení chemického a potravinářského průmyslu VŠCHT Praha. 2017
- [5] EDI Basics. What is EDI (Electronic Data Interchange) [online]. 2019 [cit. 20.03.2019]. Dostupné z: <https://www.ccv.cz/orion/co-je-edi/>
- [6] Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci. In: *Sbírka zákonů*. [online]. 2019 [cit. 24.03.2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-178#prilohy>
- [7] PIASECKI, Dave. Order Picking: Methods and Equipment for Piece Pick, Case Pick, and Pallet Pick Operations [online]. 2019 [cit. 10.03.2019]. Dostupné z: https://www.mmh.com/wp_content/isd_wp_success_in_order_picking_100913.pdf
- [8] VYMĚTAL, Dominik. Informační systémy v podnicích: teorie a praxe projektování. Praha: Grada, 2009. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-3046-2.
- [9] MAREŠ, Jaroslav. Podnikové informační systémy a DP: kurzy. Plzeň: SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-05-7.
- [10] Svět produktivity. MRP [online]. 2012 [cit. 29.03.2019]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/MRP.htm>
- [11] MOLNÁR, Zdeněk. *Podnikové informační systémy*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-03079-2.

- [12] SODOMKA, Petr a Hana KLČOVÁ. Český trh ERP zrychlil růst. *SystemOnLine* [online]. Praha, 2012 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/erp/cesky-trh-erp-zrychlil-rust.htm>
- [13] MELZER, Jiří. Kam se bude ubírat vývoj ERP systémů?. *IT Systems*. 2017, **19**(12), 2.
- [14] None Cloud. Cloud Server Archives [online]. 2018 [cit. 15.04.2019]. Dostupné z: <https://none.cloud/top-erp-system-on-earth/>
- [15] KARAT Software. ERP systém KARAT [online]. 2018 [cit. 10.04.2019]. Dostupné z: <https://www.karatsoftware.cz/erp-karat>
- [16] GEFEX. Ce este un sistem wms si ce avantaje prezinta [online]. 2019 [cit. 19.04.2019]. Dostupné z: <https://gefex.ro/blog/ce-este-un-sistem-wms-si-ce-avantaje-prezinta/>
- [17] AZUMA, Ronald. T. A Survey of Augmented Reality [online]. 2001 [cit. 22.03.2019]. Dostupné z: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- [18] MIŽDOCHOVÁ, Irena. Nový trend na obzoru: rozšířená realita v logistice. *IT Systems*. 2014, **16**(9), 4.
- [19] AVOLA, Danilo a Luigi CINQUE. A Practical Framework for the Development of Augmented Reality Applications by using ArUco Markers [online]. 2016 [cit. 21.04.2019]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Practical-Framework-for-the-Development-of-by-Avola-Cinque/58a7a6aeda19cafadc8f16ae65068593f3bac9ba3>
- [20] SINGH, Hemendra. What is Augmented Reality? – Types of AR and Future of Augmented Reality [online]. 2018 [cit. 26.04.2019]. Dostupné z: <https://dev.to/theninehertz/what-is-augmented-reality--types-of-ar-and-future-of-augmented-reality--1en0>
- [21] ResearchGate. Example of markerless AR [online]. 2019 [cit. 26.04.2019]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/example-of-markerless-AR_fig2_332543647
- [22] Wikidot. Head-mounted display (AR) [online]. 2013 [cit. 26.04.2019]. Dostupné z: <http://runtian-huang.wikidot.com>

- [23] SEDLÁK, Jan. Google Glass jsou zpět. Nové chytré brýle už nějakou dobu tajně používají firmy [online]. 2017 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/aktuality/google-glass-jsou-zpet-nove-chytre-bryle-uz-nejakou-dobu-tajne-pouzivaji-firmy/>
- [24] KASÍK, Pavel. Nové chytré brýle vypadají překvapivě normálně. Do oka vám kreslí laser [online]. 2018 [cit. 28.04.2019]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/technet/pc-mac/intel-vaunt-chytre-bryle.A180207_135759_hardware_pka
- [25] Novinky. Chytré kontaktní čočky nabídnou rozšířenou realitu [online]. 2016 [cit. 28.04.2019]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/internet-a-pc/hardware/400544-chytre-kontaktni-cocky-nabidnou-rozsirenou-realitu.html>
- [26] DE KOSTER, René, LE-DUC, Tho and Kees Jan ROODBERGEN. Design and control of warehouse order picking: a literature review. [online]. 2007 [cit. 30.03.2019]. Dostupné z: <http://roodbergen.com/publications/EJOR2007.pdf>
- [27] GROS, Ivan. Kompletace. [prezentace]. Ústav ekonomiky a řízení chemického a potravinářského průmyslu VŠCHT Praha. 2017
- [28] OPTISCAN. Pick-by-voice [online]. 2019 [cit. 25.04.2019]. Dostupné z: <https://www.optiscangroup.com/solutions/warehouse-solutions/pick-by-voice>
- [29] KODYS. Technologie hlasového rozpoznávání (tzv. voice recognition) [online]. 2019 [cit. 25.04.2019]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/technologie/hlasove-technologie-pick-by-voice>
- [30] ATOX. Pick-to-light [online]. 2019 [cit. 25.04.2019]. Dostupné z: <http://www.atoxgrupo.com/website/en/automated-warehouse-systems/pick-to-light>
- [31] GLOCKNER, Holger et al. Augmented reality in logistics. [online]. 2019 [cit. 25.04.2019]. Dostupné z: http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi_augmented_reality_report_290414.pdf
- [32] Material handling 247. Picavi Pick-By-Vision Smart Glasses. [online]. 2019 [cit. 25.04.2019]. Dostupné z: https://www.materialhandling247.com/product/pick_by_vision_smart_glasses
- [33] openPR. Intel Achieves 29% Efficiency Increase with Ubimax Vision Picking Solution xPick [online]. 2017 [cit. 25.04.2019]. Dostupné z:

<https://www.openpr.com/news/494490/Intel-Achieves-29-Efficiency-Increase-with-Ubimax-Vision-Picking-Solution-xPick.html>

[34] AutoRoad.cz. Rozšířená realita & videomapping: Sklady Škoda Auto začínají připomínat sci-fi [online]. 2019 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://autoroad.cz/zajimavosti/95755-rozsirena-realita-videomapping-sklady-skoda-auto-zacinaji-pripominat-sci-fi>

[35] Hyperindustry. Towards the Smart Warehouse: Logistics 4.0 with Augmented Reality [online]. 2019 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <http://hyperindustry.inglobetechnologies.com/towards-the-smart-warehouse-logistics-4-0-with-augmented-reality/>

[36] BEAUSEJOUR Jasmyn. Augmented reality: a game-changer for the logistics of tomorrow [online]. 2017 [cit. 25.04.2019]. Dostupné z: <http://hyperindustry.inglobetechnologies.com/towards-the-smart-warehouse-logistics-4-0-with-augmented-reality/>

[37] European commission. Transport 2050: The major challenges, the key measures [online]. 2018 [cit. 25.04.2019]. Dostupné z: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-11-197_en.htm

[38] PORTER, E. Michale and James E. HEPPELMANN. Why Every Organization Needs an Augmented Reality Strategy [online]. 2017 [cit. 30.04.2019]. Dostupné z: <https://hbr.org/2017/11/a-managers-guide-to-augmented-reality#why-every-organization-needs-an-augmented-reality-strategy>

[39] Texas Instruments. Automotive chipsets – Head up display [online]. 2019 [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <http://www.ti.com/dlp-chip/automotive/applications/head-up-display-hud.html#>

[40] Fraunhofer. Stacking goods with an optical head-mounted display [online]. 2018 [cit. 07.03.2019]. Dostupné z: <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2018/May/stacking-goods-with-an-optical-head-mounted-display.html>

[41] SHIVJI, Allan and Neeta Baliram PATIL. *Sixth sense technology: Applocations and comparison*. In: *2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)*. 2017. s. 433-436. ISBN 978-1-5090-5257-8

[42] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Zaměstnanost, nezaměstnanost [online]. 2019 [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/zamestnanost_nezamestnanost_prace

[43] SAP Community. What is SAP SD – Sales and Distribution Module [online]. 2017 [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: <https://wiki.scn.sap.com/wiki/display/ABAP/What+is+SAP+SD+Sales+and+Distribution+Module>

[44] SAP. Warehouse Structure in the Warehouse Management System [online]. 2019 [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: https://help.sap.com/saphelp_globext607_10/helpdata/en/c6/f838d24afa11d182b90000e829fbfe/content.htm?no_cache=true

Seznam obrázků

- Obr. 1.1. Základní logistické procesy ve skladu
- Obr. 1.2. Struktura toku zboží ve skladu
- Obr. 1.3. Struktura příjmového procesu
- Obr. 1.4. Graf manipulačních procesů
- Obr. 1.5. Energetický výdej při ruční manipulaci
- Obr. 1.6. Časová náročnost vybraných logistických činností
- Obr. 2.1. Zjednodušené schéma MRP
- Obr. 2.2. Podíl ERP systémů v ČR v roce 2011 v podnicích podle počtu zaměstnanců
- Obr. 2.3. Struktura dodavatelů SW ERP mezi velkými podniky
- Obr. 2.4. Modulární struktura ERP systému
- Obr. 2.5. Proces expedice
- Obr. 2.6. Znázornění WMS systému
- Obr. 3.1. Některé typy používaných markerů
- Obr.3.2. 3D obrázek po nasnímání markeru
- Obr. 3.3. Rozšířená realita bez využití markerů
- Obr. 3.4. Head-Mounted Display
- Obr. 3.5. Koncepční diagram HMD
- Obr. 3.6. Google glass
- Obr. 3.7. Brýle Vaunt
- Obr. 3.8. Prototyp chytré kontaktní čočky
- Obr. 4.1. Přímé vychystávání ze skladových míst a vychystávání přes kompletační linku

- Obr. 4.2. Bezdrátová sluchátka s mikrofonem
- Obr. 4.3. Ukázka systému Pick by Light
- Obr. 4.4. Chytré brýle s terminálem
- Obr. 4.5. Ukládání dílů pomocí videomappingu
- Obr. 4.6. Navigace pomocí projekce
- Obr. 4.7. Navádění při nakládce
- Obr. 4.8. Head up displa
- Obr. 4.9. HMD při ukládání krabic
- Obr. 5.1. Hierarchická struktura WMS skladu v SAP
- Obr. 5.2. Struktura skladu – rozdělení na sekce

Seznam použitých zkratek

AR	- Augmented Reality
CRM	- Customer relationship management
DMS	- Document Management System
EDI	- Electronic Data Interchange
ERP	- Enterprise Resource Planning
FEFO	- First Expired First Out
FIFO	- First In First Out
GPS	- Global Positioning System
HMD	- Head-Mounted Display
HUD	- Head Up Displej
KLT	- Kleinladungsträger
LBS	- Location-Based Service
LIFO	- Last In First Out
MRP	- Material Requirements Planning
MRP II	- Manufacturing Resource Planning
POI	- Point Of Interests
RFID	- Radio Frequecy IDentification
SAR	- Spatial Augmented Reality
WMS	- Warehouse Management Systému

Autor (vypracoval)	Bc. Peter Rajnič
Název BP/DP	Skladovací procesy z pohledu rozšířené reality
Studijní obor	Logistika
Rok obhajoby DP	2019
Počet stran	73
Počet příloh	-
Vedoucí DP	doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým
Oponent DP	
Anotace	Diplomová práce je zaměřena na využití rozšířené reality v logistických procesech ve skladování. Podává ucelený pohled na využívání informačních systémů v logistice s možností doplnění o WMS. V rámci zpracování tématu je představeno více produktů rozšířené reality a jejich možného využití v systému WMS. Jedním z cílů práce je popsat postup možného zavedení WMS do stávajícího skladu a zhodnotit jeho přínos.
Klíčová slova	Logistické procesy, skladování, manipulace, plánování logistických procesů, systém řízeného skladu, rozšířená realita.
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	