

Optimizacija logističkih operacija automatizacijom

Tokić, Matej

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:545085>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-15**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Matej Tokić

OPTIMIZACIJA LOGISTIČKIH OPERACIJA
AUTOMATIZACIJOM

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

MATEJ TOKIĆ

**OPTIMIZACIJA LOGISTIČKIH OPERACIJA
AUTOMATIZACIJOM
OPTIMIZATION OF LOGISTIC OPERATIONS BY
AUTOMATION**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: doc. dr. sc. Ivona Bajor

Student: Matej Tokić

JMBAG: 0135241551

Zagreb, rujan 2021.

Zagreb, 14. svibnja 2021.

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6088

Pristupnik: **Matej Tokić (0135241551)**
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Smjer: Logistika

Zadatak: **Optimizacija logističkih operacija automatizacijom**

Opis zadatka:

Logistički sustavi nerijetko nisu optimirani, te je potrebno organizirati procese kako bi tekli transparentno i u najkraćem mogućem vremenu. U radu će se istaknuti mogućnosti optimizacije automatizacijom pojedinih procesa. Automatizacija će biti prikazana na primjeru logističke tvrtke na tržištu. Istaknuti će se prednosti i nedostaci navedenoga. Također će se osvrnuti na troškove i kvalitetu procesa nakon automatizacije.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

doc. dr. sc. Ivona Bajor

OPTIMIZACIJA LOGISTIČKIH OPERACIJA AUTOMATIZACIJOM

SAŽETAK

Logistika je područje lanca opskrbe koja posjeduje najviše i najkompleksnije procese cijelog lanca, ali kao takva predstavlja najveći potencijal za daljnji razvoj. Cilj svakog logističkog sustava su što efikasniji procesi u skladištu i najisplativije iskorištenje kapacitivnih prostora, a kako bi sustavi odgovorili na sve kompetentnije trendove na tržištu, koriste se razne metode automatizacije. Razvojem globalnog tržišta, dovođenjem interneta koji je sa sobom povukao do tad ne viđen iskorak u komunikaciji unutar i izvan sustava, uz neprekidno povećanje svijesti i potrebe za što boljom logistikom, natjerale su tvrtke na implementaciju raznih mogućnosti koje su rezultat nove industrijske revolucije 4.0. Korištenjem ispravnih metoda, detaljnih analiza cjelokupnog sustava i nadogradnji te što boljom sinkronizacijom isti dolazi se do rezultira najučinkovitijeg optimiziranja logističkih procesa automatizacijom.

KLJUČNE RIJEČI: automatizacija; logistika; procesi; skladišta; lanac opskrbe

OPTIMIZATION OF LOGISTIC OPERATIONS BY AUTOMATION

SUMMARY

Logistics is a supply chain area that possesses the highest and most complex processes of the entire system, but as such represents the greatest potential for further development. The goal of any logistics system is efficient warehousing processes and less cost-effective utilization of capacitive space, and in order for the systems to respond to increasingly competent market trends, various automation methods are used. With the development of the global market, the introduction of the Internet, which brought with it an unprecedented step in communication inside and outside the system, with a constant increase in awareness and the need for better logistics, forced companies to implement various opportunities resulting from the new industrial revolution 4.0. By using the correct methods, detailed analysis of the entire system and upgrades, and the best possible synchronization between them, the result is the most efficient optimization of logistics processes by automation.

KEYWORDS: automation; logistics; processes; warehouses; supply chain

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. LOGISTIČKI PROCESI	3
2.1 Logistika.....	3
2.2 Logistički proces nabave	4
2.3 Logistički proces skladištenja.....	5
2.4 Logistički proces distribucije.....	8
3. AUTOMATIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA	11
3.1 Automatizacija skladišta.....	13
3.2 Optimizacija logističkih procesa automatizacijom	15
3.2.1 Sustav upravljanja skladišnim poslovanjem	15
3.2.2 Sustavi za ostvarivanje automatizacije logističkih procesa.....	17
3.2.3 EPR - Enterprise Resurning Planning	19
3.3 Industrija 4.0 u logistici i budućnost.....	20
4. PRIMJER IMPLEMENTACIJE AUTOMATIZACIJE U LOGISTIČKOJ TVRTKI .	23
4.1 Lanac opskrbe i logistički procesi AWT-a.....	23
4.2 Automatizacija logističkih procesa nabave i skladištenja	24
4.3 Automatizacija logističkog procesa dostave	28
4.3.1 Automatizirani proces rutinga vozila	29
4.3.2 Digitalizacija operativnih procesa na dostavi	30
4.3.3 Digitalna arhiva i Portal dostave	32
5. ZAKLJUČAK.....	35
LITERATURA	36
POPIS SLIKA	38

1. UVOD

Tradicionalno pravilo skladištenja glasi da se proizvod s najvećim brojem iskrcaja iz skladišta pohrani na mjesto što bliže iskrcajnom području kako bi se smanjila manipulacija teretom i skratilo vrijeme procesa. Razvoj tehnologije, rast prometa i globalizacija tržišta zahtijevaju prilagođavanje logističkih procesa tako da ulažu u razvoj novih projekata kojima će se tvrtke probijati na vodeća mjesta tržišta. Logistika danas spada u složen pojam koji, osim standardnih elemenata logističkog sustava, uključuje i druge elemente poput marketinga i psihologije, informacijskih tehnologija itd.

Logistički procesi predstavljaju sve aktivnosti potrebne kako bi proizvodi ili usluge imali osiguran prijevoz od dobavljača robe pa sve do krajnjeg kupca, počevši od točke planiranja proizvodnje do krajnje točke iskrcaja robe. Logistički procesi i njihova kvalitetna organizacija područje su mogućnosti za povećanje konkurentne prednosti držeći tako za strateške ciljeve pozicioniranje gospodarskog subjekta na tržištu uz što manje troškova sa što većim profitom. Moderno doba privuklo je nadmetanje inovativnih tehnologija koje se danas koriste u logistici i prijevozu, a zahtijevaju kontinuiran napredak i stalan razvoj. Također, logistički procesi moraju biti ekološki prihvatljiviji kako bi se povećala održivost sustava i poboljšala kvaliteta života cjelokupnog društva.

Razvojem logistike i njezinih procesa, počeli su se stvarati odjeli unutar logistike s ciljem unaprjeđivanja i ubrzavanja svih mogućih procesa unutar nje, dovodeći do toga da su s vremenom mogli pružati cjelovitija rješenja usluga od planiranja do realizacije svih procesa. Veliku važnost u tom napretku predstavlja eksponencijalni razvoj informacijskih tehnologija, koji je doveo bolju umreženost cijelog svijeta, logistički procesi time su također postali transparentniji nego ikad prije, poslovna komunikacija je znatno olakšana, a globalno tržište je to vrlo lako prihvatilo.

Svrha završnog rada jest prikazati i analizirati razvijene metode optimizacije logističkih procesa automatizacijom. Naslov završnog rada jest: Optimizacija logističkih operacija automatizacijom. Rad je podijeljen u pet cjelina:

- 1) Uvod
- 2) Logistički procesi
- 3) Automatizacija logistike

- 4) Primjer implementacije automatizacije u logističkoj tvrtki
- 5) Završetak

U drugom poglavlju opisana je definicija logistike i njen razvoj do današnjeg stanja. Uz generalizaciju logistike, opisani su i njeni glavni procesi: logistika nabave, skladištenja i distribucije.

Treće poglavlje sadrži opis automatizacije logistike i logističkih procesa, metode implementacije suvremenih tehnologija s ciljem poboljšanja cjelokupnog logističkog sustava, utjecaj nove industrijske revolucije 4.0 na logistiku, novitete i poboljšanja koja ona donosi svojim umrežavanjem i omogućavanjem bolje komunikacije između više stavaka u sustavu.

U četvrtom poglavlju prikazano je i analizirano trenutno stanje logističke tvrtke AWT International d.o.o. kao i svih suvremenih tehnologija koje ona koristi koje su, između ostalog, zaslužne za očuvanje statusa tržišnog lidera u regiji već duži niz godina.

2. LOGISTIČKI PROCESI

2.1 Logistika

"Logistika se definira kao upravljanje tokovima robe i sirovina, procesima izrade završenih proizvoda i pridruženim informacijama od točke izvora do točke krajnje uporabe u skladu s potrebama kupca. U širem smislu logistika uključuje povrat i raspolaganje otpadnim tvarima."¹

Realizacija planiranih rezultata skladišta ovisi o mnogim vrijednostima među kojima se ističe kvaliteta, sposobnosti i mogućnosti ljudskih resursa. S ciljem što uspješnijih rezultata, rukovoditelji nastoje što opreznije angažirati svoje djelatnike te uz detaljnu edukaciju i motivaciju svojih djelatnika postižu veću efikasnost. Primjerice, trenutno aktualan način motiviranja djelatnika jest kroz davanje dodatnih stimulacija na plaći, odnosno, što je veći broj obavljenih procesa u radnom vremenu, veće su i stimulacije.²

Uz osiguravanje što boljih ljudskih resursa na tržištu, jedno od glavnih ciljeva svakog logističko distributivnog centra jest smanjenje vremena potrebno za izvršavanje svih logističkih procesa. S tim ciljem postiže se povećanje efikasnosti resursa i općenito kvaliteta logističke usluge pojedinog logističko distributivnog centra. Stoga je važno da svaki logistički proces bude optimiziran i dorađivan s ciljem što boljih rezultata koji, s druge strane, mogu olakšati i unaprijediti rad svih ljudskih resursa u sustavu. Logističkim procesom smatra se trenutak ulaska robe u skladište poslano od strane dobavljača ili proizvođača, pa sve do trenutka kada ista bude dostavljena kupcu ili drugom krajnjem korisniku.³

Razdvajanjem sustava na što više grana dolazi se do boljeg pregleda u razlici poslovanja sustava. Time rukovoditelji tvrtki mogu lakše donositi odluke o tome gdje bi trebalo ulagati i gdje je potrebno povećati efikasnost u sustavu u odnosu na ostatak. Upravo ovakvi pristupi čine razliku na tržištu kao u logistici, gdje povećanjem broja procesa uz odgovarajuće mogućnosti za implementaciju tih nadogradnji,

¹ Bartholdi JJ., *Warehouse & Distribution Science*, Georgia Institute of Technology, Atlanta USA, 2014.

² Zekić Z., *Logistički model dinamičke optimizacije poslovanja poduzeća*, Ekonomski pregled, 2001., 52(3-4), 393-417.

³. Ibid

postepeno pojačavaju cijeli sustav. Logistički procesi, u najširem smislu, dijele se na: logistiku nabave i proizvodnje, logistiku skladištenja i logistiku distribucije.⁴

Početni logistički procesi su nabava i proizvodnja. Logistički proces nabave je grana logistike kojoj je glavna funkcija da što isplativije i učinkovitije osigura opskrbu skladišta ili prodajnog mjesta materijalom ili robom s kojom posluju. Za što stabilnijim i kvalitetnijim timom u nabavi potrebna je dobra struktura poslovanja te ljudsko iskustvo, domišljatost i dobra komunikacija s prodajnim timom koji analitički i statistički određuje potražnju, odnosno količine potrebnih materijala za preradu ili gotovih materijala za daljnju prodaju.⁵

2.2 Logistički proces nabave

U logističkom procesu nabave rade se narudžbe na osnovu podataka ovisnih o stupnju razvijenosti tvrtke dobivenih od prodajne strane tvrtke. Mora odrediti mogućnost realizacije svih prodajnih ciljeva uzimajući u obzir svoje mogućnosti skladišta, transporta i vanjskih utjecaja te šalje završne računice narudžbi dobavljačima ili proizvođačima ovisno o funkciji tvrtke. Narudžba je prvi dio logističkog procesa nabave, a idućim se procesom nabave kontrolira datum ukrcaja, najavljuje se skladištu za pripremu ukrcaja te se uspostavlja komunikacija s dobavljačima o kanalu dostave svoje narudžbe koja, ovisno o pozicijama tvrtke, dobavljača i kupca, može biti na plovnim kanalima, zračnim putem, cestovnim ili željezničkim te pakirana po komadima, u kutijama, na paletnim redovima, paletama ili kontejnerima ovisno o kanalu dostave i količini narudžbe.⁶

Logistički proces proizvodnje dio je mikrologistike koji se bavi osiguravanjem što kvalitetnije, sigurne, održive i efikasnije logistike materijala od proizvodnog mjesta i u proizvodnom mjestu. Njezine aktivnosti pretežno pretvaraju prirodne resurse, sirovine i ostale materijale u gotove proizvode koji se šalju do krajnjeg korisnika. Glavni izazov logistike proizvodnje predstavlja pitanje hoće li se materijali nabaviti ili proizvesti. Pri tome, najbolje rješenje ovisi o količini materijala i obujmu prometa neke

⁴ Christopher M., *Logistics & Supply Chain Management*, Pearson UK, Velika Britanija, 2016.

⁵ Myerson P., *Lean Supply Chain and Logistics Management*, McGraw Hill Professional, New York, 2012.

⁶ Zekić Z., *Logistički model dinamičke optimizacije poslovanja poduzeća*, Ekonomski pregled, 2001., 52(3–4), 393–417.

tvrtke. Drugim riječima, ako su velike količine materijala tvrtke nužne za poslovanje, rukovoditelji tvrtki biraju proizvodnju, u slučaju manjih količina, ipak se više teži prema nabavi istih. To vodi do sljedećeg pitanja: Kako što efikasnije i ekonomičnije osigurati i dopremiti sav potreban materijal tvrtke za proizvodnju proizvoda koji slijedi u daljnju prodaju uzimajući u obzir sve potrebne gabarite i količine?⁷

Također, uključuje strukturiranje proizvodnje prema kalkuliranim logističkim aspektima i pravilima, dobar pregled i kontrolu proizvodnje te učinkovito iskorištavanje resursa i informacijskog toka kroz proizvodnju. Pri planiranju proizvodnje velikih razmjera važno je odrediti potrebnu količinu materijala i osigurati što kvalitetnije materijale što ekonomskim pristupom. Kod logistike proizvodnje postavlja se i važno pitanje hoće li proizvod biti proizveden sam ili ga može nabaviti dobavljač. Tvrtke svakodnevno rade na poboljšanju poslovanja, otkrivanju novih tehnologija, usvajanju najnovijih tehničko-tehnoloških rješenja i postavljanju različitih trendova u proizvodnom sustavu novih tehnologija za proizvodnju materijala. Iza svakog proizvoda stoji tim stručnjaka koji se brinu za cjelokupni proizvodni sustav, od prototipnog dizajna do tehničkog dizajna i prototipa te sve do izrade kalupa i gotovih proizvoda koji podvrgavaju različitim kontrolama kvalitete.⁸

2.3 Logistički proces skladištenja

Logistički proces skladištenja dio je mikrologistike koji je usmjeren prema svim aktivnostima vezanim za skladište tvrtke, procesima u skladištima te organizaciji skladišta optimalnim i ekonomskim pristupom. Troškovi logističkih procesa predstavljaju jedan od najvećih troškova pojedine tvrtke. S dobrom organizacijom logističkih procesa popraćenih sa što boljim izračunima operativnih rezultata mogu se smanjiti i kontrolirati troškovi cjelokupnog sustava.⁹

Skladišta se dijele na logističko distributivna skladišta i distributivna skladišta, a razlika je što na logističko distributivnim centrima postoji mogućnosti komisioniranja robe jer posjeduju lagere gdje se roba može zaprimiti i skladištiti određeno vrijeme, dok je distributivno skladište klasificirano kao tranzitno (eng. *cross-dock*) gdje se

⁷ Myerson P., *Lean Supply Chain and Logistics Management*, McGraw Hill Professional, New York, 2012.

⁸ Christopher M., *Logistics & Supply Chain Management*, Pearson UK, Velika Britanija, 2016.

⁹ Ibid

obično iskrcaj vrši sa što većim dostavnim vozilom (poput velikog teretnog kamiona ili dvokatnog kamiona) te se na skladištu roba ukrcava se u manja dostavna vozila.¹⁰

Promatrajući skladište kao izolirani sustav, prvi dio logističkog procesa skladištenja bio bi zaprimanje pošiljke u skladištu koji kreće zaprimanjem robe na ukrcajnom području skladišta. To je predefinirano mjesto namijenjeno za prijem robe i može biti izvan skladišta ili ako skladište ima pristupnu rampu, roba se zaprima na ulaznim dokovima gdje se zaprimljena narudžba kontrolira od strane kontrolora. Nakon završetka kontrole slijedi pohranjivanje robe na za to predviđeno mjesto u skladištu. Narudžba od dobavljača može doći pomoću dvije metode. Prva metoda je da je jedna stavka u određenoj količini na jednoj paleti, druga metoda da je više stavaka unaprijed komisionirano na jednoj paleti po zahtjevu i potrebama skladišta te kao takva može biti spremna za dostavu daljnjem korisniku. Ovisno o kapacitetima, skladišta mogu koristiti isto područje ukrcaj robe i iskrcaja robe iz skladišta ili ih mogu imati na različitim mjestima u skladištu ako je u mogućnosti.¹¹

Drugi dio logističkog procesa skladištenja je komisioniranje, odnosno slaganje stavaka pohranjenih u skladištu prema nalogu. Komisioniranje je zaslužno za najveći udio ljudskog rada na skladištu i za gotovo polovicu operativnih troškova skladišta. Prema vrsti pošiljke ili tereta komisioniranje može biti komadno, kartonsko (više komada u jednom pakiranju) ili komisioniranje cijele palete. Postoje tri sustava za komisioniranje:¹²

U sustavu „čovjek ka robi“ radnik se vozi na transportnom sredstvu (poput viličara ili slično) ili kreće prema lokaciji na kojoj se stavka za komisioniranje nalazi. Zbog toga što su u većini modernih skladišta ugrađeni paletni regali, ovu metodu u slobodnom govoru nazivaju i metodom "u prolazu" (eng. *in the aisle*). U sustavu „roba ka čovjeku“ stavka za komisioniranje se kreće prema radniku, a primjer iz prakse bila bi pokretna traka. U tom procesu sustav po nalogu izbacuje pošiljku ili paket na pokretnoj traci gdje ga radnik prikuplja.¹³

¹⁰ Zekić Z., *Logistički model dinamičke optimizacije poslovanja poduzeća*, Ekonomski pregled, 2001., 52(3–4), 393–417.

¹¹ Rogić, K., *Upravljanje skladišnim sustavima*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2018.

¹² Christopher M., *Logistics & Supply Chain Management*, Pearson UK, Velika Britanija, 2016.

¹³ Ibid

Treću skupinu čine automatski sustavi za komisioniranje, odnosno sustavi u kojima, ovisno o razini automatizacije neophodne za obavljanje logističkih procesa, neće uvijek biti potreban čovjek za fizički rad. Takvi sustavi za komisioniranje teže izgradnji automatiziranih skladišta u kojima se koristi robotni sustavi i transportna mehanizacija. Treći dio logističkog proces skladištenja je kontrola robe prije ukrcaja i kompaktiranje paleta, odnosno preslagivanje robe po potrebama dostave i osiguravanje pošiljke. Komisioniranu robu osoba nadležna na skladištu prije daljnje distribucije dužna je pregledati i utvrditi je li komisionirana narudžba ispravna kako bi se skladište dodatno osiguralo da je narudžba ispravna u trenutku slanja na dostavu.¹⁴

Ovisno o podjeli logističkih procesa na skladištu, postoje dvije mogućnosti. Prilikom komisioniranja robe radnik unaprijed komisionira čitavu narudžbu na jednoj ili više paleta koja se, nakon kontrole robe, osigurava tako da se omotava najlonom u cilju prevencije zbog mogućnosti nastanka pogreške prilikom transporta pošiljke. Druga mogućnost jest da jedan ili više radnika komisionira dio narudžbe, odnosno svaki komisionar iskomisioniranu robu na paleti ili na nekim drugim modulima ostavlja na jednom mjestu u skladištu te nakon kontrole čitave narudžbe, komisionirana roba komprimira se na najmanji mogući broj paleta tako da efikasnost iskoristivosti tovarnog prostora dostavnog vozila bude na što većoj razini. Proces kompaktiranja gotov je kada se na najbolji mogući način komprimirala roba za komisioniranje i kad je osigurana za daljnju distribuciju te čeka spremno na iskrcajnom području skladišta na ukrcaj u dostavno vozilo.¹⁵

Zadnja logistički proces skladištenja bio bi iskrcaj robe iz skladišta (slika 1) u dostavno vozilo spremno na dostavu. Drugim riječima, proces završava iskrcajem robe u dostavno vozilo i kreiranjem tovarnog lista ili dokumenta kojim se potvrđuje vozačeva odgovornost za preuzetu robu. Vozač je odgovoran za robu sve dok je ne dostavi na dostavno mjesto i prikupi dokument potvrde (žig ili ostale mogućnosti

¹⁴ Richards G., *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, Kogan Page Publishers, Velika Britanija, 2017.

¹⁵ Ibid

potvrde dokumentacije ovisno o internom dogovoru tvrtke i zakona koji to dozvoljava).¹⁶



Slika 1. Alternativno skladište

Izvor: https://www.eKapija.com/thumbs/skladiste_280715_tw630.jpg (Preuzeto 07.07.2021)

2.4 Logistički proces distribucije

Logistički proces distribucije odnosi se na sve procese od preuzimanja pošiljke do dostave iste. Osnovni izazov je prijem, kontrola i dostava pošiljke onakve kakva je preuzeta. Dio je mikrologistike kojoj je glavni cilj ukrcaj pošiljke u tovarni prostor dostavnog vozila, preventivno osiguranje pošiljke, transportiranje pošiljke do odredišta u odgovarajućoj kvaliteti proizvoda, u dogovorenim rokovima i na dogovorenim lokacijama tako da bude ekonomično i isplativo.¹⁷

Kako bi zadržali konkurentnu poziciju na tržištu, tvrtke su pridodavale veliki značaj transportu i distributivnoj logistici. Integriranjem različitih i prilagodljivih transportnih sustava, tvrtke su reagirale na čimbenike koji su predstavljali različite izazove prilikom distribucije pošiljaka poput ovisnosti o vremenu, udaljenosti, pristupu i slično. Dugoročnim i kvalitetnim sustavom prilagodbe izazovima, tvrtke su razvile dobru kontrolu svojih transportnih sustava. Brzina aktivnosti dostava i izbjegavanje

¹⁶ Myerson P., *Lean Supply Chain and Logistics Management*, McGraw Hill Professional, New York, 2012.

¹⁷ Babić D, Stanković R, Bajor I., *Špediterski poslovi u logističkoj djelatnosti*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2020.

dodatnih gubitaka vremena i sredstava postala su važna karika za daljnji razvoj i predmet istraživanja brojnih studija i akademskih ustanova.¹⁸

Generalno, logistički procesi distribucije dijele se:

- 1) izravnu isporuku – vrsta distribucije gdje se proizvodi isporučuju od početne do određene točke,
- 2) planirane dostave u realnom vremenu – sustav distribucije gdje su dostave dogovorene na željenom mjestu, u željeno vrijeme i uz željene uvjete,
- 3) kružnu dostavu – dostava gdje su moguće varijacije da s jednog ili više skladišta dostavljaju na jedno ili više lokacija dostavu,
- 4) tranzitnu dostavu – gdje postoji dostava koja je naručena bez uvida u zalihe, odnosno dostava koja prelazi s više skladišta te u konačnici dolazi na krajnju točku. Drugim riječima, skladišta ili tvornice preko kojih se neka pošiljka dostavlja te u većini slučaja na svakoj točki bude nadopunjena, a zatim se isporučuje kao gotova narudžba krajnjem kupcu ili potrošaču.¹⁹

Troškovi logistike i transporta u tvrtkama kojima je primarna funkcija skladištenje i transport (slika 2) robe predstavljaju većinu troškova cijele tvrtke. To je potaklo na razvoj mogućnosti smanjenja istih. Zapadna kultura prva je uvela "out-source" način poslovanja, odnosno trend uslužnih tvrtki koji pruža usluge drugim tvrtkama povećavajući konkurentnost na tržištu. Najbitnija uloga je smanjenje troškova tvrtke koji plaćaju usluge (primjerice troškovi distribucije ili skladištenja), a time se dodatno potiče cijelo tržište na konkurentnost i razvoj. Takav sustav naziva se i 3PL (eng. Third Party Logistics) davatelj, a definira se kao: „vanjski davatelj logističkih usluga, tj. tvrtka specijalizirana za pružanje skladišnih, prekrcajno-manipulacijskih i transportnih usluga, koja preuzima organizaciju i provedbu određenog dijela opskrbnog lanca korisnika.“²⁰

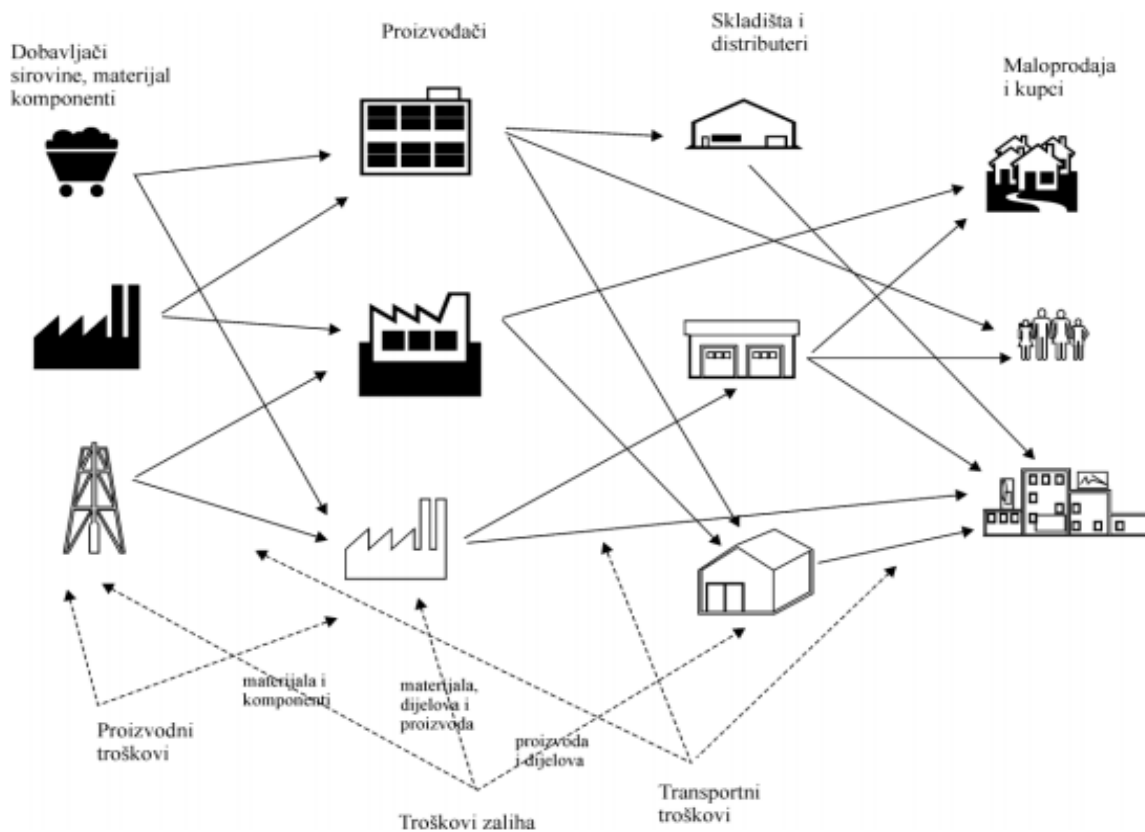
U konačnici, takav sustav poslovanja doveo je do slučaja da je svatko postao potencijalni kupac, svaka je tvrtka postala potencijalni dobavljač te su čak i osrednje tvrtke imale priliku pronaći kupca ili dobavljača u svakoj zemlji. Cilj modernog tržišta

¹⁸ Babić D, Stanković R, Bajor I., *Špediterski poslovi u logističkoj djelatnosti*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2020.

¹⁹ Zekić Z., *Logistički model dinamičke optimizacije poslovanja poduzeća*, Ekonomski pregled, 2001., 52(3–4), 393–417.

²⁰ Christopher M., *Logistics & Supply Chain Management*, Pearson UK, Velika Britanija, 2016.

je nabava što jeftinijih sirovina s najmanjim troškovima u što kraćem vremenu, a krajnji cilj je pronaći najkraći i najisplativiji način prodaje proizvoda cijelom svijetu i u konačnici profitirati što je više moguće. Takav trend povećao je također tržište manjih i većih tvrtka kojima je jedina funkcija transport i distribucija te svojim voznim parkom pružaju te funkcije ostalim tvrtkama. To je dovelo do toga da tvrtke koje se bave prodajom i skladištenjem proizvoda smanjuju svoj vozni park i okrenu se prema vanjskim distributerima. Samim time ostvaruju uštedu u dugoročnom vremenskom periodu u tom segmentu poslovanja uklanjajući sve amortizacijske i operative troškove vlastitih vozila te dovode do optimalnog korištenja ostalih logističkih procesa.²¹



Slika 2. Mreža logistike

Izvor: <https://www.bib.irb.hr/192871/download/192871.RRiF2002-6.DOC> (Preuzeto 07.07.2021)

²¹ Zekić Z., *Logistički model dinamičke optimizacije poslovanja poduzeća*, Ekonomski pregled, 2001., 52(3-4), 393-417.

3. AUTOMATIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA

Vizija za naprednije poslovanje, optimiziraniju logistiku, održivi lanac opskrbe i potreba za što većom učinkovitošću i efikasnošću razvila je automatizaciju procesa u svim područjima gdje se mogla implementirati. Veliki iskorak u tome bila je pojava interneta i nagli razvoj informacijskih tehnologija koji su vrlo brzo pokrenuli lančanu reakciju noviteta u svim poslovnim procesima te danas u logistici, osim automatiziranih robotskih vozila, postoje robotske ruke i automatizirani transporti u nekim slučajevima i potpuno automatizirana skladišta. Automatizacijom, uglavnom, tvrtka može unaprijediti ova tri poslovna procesa: interni tehnički napredak, povećanje potražnje uzrokovane eksplozijom mogućnosti mrežne trgovine i sve veći manjak kvalitetne radne snage. McKinsey Global Institute procjenjuje da je industrija lanca opskrbe i logistike treći najveći potencijal za automatizaciju bilo kojeg sektora poslovanja.²²

Automatizacija ili automatsko upravljanje općenito je poznato kao implementacija različitih upravljačkih sustava za radnu opremu s minimalnom ili smanjenom ljudskom intervencijom. Neki su logistički procesi potpuno automatizirani bez potrebe ljudske intervencije. Najveća prednost automatizacije jest u tome što štedi radnu snagu, utječe na razne uštede u resursima, energiji i materijalima, a služi i poboljšanju kvalitete, točnosti i preciznosti. Drugim riječima, automatizacijom se postiže ubrzanje i povećanje efikasnosti poslovnih procesa. To zahtijeva dodatnu edukaciju zaposlenika zbog promjene fizičkog načina rada u kontrolni dio. Konačno, time se ukidaju sve ljudske repetitivne pogreške. Ovisno o razini automatizacije u poslovnim ili logističkim procesima, uvijek će postojati potreba ljudske podrške.²³

Razmatrana razina automatizacije u ekonomskom smislu većim djelom ovisi i o iznosu troškova rada ljudskih resursa u pojedinoj regiji, a najviše smisla ima u državi gdje su takvi troškovi izrazito visoki poput Savezne Republike Njemačke (zapošljavanje predstavlja također dugoročnu obvezu tvrtke prema zaposleniku). No, ponekad to može biti obrnuto kao što se može vidjeti u Narodnoj Republici Kini.

²² Where machines could replace humans and where they can't (yet), McKinsey. Preuzeto sa: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet> (Pristupljeno: lipanj 2021.).

²³ Zekić Z., *Logistika kao integrativna upravljačka funkcija – fokus suvremenog menadžmenta*, Oeconomica Jadertina, 2017., 7(2): 96–105.

Dakle, skupi proizvod ima visok postotak izvoza i tržište ga tjera na bržu proizvodnju te je kraće vrijeme otpreme.²⁴

Iskustva i studije pokazale su da su postepene, proračunate i efektivno implementirane promjene u logističkim procesima u skladištu pokazale najbolji učinak. Unatoč svim mogućnostima i benefitima, pojedine tvrtke pokazuje inertnost prema novim tehnologijama i automatizaciji poslovnih procesa, pogotovo u području Hrvatske i okolnih zemalja istočnog dijela Europe. Razlozi tomu su različiti, no najučestaliji su: nedostatak dobrih izračuna hoće li implementirana tehnologija trijumfirati i pokazati pozitivan učinak, izrazito promjenjivo tržište popraćeno dinamikom konkurentnih e-trgovina, nesigurnosti koje donosi bilo koja nova promjena, asimetrija između vremena potrebnog za alternativno otpremanje robe, odnosno alternativnim načinom na koji su zaposlenici naučeni u neorganiziranoj strukturi poslovnih procesa pune oscilacija te digitalnog otpremanja robe gdje, ipak, sustav zahtijeva određena pravila i gabarite.²⁵

Kvalitetni rukovoditelji lanca opskrbe znaju da je potrebno dovoljno znanja o automatizaciji za inteligentno ocjenjivanje ponuda za automatizacijom koje se nude na tržištu. Greške se često događaju kada rukovoditelji žele automatizaciju, ali ne znaju koju vrstu trebaju. Za to je potrebna kvalitetna edukacija, odlično poznavanje vlastitih osnovnih poslovnih procesa, inovativan način razmišljanja i kompetentan tim koji će moći implementirati sve nadogradnje. Uz veliki broj prednosti dolazi i manji broj nedostataka. Jedan od najutjecajnijih kod automatizacije je nefleksibilnost, odnosno ograničenost unutar algoritma ili mehanike. Kao takav, obavlja odlično funkcije za koje je dizajniran i namijenjen, dok svaka promjena zahtijeva vrlo velike troškove uz neželjene amortizacije istih te ponekad zahtjevnije modifikacije samog sustava. Svaka promjena u logističkim procesima može dovesti do niza lančanih problema, a kako bi se to spriječilo, potrebno je što kvalitetnije pripremiti informacijski sustav logistike te što preciznije testirati taj automatizirani sustav prije same implementacije.²⁶

²⁴ Zelenika R., Pupovac D., *Suvremeno promišljanje temeljnih fenomena logističkoga sustava*, Naše more, 2001., 48(3–4): 99–112.

²⁵ Ibid

²⁶ Richards G., *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, Kogan Page Publishers, Velika Britanija, 2017.

3.1 Automatizacija skladišta

Jedan od kreativnijih i utjecajnijih pomaka u automatizaciji skladišta dogodio se izumom radne snage automatiziranih robota koji se slobodno kreću manipulativnim prostorom skladišta, a uz to preuzimajući proizvode i otpremajući ih na potrebne točke. U početku automatizacija je uglavnom imala razne oblike modula kreiranih kao automatizirane uređaje koji pomažu pri pohrani i pronalaženju. Automatizacija kao takva se u potpunosti nalazi u modulima kojima su funkcije definirane s namjerom najpogodnije optimizacije s procesima skladišta, a s obzirom na to da su njihove funkcije i logika samostalni, otežava preciznije matematičke analize.²⁷ Takav tip izazova dovodi do nekoliko pitanja:

- koje algoritme implementirati da bi se dospjelo do proizvoda u skladištu?

Prva razina - razina kontrole; zaključak nam daje ključne parametre u procesima za automatizaciju.

- koji je najlakši način komisioniranja proizvoda?

Druga razina – razina simulacije; preko ove razine saznaje se kako u najkraćem mogućem vremenu dohvatiti proizvod u skladištu.

- brzina i reakcija preuzimanja narudžbi?

Treća razina – razina analize; odgovor na ovo pitanje rezultat je odabir za odgovarajuću automatizaciju pojedinog skladišta. Do tih odgovora najsigurnije je doći odgovarajućim analitičkim metodama ili simulacijom. Postoje 3 tipa analiza koji se primjenjuju kako bi se ostvarila najučinkovitija automatizacija skladišta:

- 1) karusel (eng. *Crouseles*),
- 2) a-okvir (eng. *A-frames*),
- 3) uređaji za automatsko pohranjivanje i pronalaženje (eng. Automated Storage-and-retrieval - AS/RS).²⁸

Karusel, takozvana „vrtuljak“ metoda, u kojoj umjesto da komisionar dolazi do određene pozicije u skladištu, pozicija na skladištu dolazi do komisionara, odnosno

²⁷ Bartholdi JJ., *Warehouse & Distribution Science*, Georgia Institute of Technology, Atlanta USA, 2014.

²⁸ Ibid

on stoji pored vrtuljka u kojem se nalaze naručeni proizvodi. Obično su vrtuljci smješteni jedan na drugoga kako bi se dobila što veća efikasnost te su poredani u prolaze kako bi više komisionara moglo dohvatiti što veći broj proizvoda koji se naknadno odvoze u otpremne zone skladišta. Kod ovog modela jedna od bitnijih stavki je ravnoteža u radu među pojedinim vrtuljcima tako da niti jedan faktor ne predstavlja usko grlo. Uz to proizvod s najvišim brojem iskrcaja iz skladišta mora biti na što većem broju vrtuljaka. To štiti procese u slučaju da se pojavi usko grlo kod jednog vrtuljka. Način skladištenja u vrtuljcima ovisi o strategiji dohvaćanja. Optimalna strategija u tom slučaju znači da se pohranjuje proizvod s najvećim brojem iskrcaja iz skladišta na prvo mjesto te svako sljedeće mjesto sadrži proizvod po razini iskrcaja iz skladišta. Dakle, proizvod koji je drugi po redu s brojem iskrcaja iz skladišta dolazi na drugo mjesto, treći na treće itd.²⁹

A-okvir je automatizirani stroj koji ispušta predmete na komisionara. Obično se koristi sustav rada gdje komisionar prolazi ispod stroja koji izbacuje proizvode ovisno o potrebi narudžbe, izlaskom jednog komisionara ulazi novi koji ponavlja proces. Koristi se kod skladišta koja rade s visokim brojem iskrcaja skupe robe te ona mora biti prikladna za rad stroja tako da izdrži prolazak kroz stroj i pad u spremnik komisionara. Najučestalija je metoda za kozmetičke ili farmaceutske proizvode. Kod ove metode, ako dođe do loma proizvoda u stroju, on automatski prestaje raditi i ostatak narudžbe ostaje zarobljen u stroju.³⁰

Uređaji za automatsko pohranjivanje i pronalaženje postavljaju jednostavan tip robotskog uređaja unutar svakog prolaza te time uklanjaju potrebe za ljudskim resursima. Tip uređaja S/R funkcionira na principu vodoravnog i okomitog kretanja robota između lagera skladišta. Najveće prednosti su što omogućuje iskorištenje cijele veličine skladišta tako što prolazi između regala gdje se kreće robot mogu biti izrazito mali, širine svega nekoliko centimetara od najšireg proizvoda, što dovodi do mogućnosti implementacije čak i gdje je radna snaga izrazito visoka kao što je u Saveznoj Republici Njemačkoj. Ovakvi uređaji predstavljaju velika kapitalna ulaganja

²⁹ Bartholdi JJ., *Warehouse & Distribution Science*, Georgia Institute of Technology, Atlanta USA, 2014.

³⁰ Ibid

te su dosta nefleksibilna. Ako je cilj izvući maksimum iz njih, potrebno je potpuno razumijevanje njihovih mogućnosti, a posebno protoka materijala.³¹

3.2 Optimizacija logističkih procesa automatizacijom

Vraćajući se definiciji automatizacije, automatizacijom logistike smatra se smanjenje ručnog izvršavanja manipulacije teretom, ručnim unosom dokumentacije i ostalih procesa koje su se do trenutka implementacije ručno odrađivale od strane ljudskih resursa. Implementirane nadogradnje potiskuju fizički rad ljudskih resursa te mijenjaju takvu vrstu rada s upravljačkom ili nadzornom kontrolom automatiziranih uređaja.³²

3.2.1 Sustav upravljanja skladišnim poslovanjem

Najveći pomak u razvoju automatizacije u logističkim procesima bila je implementacija sustava upravljanja skladišnim poslovanjem WMS (eng. Warehouse Management System). To je za logističke tvrtke bilo od velikog značaja pogotovo zbog povećanog pružanja korisničkih usluga i noviteta kao što su praćenje tereta u stvarnom vremenu, automatsko preuzimanje, pravilno osiguranje i računovodstvo tečaja izgrađeno prema zahtijevanim specifikacijama i sl. Automatskim obavijestima potrošači mogu preciznije znati koliko će transport koštati i kad će pošiljka stići na odredište.³³

Omogućavanjem pristupa podacima o stanju pošiljke u prometu u stvarnom vremenu i mogućnost vođenja izvještaja, moguće je saznati veoma bitne informacije koje nekad kvare ugled korisničkih usluga tvrtki. Na primjer, može se saznati da je tvrtka odabrala 70% vožnji neku vanjsku uslugu transporta s najmanjim troškovima, a također je vidljivo iz podatka da 30% vremena kasni na dostavno mjesto. Dugoročno, stvaranje loše stigme o logističkoj usluzi može naštetiti tvrtki tako da otežano dogovara nove kupce ili da čak izgubiti postojeće kupce. Pristup nadohvat ruke

³¹ Bartholdi JJ., *Warehouse & Distribution Science*, Georgia Institute of Technology, Atlanta USA, 2014.

³² Vukčević M. Nedjeljivost logistike i informacijskih tehnologija u suvremenom prometu i pomorstvu. *Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo*. 2009;56(5–6): 173–9.

³³ Zekić Z., *Logistika kao integrativna upravljačka funkcija – fokus suvremenog menadžmenta*, *Oeconomica Jadertina*, 2017., 7(2): 96–105.

pomoću pritiska na gumb i dobro upotrijebljeni podaci omogućavaju tvrtkama da kontroliraju ukupni trošak svojih odluka i ublaže buduće skupe loše odluke.³⁴

Organizacijske prednosti automatizacije logističkih procesa jesu mogućnosti manipulacije i kontrole nad upravljenim teretom koja se temelji na optimiziranim planovima i vodičima za usmjeravanje. Implementirani sustav mora biti dovoljno fleksibilan da udovolji prilagođenim poslovnim strukturama tvrtke, ali i dovoljno moćan da prisiljava sve korisnike, i unutarnje i vanjske, da slijede pravila koja osiguravaju učinkovitu i ekonomičnu isporuku. Upotrebljivost sustava mora biti takva da kontrole mogu osmisliti i provesti logistički stručnjaci s desetljećima praktičnog iskustva u logistici, a ne računalni tehničari.³⁵

Uz tako snažne postavke automatizacije logističkih procesa u tvrtkama gubi se potreba za dodatnim resursima za upravljanje odjelima logistike, transporta i proizvodnje, čak i ako promet tvrtke raste i isporučuje više tereta. Analizirajući automatizaciju u smjeru robotike u proizvodnji ili značajkama automatizacije koje eliminiraju ručni postupak ili značajkama automatizacije u bilo kojem drugom smjeru, sigurno je da je automatizacija u svim granama industrije u porastu. Automatizacija logistike u sustavu upravljanja lancem opskrbe pomaže u postizanju učinkovitosti i efikasnosti sustava, uklanjanju čestih ljudskih pogrešaka i ubrzavanju cjelokupnih operativnih procesa, ali što je najvažnije, štedi novac i smanjuje troškove u svim odjelima lanca opskrbe.³⁶

Primjer dostupnosti različitim analitičkim rezultatima u svakom trenutku (slika 3).

³⁴ Bartholdi JJ., *Warehouse & Distribution Science*, Georgia Institute of Technology, Atlanta USA, 2014.

³⁵ Where machines could replace humans and where they can't (yet), McKinsey. Preuzeto sa: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet> (Pristupljeno: lipanj 2021.).

³⁶ Richards G., *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, Kogan Page Publishers, Velika Britanija, 2017.



Slika 3. Upravljanje skladištem u svakom trenutku

Izvor:

https://essentracontent.com/assets/uploads/images/News%20Article%20Images/2_Warehouse_Article_Asset.jpg (Preuzeto 13.07.2021)

3.2.2 Sustavi za ostvarivanje automatizacije logističkih procesa

Kvalitetno korištenje informacijske tehnologije za grubu obradu podataka omogućuje bazu svakog modernog logističkog sustava i integraciju automatizacije logističkih procesa. Primjeri takvih informacijskih tehnologija su: tehnologije bar koda, tehnologije označavanja pomoću radio-frekvencijske identifikacije (RFID), elektronska razmjena podataka (EDI) i slično.³⁷

Primjenu bar koda može se pronaći u svim segmentima poslovanja poput: proizvodnje, skladišta, prodavaonica i ostalih uslužnih djelatnosti. Bar kod u najužem smislu predstavlja most komunikacije između fizičkog proizvoda i sustava. Takve tehnologije omogućuju sigurnije i brže prikupljanje željenih podataka osiguravajući time lakšu protočnost stavki te, u konačnici, bolju uslugu korisnicima. Bar kodovi ujedno označavaju strojno čitljive simbole koji sadržavaju matične podatke proizvoda

³⁷ Dujak, D., Šantorić, I., Tomašević, V., *Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje*, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu, Osijek, 2011.

ili cijelog paketa, palete i ostalog uz kojeg su podaci vezani. Čitajući simbole s bar koda skenerom, dekodiraju se, bilježe i obrađuju podaci potrebni u različitim namjenama poput označavanja kraja procesa, proizvodna protočnost, cijena proizvoda, sortiranje, otprema i slično.³⁸

Zbog različitih potreba poslovanja izumljeno je nekoliko vrsta bar kodova:

- 1) 1-D jednodimenzionalni bar kod je model koji je u praksi najviše poznat. Svi podaci koda nalaze se vodoravno u trakama i s određenim razmakom između istih, a skenira se s lijeva na desno. Uglavnom, sadržavaju samo numeričke podatke, ali neki tipovi ovog modela mogu imati kodirane dodatne znakove.
- 2) 2-D dvodimenzionalni bar kod je model gdje su matični podaci koda kodirani kao crno-bijele stanice, nalik manjim kvadratima koji su poredani u pravokutni ili kvadratni uzorak. Ovakav zapis poboljšava čitljivost samog koda, otpornost na loš ispit i može sadržavati više podataka nego 1-D model, a najveća prednost ovog modela je ako dio koda bude oštećen skener, svakako može očitati podatke sa zapisa.
- 3) poštanski kod treća je vrsta koja je u praksi rijetko viđena, a najlakše se može opisati kao sredina prva dva modela. Kod ovog modela za kodiranje koriste se visine trake. Većina poštanskih kodova sadrži samo numerički prikaz, no u zadnje vrijeme počela su uključivati i slova.
- 4) zadnji model je naslagani linearni bar kod koji je ujedno jedan od dvije vrste 2-D bar koda. Sastoje se od više linearnih bar kodova poslaganih jedan na drugi omogućujući tako kodiranje velikih količina podataka na njega. Jedini izazov ovakvog modela jest da skener mora biti u mogućnosti čitati kod okomito i vodoravno kako bi uspio dohvatiti sve kodirane podatke.³⁹

Bar kod tehnologija napravila je veliki učinak na poslovanje u globalnom smislu jer je razvojem te tehnologije dovelo do toga da su se kreirale dodatne računalne aplikacije za prikupljanje, pohranu i manipulaciju podataka. U konačnici je dovelo do toga da postoje tehnologije s automatskim skeniranjem kodova. U upravljanju lancem opskrbe procesi poslovne integracije postali su jednostavniji i

³⁸ Vukčević M. Nedjeljivost logistike i informacijskih tehnologija u suvremenom prometu i pomorstvu. *Naše more* : Znanstveni časopis za more i pomorstvo. 2009;56(5–6): 173–9.

³⁹ Dujak, D., Šantorić, I., Tomašević, V., *Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje*, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu, Osijek, 2011.

korisniji upotrebom bar kodova čineći ga i efektivnijim i učinkovitijim sustavom. To je ujedno i rezultiralo ukidanjem velikog broja grešaka.⁴⁰

3.2.3 EPR - Enterprise Resurning Planning

Jedan od najvećih koraka u automatizaciji poslovnih procesima je ERP (eng. Enterprise Resurning Planning) sustav za upravljanje poslovnim procesima koji omogućuje organizaciji korištenje sustava integriranih aplikacija za upravljanje poslovanjem i automatizaciju mnogih funkcija povezanih s tehnologijom, uslugama i ljudskim resursima. ERP integrira module temeljnih grana potrebne za vođenje procesa te u nekoj distribucijskoj tvrtki najčešće čini: računovodstvo, financije, ljudski resursi ili potencijali, proizvodnja, lanac opskrbe, marketing i ostale usluge bliske ovima.⁴¹

Ovim sustavom tvrtke su dobile slobodu za umrežavanjem kao nikada do sada. U početnim fazama otvara se baza podataka ili, u slobodnom govoru, arhiva svih podataka tvrtke koja se povećava rastom svih mogućih podataka. Kako se baza podataka puni, tako se manipulacijom podataka dolazi do kvalitetnih i transparentnih statističkih rješenja. U suprotnom, ručnim izračunom bi u većini slučajeva došlo do pogreške zbog prevelikog obujma pregledanih brojki i informacija. Sve veća potreba za korištenjem ispravnih statističkih rješenja i globalnim upravljanjem bazama podataka dovelo je do stvaranja aplikacija koje se koriste za vrhunski prikaz spomenutih podataka poput interaktivnih grafova i tablica sa sustavom poput Microsoft Power BI. Slične aplikacije koriste se u svim granama poslovnih procesa, poput marketinga, financija, logistike i slično, gdje se može doći do nekih izračuna koji su itekako potrebni za širenje slike i proaktivne reakcije.⁴²

Također, neke od stvari kojima se dolazi do prednosti na tržištu implementacijom ERP-a:

- veća produktivnost – pojednostavljene poslovnih procesa povećavaju produktivnost pojedinca, automatizacijom poslovnih procesa većina

⁴⁰ Dujak, D., Šantorić, I., Tomašević, V., *Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje*, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu, Osijek, 2011.

⁴¹ Mishra A., Mishra D., *Uvođenje ERP sustava u sektoru brzog kretanja potrošačkih roba*, Tehnički vjesnik, Zagreb, 2010.

⁴² Ibid

zaposlenika prelazi iz proaktivnog načina rada na kontrolorske pozicije gdje nadziru strojeve ili sustave koji obavljaju potrebne aktivnosti. Time se održava i zdravlje zaposlenika prevencijom mogućih ozljeda na radu.

- centralizacija podataka – ERP funkcionira kao mozak sustava koji šalje informacije potrebne isključivo onom modulu (organu) za koga su namijenjene. Ovime se povećava sigurnost zaštite podataka, sustav radi brže jer moduli procesuiraju samo one podatke koji su im potrebni, kvalitetno dijeljenje informacija i rezultata ERP-a i ostalih modula te uvijek ostavlja dodatnog mjesta za napredak uz olakšanje postojećeg rada.⁴³

Poboljšana transparentnost daje učinkovitiji pristup poslovnim procesima te dubokim pristupom podacima u stvarnom vremenu korisnici mogu brže prepoznati i reagirati na nove izazove.⁴⁴

3.3 Industrija 4.0 u logistici i budućnost

Razvojem industrije, izrazito povećane umreženosti i količine informacija, tehnologija na globalnoj razini doživljava zlatno doba. Promatranjem povijesti iz tehnološkog aspekta, najveći skok doživljava pojavom interneta i njegovom primjenom gotovo svugdje. Mnogi logistički procesi bi se mogle automatizirati do 2030. godine jer umjetna inteligencija preuzima brojne repetitivne aktivnosti koje logističke tvrtke obavljaju. Može se očekivati potpuno automatizirana skladišta visokih regala s autonomnim vozilima koja se kreću po prolazima. Naočale s lećama povećane stvarnosti moći će „vidjeti“ cijeli proces, pomažući im da koordiniraju i ljude i robote. Sustavi upravljanja skladištima pratit će zalihe u stvarnom vremenu, osiguravajući da je isti usklađen sa sustavom naručivanja, a 3-D pisari će izvući rezervne dijelove izrađene po narudžbi i brojne druge benefite.⁴⁵

Primjer robota koji pomaže pri realizaciji logističkih procesa u skladištu Hrvatske tvrtke Gideon Brothers d.o.o. (slika 4).

⁴³ Mishra A., Mishra D., *Uvođenje ERP sustava u sektoru brzog kretanja potrošačkih roba*, Tehnički vjesnik, Zagreb, 2010.

⁴⁴ Ibid

⁴⁵ Machine Learning AWS AI and ML, Amazon Web Services, Preuzeto sa: <https://aws.amazon.com/machine-learning/> [Pristupljeno: svibanj 2021.].



Slika 4. Automatizirano robotsko vozilo tvrtke Gideon Brothers d.o.o.

Izvor: <https://jatrgovac.com/usdocs/Gideon-Brothers-hala-3.jpg> (Preuzeto 20.07.2021)

Amazon.com, Inc. je najpoznatija tvrtka koja već neko vrijeme ima potpuno automatizirana skladišta (slika 5). Pomoću visoko sofisticiranih sustava automatizacije i robotiziranog sustava ispunjava zahtjeve za velikim brojem narudžbi za isporuku u što kraćem vremenskom periodu na jako velikom području. U pojedinim razvijenijim zemljama implementirani su leteći dostavni roboti tzv. dronovi, koji s otpremne zone skladišta po nalogu prikupljaju pošiljku te dostavljaju na traženu adresu bez dodatnih prepreka u transportu.⁴⁶

U skladištu Amazona algoritam kretanja robota doveden je do gotovo savršene izvedbe. Sustav je potkrijepljen velikom bazom podataka, a funkcionira kao tvornica 4.0, odnosno svaki proces pohranjuje se direktno u „oblak.“ Odabir rute i ostalih procesa robota koordinira se poput kontrole zračnog leta, uzimajući u obzir sve dodatne izazove i prijetnje na koje se robot susreće tijekom obavljanja funkcije.

⁴⁶ Amazon Fulfillment Technologies Aurora Case, Amazon Web Services, Preuzeto sa: <https://aws.amazon.com/solutions/case-studies/amazon-fulfillment-aurora/> (Pristupljeno: lipanj 2021.).

Postoje i druge naredbe poput javljanja robotu da je potrebno posjetiti punjač, a nakon završetka punjenja baterije, šalje naredbu za povratak u rad.⁴⁷



Slika 5. Potpuno automatizirano skladište Amazon.com, Inc. tvrtke

Izvor:

https://base.imgix.net/files/base/ebm/machinedesign/image/2017/07/www_machinedesign_com_sites_machinedesign.com_files_Amazon_Robots_Factory_View_1.png?auto=format&fit=max&w=1440 (Preuzeto 22.07.2021)

⁴⁷ Blockchain on AWS - Amazon Web Services, Amazon Web Services, Preuzeto sa: <https://aws.amazon.com/blockchain/> (Pristupljeno: lipanj 2021.).

4. PRIMJER IMPLEMENTACIJE AUTOMATIZACIJE U LOGISTIČKOJ TVRTKI

4.1 Lanac opskrbe i logistički procesi AWT-a

AWT International d.o.o. je tvrtka s primarnom djelatnošću uvozom i distribucijom robe široke potrošnje. Navedena distribucijska tvrtka za cilj drži unaprjeđenije učinkovitosti lanca opskrbe i kvalitete logističke usluge. AWT International d.o.o. među vodećim je distributerima robe široke potrošnje u regiji. Pokriva područja 5 država: Republike Hrvatske, Republike Sjeverne Makedonije, Republike Slovenije, Republike Srbije i Republike Bugarske. Sadrži 14 prodajnih timova, 17 skladišta te posluje s preko 20.000 prodajnih mjesta. Između ostalog, prilagodljivost i otvorenost prema novim tehnologijama i inovacijama također jest jedan od razloga zašto je ova tvrtka dulji niz godina među vodećima na tržištu. Digitalnom komunikacijom, koju ova tvrtka koristi, inicira se lakša i učinkovitija suradnja s partnerima te ujedno se povećava povjerenje s većom razinom informativnosti. Osim suvremenih informacijskih tehnologija, kako bi tvrtka zadovoljila standarde tržišta zapošljava educirane i visokokvalificirane djelatnike.

AWT International d.o.o. nudi marketinške usluge dobavljačima, odnosno potpuno planiranje, kontrolu i realizaciju marketinških ciljeva. Marketinški tim održava dobre odnose s dobavljačima, osigurava konkurentne ponude trgovcima i kupcima, kreira razne kampanje za raznovrsne grupe proizvoda te potiče razvoj brendova na područjima distribucije. Vodeći brendovi koje distribuira ova tvrtka su: Barilla G.E.R. Fratelli S.P.A., Chipita S.A., Meteor Grupa – Labud d.o.o., Mondelez World Travel Retail LLC., Radenska, Colgate-Palmolive SARL., Essity România SRL. (Zewa, Libresse itd.), Stanić Beverages d.o.o. (Juicy, Maraska)...

AWT International d.o.o. sa sjedištem u Zagrebu postoji od 1992. godine s glavnim funkcijama skladištenja i distribucije robe široke potrošnje sa 6 skladišta ukupne veličine od oko 35.000 m² poredana po veličini:

- 1) skladište Zagreb – centralno skladište, blizu carine zbog smanjenja troška, skladište se nalazi na zavidnoj poziciji, gotovo u centru grada na Slavonskoj aveniji, pozicioniran za optimalnu distribuciju uz minimalne moguće troškove.
- 2) skladište Split
- 3) skladište Rijeka

- 4) skladište Osijek
- 5) skladište Zadar
- 6) skladište Varaždin

4.2 Automatizacija logističkih procesa nabave i skladištenja

AWT je među prvim tvrtkama u Hrvatskoj počeo koristiti integrirani poslovni informacijski sustav, odnosno ERP, još od 2000. godine. Koristeći ERP, paralelno se koristio i razvijao poslovni sustav Diglas domaće tvrtke Microlab d.o.o. Baza podataka cijele tvrtke pohranjena je u središnju bazu podataka iz koje Diglas uvozi podatke i transferira ih dalje u sve dostupne module. Svaki mogući poslovni proces, koji je započet u bilo kojem od modula, obrađena je preko Diglas-a te se u njemu obrađuju sve do završetka.

Moduli koje Diglas pruža su: sustav upravljanja skladištem (WMS), nabava, blagajna, administracija, kontrola kvalitete, likvidatura, računovodstvo, financije, elektronička razmjena podataka s partnerima (EDI), poslovna inteligencija i zajednički podaci svih modula. Korištenjem bilo kojeg modula i odrađivanjem bilo kojeg poslovnog procesa unutar tog modula uspostavlja se direktna komunikacija s bazom podataka i nadopunjuje ista s novim informacijama.

Postoje razne metode razmjene podataka s partnerima poput EDI (eng. Electronic Data Interchange) koje se postižu povezivanjem baza podataka. Unutar svoje baze podataka kroz određeni modul partneri mogu slati narudžbe koje direktno ulaze u sustav. Ulaskom u sustav, algoritam narudžbe kontrolira ih putem određenih parametara te, uz provjeru stanja količine naručenih proizvoda, dalje ih procesuiru u sustav. Elektroničkom razmjenom s partnerima dijele se sljedeći dokumenti: najava robe i potvrda iste, dolazna narudžba i potvrda iste, zahtjev partnera za prikupne povratne ambalaže, fakture i računi. Osnovni poslovni procesi prikazani su primjerom dijagrama toka (slika 6).

Kratki pregled procesa od narudžbe do dostave prema kupcima:

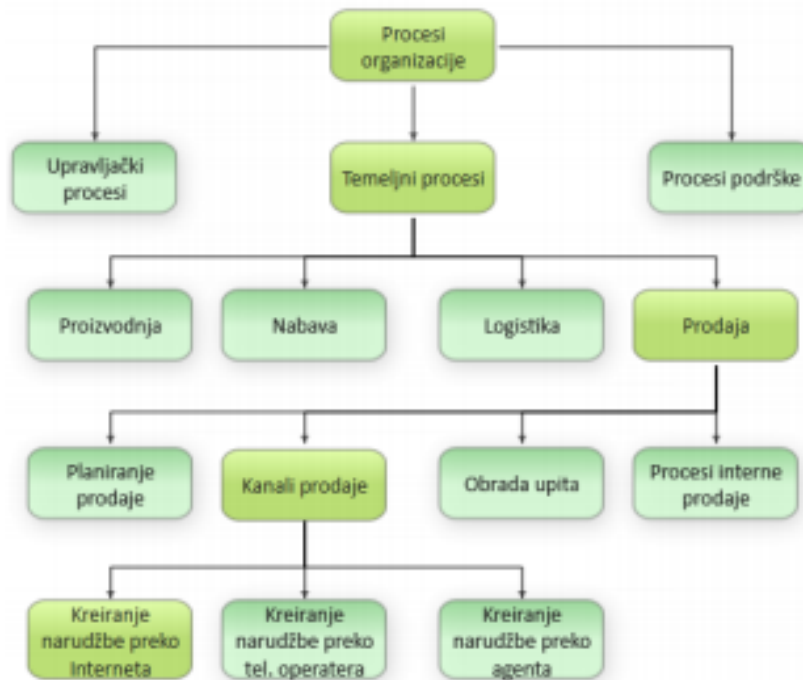
- 1) kreiranje narudžbe – putem ručnog terminala prodajnih predstavnika na dostavnom mjestu ili putem elektronske razmjene, kojeg za sada koriste samo nekoliko kupaca,

- 2) procesuiranje narudžbi – sustav i servis kupaca kontroliraju i filtriraju neispravne narudžbe te odobravaju ispravne naloge, nakon čega su nalozi spremni za rutiranje,
- 3) rutiranje – administrator dobivene naloge iz Diglasa (ERP-a) prenosi u Paragon koji dobivene podatke iz ERP-a putem vrhunskog algoritma kalkulira i daje izračun za optimalne moguće rute,
- 4) komisioniranje – izračunate rute uvoze se ponovno u ERP, zatim po osnovu tih ruta administratori zadaju zadatke komisioniranja. Komisionari zadatke dobivaju putem ručnog terminala, dolaskom na lokaciju zadanog proizvoda prikupljaju navedenu količinu te potvrđuju zaprimanje putem uređaja, nakon prikupljanja svih proizvoda sa zadatka, komisioniranu robu ostavljaju na iskrcajnom području gdje kontrolori pregledavaju i potvrđuju ispravnost narudžbe,
- 5) kompaktiranje – nakon kontrole komisionirane robe na paleti i utvrđivanjem ispravnosti robe, robu na paleti skladištar preslaže prema logičkom poretku kako bi se povećala efikasnost ispunjavanja kapaciteta tovarnog prostora dostavnog vozila, zatim slijedi zamatanje palete radi prevencije oštećenja robe prilikom vožnje i stvaranja nepotrebnog "kaosa" na tovarnom prostoru kamiona
- 6) dostava – nakon ukrcaja kompaktiranih ili originalnih (punih paleta jednog proizvoda) slijedi dostava do dostavnog mjesta kupaca, nakon iskrcaja obavlja se kontrola narudžbe.

Koncept rada baziran je na centraliziranom skladištu na koje dolazi većina robe direktno od dobavljača. Prvi dio logističkog procesa nabave djelomično je automatiziran zato što nabava robe ovisi o mnogim čimbenicima koji znaju biti nepredvidivi te su narudžbe u direktnoj povezanosti s prodajnim predviđanjima i mogućnostima. Bitna stavka pri odabiru količina u narudžbama su trenutne zalihe koje se mogu pratiti u svakom trenutku te postoji mogućnost dohvaćanja zaliha u određenom danu iz prošlosti. Uzimajući u obzir sve navedene stavke, preko aplikacije Excel putem matematičkih formula i funkcija računaju se naručene količine.

Nabava robe može predstavljati izazov kada su dobavljači iz daljih inozemnih država. Kako bi se izbjegli duži vremenski razgovori i česti neuspjeli dogovori oko prijevoza, za odabir distributivnih tvrtki koristi se internetska stranica za natječaje u

pružanju usluga transporta tvrtke Lognet d.o.o. Sustav se obično koristi kod inozemnih isporuka velikih dostavnih vozila, a način rada podijeljen je na dvije vrste korisnika: distributeri i korisnici. Distributeri nude slobodna tovarna područja svojih dostavnih vozila koje korisnici mogu rezervirati uz određenu cijenu za svoje količine robe, korisnici također mogu objaviti natječaj za potražnjom distributera.



Slika 6. Pregled poslovnih procesa

Izvor: Božić D., Vrček K., Bajor I.: *Dekompozicija procesa kao osnova za mjerenje logističkih performansi*, Tehnički glasnik, p. 431-434, 2013.

Drugi dio logističkog procesa skladištenja započinje dolaskom robe na skladište u Zagrebu. Alternativno zaprimanje robe putem velikog broja dokumenata popraćeno velikim brojem ljudskih pogrešaka koje je naknadno teže ispraviti automatizirano je tako da se roba zaprima elektroničkom identifikacijom bar kodova u WMS-u koristeći skener, odnosno ručni terminal koji obradom cijele narudžbe i kontrolom isporuke kreira dokument tzv. "primka". Skladišna primka ulazni je dokument koji potvrđuje zaprimanje narudžbe i završava logistički proces zaprimanja robe. Na dokumentu se nalaze podaci dobavljača, broj i naziv skladišta zaprimanja kao i svaka stavka uz koju se veže određena količina za istu.

Na sljedećem koraku, alternativni proces odrađivanja zadataka za komisioniranje gdje administrator usmeno zadaje zadatke na osnovu svog iskustva i

procjene sustavno je automatizirana tako da administrator u aplikaciji WMS-a određuje zadatke pojedinim skladištarima da pohrane robu s ulaza na lagere skladišta. Skladišta su mapirana po tipu proizvoda što olakšava administratoru dodjelu zadataka jer je svakoj skupini proizvoda određena poziciju u skladištu za koju odgovara. Primjerice, čokolada ide u hladeni dio tzv. komoru, proizvodi s kemijom imaju poseban dio na skladištu i slično. Ako je dio narudžbe predodređen za daljnju distribuciju, zadatak je da se roba prebaci na predviđeno mjesto na iskrcajnom području za naknadni ukrcaj u novi kamion.

Lageri na skladištu i pozicije na njima određene su smisleno, detaljno i vodeći računa o svim mogućim odobrenjima poput VETI koda i slično. Također, pri tome se uzimaju u obzir statistički podaci poput proizvoda s najvećim brojem iskrcaja, najteži proizvod, proizvod s najvećim volumenom, sezonski proizvodi te ostali analitički podaci kojima se dolazi do najboljih rezultata po kojima se donose odluke i promjene.

Za odabir određenog proizvoda koristi se parametar najkraćeg roka (eng. First Expired First Out FEFO), odnosno metoda u kojoj WMS sustav predefinirano odabire proizvode s najkraćim rokom trajanja, odnosno proizvode pred istekom roka prilikom narudžbe od kupca. U praksi bi to značilo da se na najbližoj poziciji za komisioniranje nalazi proizvod s najkraćim rokom u skladištu iz brojnih razloga, a glavni jest da se smanji dodatni trošak uzrokovan otpisom robe koji može predstavljati velike probleme i troškove.

Uz napredne mogućnosti sustava te kvalitetno implementiranu visoko sofisticiranu tehnologiju, tvrtka je u mogućnosti pružanja usluga svojih logističkih procesa drugim tvrtkama. Svi proizvodi tvrtki kojima pruža logističke usluge u sustavu su klasificirani kao vanjski proizvodi, a tretirani su kao i redovni proizvodi tvrtke. Moraju sadržavati ispravne logističke podatke kako bi se od logističkog procesa skladištenja sustavno mogli obrađivati kroz WMS. Svaki pojedini proces procesuiran kroz WMS utječe na mjesečni iznos naplaćenih pruženih usluga, poput podataka kao: broj ulaza, količina paleta pohranjenih u skladištu, količini transportirane robe i udaljenosti mjesta dostave iste, količini prepakirane robe za određenog kupca partnera i ostalih sličnih argumenata

4.3 Automatizacija logističkog procesa dostave

Zadnji dio logističkog procesa dostave automatizirana je od početne faze planiranja sve do operativne faze dostave. Digitalna dostava omogućuje distribuciju informacija između elektroničkih uređaja poput mobilnih telefona, računala, tableta i sličnih uređaja omogućujući zaposlenicima i vanjskim suradnicima razmjenu informacija na brži, učinkovitiji i transparentniji način. Nove tehnologije potiskuju klasične oblike komunikacije te dovode do smanjenja ovisnosti tvrtke o papirnoj dokumentaciji čime omogućuju bolji pregled procesa, detaljniju analizu podataka te pravovremenu reakciju na tržišne tokove.

Globalne promjene u okolišu bude ekološku osviještenost, kako pojedinaca, tako i tvrtki. Danas, mnogi projekti ekološki su usmjereni, a jedan od njih jest digitalizacije dostave koja se očituje kroz smanjenje uporabe papira. Smanjujući korištenje papira, spašava se velik broj šuma, reducira se koncentracija ugljikovog dioksida u atmosferi, ubrzavaju se poslovni procesi te smanjuju troškovi rada što dovodi do veće osviještenosti populacije o novoj industrijskoj revoluciji 4.0 i svemu što ona donosi.

Jedan od razloga podizanja svijesti o digitalizaciji i umrežavanju više sustava s ciljem bolje učinkovitosti procesa, efikasnosti tvrtke i smanjenja troška je i novo nastala situacija s virusom COVID-19 koja postaje bitna stavka u našim životima. To je potaklo brojne tvrtke i ostale ustanove da uvedu poslovne procese koji nisu bili u opticaju, smanje nepotrebne kontakte i generalno ubrzaju operativne procese uvođenjem digitalne komunikacije.

Troškovi transporta neke stavke znaju preći prodajnu cijenu, a općenito transportni troškovi znaju predstavljati veliki izazov u kapitalizaciji distributivnih ciljeva neke tvrtke. S razvojem tehnologija i automatiziranjem procesa pregled i analiza transportnih troškova postali su transparentniji s ciljem lakšeg donošenja odluke i kontrole pojedinog skladišta ili vanjskog distributera. Glavnina prijevoza AWT-a je preko vanjskih distributera, a jedan od razloga tomu jest smanjena potreba za velikim voznim parkom koji uključuje dodatne radnike, osiguranja za vozila, održavanje vozila, amortizacijske troškove i ostalo.

Za načine praćenja svojih vozila koristi ugrađen GPS u svim dostavnim vozilima AWT-a te u svim vozilima prodajnih predstavnika. Za sustav praćenja iz

pozicije administratora koristi se Skytrack, domaća aplikacija tvrtke Artronic d.o.o., koja također služi za prikupljanje podataka iz ERP-a poput tovarnih listova s kojim se dalje kreiraju detaljnije analize, ali služi i za praćenje i kontrolu rada prodajnih predstavnika gdje bilježi sve njihove radnje tog dana, npr. kilometraža, omjer obavljenih narudžbi na dostavnom mjestu i van dostavnog mjesta. Format izvoza podataka iz aplikacije Skytrack je u Excel tablici.

S dobivenim podacima vrši se daljnja manipulacija i analiza iz koje se može dobiti izračun potreban za donošenje daljnjih odluka, inspiracija za uvođenjem drugih noviteta i brojni benefiti dobiveni ispravnim transparentnim podacima. Jedna od vodećih aplikacija koja se koristi za detaljnu analizu podataka je Power BI tvrtke Microsoft Corporation. U ovoj suvremenoj aplikaciji uvoze se podaci preko kojih se stvaraju, ovisno o potrebi, razni interaktivni grafovi i tablice preko kojih se dolazi do najdetaljnijih mogućih rezultata. Preko tih rezultata donose se zaključci koji rezultiraju dugogodišnjom tradicijom najboljeg mogućeg poslovanja.

4.3.1 Automatizirani proces rutiranja vozila

Kao veliki izazov u razvoju logističkih procesa neke tvrtke su matični podaci stavaka kojima tvrtka posluje, posebno kod aplikacija koje koriste kompleksne algoritme za izračun procesa poput komisioniranja ili transporta gdje može doći do pretovara tovarnog prostora jer je sustav izračunao da određeni proizvod ima manji volumen nego li je fizički tako. Primjerice, AWT koristi Paragon sustav (eng. Route Planning System - RPS) iz Velike Britanije pomoću kojeg skladišni administratori ili voditelji skladišta računaju optimalne rute za određene dostave. Ako jedna stavka ima pogrešne podatke dovodi do niza krivo izračunatih ruta i troškova transporta.

Paragon koristi Excel kao format rada. Funkcionira tako što je povezan manipulacijom dobivenih podataka s glavnim ERP-om, u ovom slučaju, iz ERP-a preko vrhunski koordiniranog algoritma računaju se što efikasnije moguće rute za dostupna vozila. Podaci koji su mu potrebni za izračun rutiranja vozila su svi nalozi (s pripadajućim količinama i odgovarajućem dostavnom mjestu za te količine) koji su predviđeni za dostavu na dan distribucije i sva dostupna vozila koja skladište toga dana može upotrijebiti za dostavu.

Parametri algoritma po kojima kalkulira su: narudžba (sve količine stavaka koje su na toj dostavi), GEO lokacija dostavnog mjesta (za izračun potrebnih KM i

računanje poretka lokacija na dostavi), matični podaci stavaka (kako bi izračunao volumene, uspoređuje ih s volumenima dostupnih kamiona, stvara najisplativije mogućnosti dostave itd., zatim zahtijeva od nadležnih da ispravno unose podatke kako bi izračun bio što precizniji), vremena dostave ponekog dostavnog mjesta (predefiniirano vrijeme dostave kupca kad je on u mogućnosti zaprimiti narudžbu) te mogućnosti dostavnog mjesta (pristup vozila iz kojeg je moguće obaviti primopredaju, npr. ako dostavno vozilo posjeduje iskrcajnu rampu, na nju će poslati odgovarajuće vozilo s rampom ili ako dostavno mjesto nema mogućnosti veće od kombija za manipulaciju tereta, sustav će u tom slučaju na tu lokaciju poslati isključivo kombi ili vozilo manje od njega).

4.3.2 Digitalizacija operativnih procesa na dostavi

Transport tvrtke odvija se na tri moguća načina:

- 1) direktno kupcu iz centralnog skladišta u Zagrebu – kupci s centralnim skladištem i oni s narudžbama većih količina koji pripadaju drugim regionalnim skladištima
- 2) tranzitno iz centralnog skladišta u Zagrebu preko regionalnog skladišta
- 3) lokalno kupcu iz centra kojem lokacijski pripada.

Kontrola robe kod kupca odvija se preko dvije metode:

Odgođena kontrola – naknadna kontrola robe kod kupca koji za to imaju mogućnosti. Vršiti se u slučajevima kad kupac posjeduje video nadzor ili drugi oblik kojim se može provjeriti kontrola narudžbe. Tada dostavljač potpisanu dokumentaciju prikuplja na prvoj sljedećoj dostavi. Da bi ovo bilo ostvarivo, potrebni su i dugoročni profesionalni odnosi s ključnim kupcima koji sadržavaju velik udio u cijelom prometu tvrtke.

Kontrola robe na licu mjesta – vrši ju dostavljač i nadležna osoba dostavnog mjesta. Eventualne korekcije zapisuju se u zapisnik i vrši se naknadna razlika u dokumentaciji. Također, dostavljač dobiva od nadležne osobe potvrdu i žig, preuzima povratnu ambalažu ako je ona unaprijed zatražena uz ambalažni dokument.

Trenutna procedura dostave temelji se na zastarjelom modelu rada gdje svaku dostavu robe prati veliki broj papirnatih dokumenta koji su podložni gubljenju, preskočenim ovjerama, oštećenju, fizičkoj kontroli svakog pojedinog potpisa kako bi se otpremnica proknjižila, izradio račun i ostvarila naplata pruženih usluga. Isto, nosi

odmak u naplati, produljuje valute kupcima i iziskuje sporiju naplatu potraživanja. Trenutna procedura na dostavnom mjestu je iduća:

- 1) vozač dolazi na dostavno mjesto i iskrcava robu na lokaciji.
- 2) roba se pregledava ručno dokument po dokument od strane nadležnog na dostavnom mjestu i vozača dostavnog vozila.
- 3) ako postoje korekcije zapisuju se direktno na dokument i kreira se zapisnik za povrat robe. Nakon pregleda cijele narudžbe nadležna osoba na dostavnom mjestu ovjerava svaki dokument u dva primjerka.

Uvođenjem digitalne dostave, procedura na dostavnom mjestu odvijala bi se na sljedeći način:

- 1) dolazak dostavljača na dostavno mjesto/lokaciju uz mogućnost praćenja kretanja vozila u stvarnom vremenu.
- 2) kontrola robe nadležnog djelatnika i dostavljača po stavci/dokumentu preko ekrana tableta uz fizičku primopredaju iste.
- 3) ako ne postoji korekcija na otpremnicama, dokument ovjerava nadležna osoba elektroničkim potpisom na tabletu, čime se pokreće automatsko slanje količinske digitalne otpremnice na unaprijed dogovorenu mail adresu kupca/lokacije.
- 4) u slučaju da se utvrde razlike prilikom primopredaje, dostavljač unosi ispravne količine. Ovlaštena osoba s partnerove strane ovjerava dokument elektroničkim potpisom te se retroaktivno isporučuje ispravna količinska otpremnica na mail adresu kupca/lokacije.
- 5) automatizacijom se paralelno provodi korekcija otpremnice u glavnom ERP-u AWT-a, zatim se pokreće knjiženje otpremnice, izrada računa te slanje istog na mail adresu kupca/lokacije.
- 6) ovjerena otpremnica uz dostavu kupcu, automatikom se pohranjuje u Digitalnu arhivu AWT-a. Sve otpremnice dostupne su na Portalu putem web sučelja u trajanju od 60 dana od trenutka nastanka. Nakon toga moguće ih je dohvatiti preko portala digitalne arhive uz nekoliko pretraženih kriterija (broj otpremnice, broj narudžbe kupca, OIB partnera..) kontaktiranjem servisa kupaca.

U procesu primopredaje robe preko tableta, osim otpremnica za redovnu robu, uključeni su i otpremni dokumenti za reklamni materijal, logističku robu, ambalažu,

palete te odobreni povrati, odnosno drugim riječima sve što je predmet dostave prema kupcima i nalazi se u elektroničkom sustavu AWT-a.

Kao velika prednost predstavlja se retroaktivni ispravak otpremnice, odnosno ako je narudžba neispravna ili samo dio narudžbe, dostavljač na dostavnom mjestu prilikom primopredaje robe i kontrole iste, ispravlja, a na osnovu korekcije i ispravka, kreira se nova otpremnica koja se kupcu šalje preko e-mail-a. Zatim, ako je cijeli nalog neisporučen ili djelomično isporučena roba, u ERP-u se registrira kao neisporučena roba. Jedna dostava može sadržavati više otpremnica jer, osim što AWT distribuira mnoge brendove koji imaju različite rabate prema kupcima i ostale uvjete zbog kojih pravno mora imati različite uvjete na dokumentima, pruža i "out-source" logističke usluge drugim tvrtkama te zbog toga su i sami dokumenti različiti po logu, dobavljaču i slično.

Vanjski distributeri se također zadužuju za tablete, a kako su mu lokacija i mobilne usluge uvijek upaljene, tako se prikupljaju i njihovi podaci. To osigurava transparentnost podataka i efikasnost analize istih se povećava.

4.3.3 Digitalna arhiva i Portal dostave

Digitalna arhiva, kao jedan od dijelova ovog projekta, omogućuje brz pristup dokumentima preko više jednostavnih pretraženih kriterija kao i distribuciju istih digitalnim putem, štedeći vrijeme i novac te istiskujući dosadašnju praksu slanja poštom.

e-Arhiva digitalna je baza u kojoj su svi dokumenti tvrtke pohranjeni. Najveća prednost takvog načina arhiviranja je mogućnost dohvaćanja i pregleda svakog dokumenta u bilo kojem trenutku u najkraćem mogućem vremenu. Također, svaki dokument pohranjen u bazi sprema se više puta kako ne bi došlo do slučaja gubitka ili oštećenja podataka koji su u većoj mogućnosti prilikom korištenja papirnato oblika razmjene podataka. Usluge koje pruža tvrtka svojim partnerima bit će poboljšane tako što će svaki partner biti u mogućnosti dohvatiti bilo koji svoj dokument u bilo kojem trenutku putem mail-a, dovodeći do toga da će se znatno smanjiti moguće pogreške, produžeci vremena slanja dokumenata poštom te ovisnosti o mnogim faktorima tih procesa.

Ovim projektom dolazi se do željene transparentnosti i poboljšanja procesa od početka kreiranja narudžbe do dostave na lokaciju uvođenjem dodatnih usluga

prema partnerima s kojima se postiže pozitivna promjena trendova poslovanja. Dio projekta je Portal dostave na kojem se nalaze svi nalozi pojedinog partnera gdje mogu pratiti statuse svojih narudžbi u stvarnom vremenu. Također, moći će preko njega ocjenjivati kvalitetu usluge dostave i napisati kratak komentar, pregledati eventualne fotografije uslikane na dostavnom mjestu zbog korekcija dokumenata i slično. Ocjene kvaliteta usluge kasnije mogu poslužiti za pronalazak dodatnih poboljšanja sustava i otklanjanja pogreški koje nisu bile toliko vidljive prije implementacije samog projekta.

Portal dostave omogućuje praćenje otpremnica za redovnu robu, POS materijala i logističku robu od trenutka kada je dokument kreiran, bilo ručnim unosom u servisu kupaca, EDI prijenosom ili preko ručnog terminala prodajnog predstavnika. Portal daje pregled statusa narudžbe u realnom vremenu te tako daje uvid u trenutni status pojedinog naloga, opseg posla kao i u uspješnost same realizacije, pristup moguć preko računala ili mobilnog uređaja, a maksimalan period prijenosa ovjerenih otpremnica je 60 dana od trenutka nastanka naloga.

Namijenjen je svim sudionicima sustava, od Uprave, prodajnih predstavnika, servisa kupaca, logistike do vanjskih distributivnih tvrtki, a prilagođen je i individualiziran svakom korisniku. Za sve narudžbe kupaca moguće je pratiti statuse u stvarnom vremenu, a sučelje i razina pregleda Portala ovisna je o administrativnim pravima dodijeljenim svakom pojedinom sudioniku sustava. Postoji 5 razina:

- 1) uprava – nadzorni odbor s KPI-evima (eng. Key Performance Indicator) dostave,
- 2) prodajni predstavnici – pristup svojim narudžbama preko portala,
- 3) servis kupaca – dodatno omogućen pristup digitalnoj arhivi nakon isteka roka od 60 dana,
- 4) vanjski distributeri – pristup svojim vozilima, mogućnost praćenja kretanja vozila i praćenje rada vozača,
- 5) logistika – detaljan pogled u sve segmente ovisno o radnom mjestu. Kako su u ERP-u definirane GEO koordinate svakog dostavnog mjesta, moguće greške dostavljači mogu ispraviti pomoću aplikacije označavanjem na mapi da su na dostavnom mjestu koji nije na poziciji na kojoj ga sustav šalje. Potpisivanjem otpremnice van dostavnog mjesta aplikacija alarmira dostavljača je li pozicija za dostavno mjesto na kojem se on nalazi ispravna. Potvrdom povratno javlja

administratoru o mogućoj pogrešnoj informaciji GEO koordinata u sustavu koje naknadno može ispraviti.

5. ZAKLJUČAK

Nove tehnologije i automatizacija procesa u skladištu mogu pomoći povećanju učinkovitosti, smanjujući troškove i potrebu za novim ljudskim resursima koja u nekim slučajevima znaju biti nesigurna. Uz razvoj tzv. „Cloud“ tehnologija i velikih baza podataka, svaki menadžer može prikupiti potrebne podatke u stvarnom vremenu za stvaranje analitike, proširivanju slike pri donošenju bilo kakvih odluka te, u konačnici, može doći do razine gdje bi mogao što učinkovitije planirati, smanjiti nepotrebne troškove te dizajnirati logističke procese što efikasnijim. Još jedna posebnost današnjeg poslovanja je ta da su promjene stalne, stoga svaki sustav mora biti prilagodljiv i sposoban odgovoriti na sve zahtjeve tržišta.

Optimizacija logističkih procesa automatizacijom sustavno je prikazana na primjeru logističke tvrtke AWT International d.o.o. koja nastoji implementacijom suvremenih tehnologija i automatizacijom procesa odgovoriti na sve zahtjeve tržišta. Tim implementacijama u svakoj poslovnoj grani teži k optimalnoj efikasnosti. Većom automatizacijom dolazi se do veće efektivnosti sustava, a suvremenije tehnologije povezane sa što većom bazom podataka kroz manipulaciju istih, dovode do željenih rezultata i povećanja sigurnosti za daljnju primjenu novih tehnologija.

Konačno, kroz globalni razvoj tržišta razvijale su se i logistički tvrtke koja su za ostvarivanje što većih ciljeva i rezultata tražila različita rješenja. Jedno od modernih i najučinkovitijih metoda su automatizacija logističkih procesa i kvalitetna integracija novih tehnologija u iste. Dugoročna konkurentnost tvrtki na tržištu i profitabilno poslovanje očituje se kroz dobro poznavanje postojećih logističkih procesa, praćenje novonastalih trendova na tržištu i inkorporacija istih unutar procesa.

LITERATURA

KNJIGE:

- 1) Bartholdi JJ., *Warehouse & Distribution Science*, Georgia Institute of Technology, Atlanta USA, 2014.
- 2) Christopher M., *Logistics & Supply Chain Management*, Pearson UK, Velika Britanija, 2016.
- 3) Myerson P., *Lean Supply Chain and Logistics Management*, McGraw Hill Professional, New York, 2012.
- 4) Richards G., *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, Kogan Page Publishers, Velika Britanija, 2017.
- 5) Rogić, K., *Upravljanje skladišnim sustavima*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2018.
- 6) Dujak, D., Šantorić, I., Tomašević, V., *Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje*, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu, Osijek, 2011.
- 7) Babić D, Stanković R, Bajor I., *Špediterski poslovi u logističkoj djelatnosti*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2020.
- 8) Mishra A., Mishra D., *Uvođenje ERP sustava u sektoru brzog kretanja potrošačkih roba*, Tehnički vjesnik, Zagreb, 2010.

ZNANSTVENI ČLANCI, ČASOPISI, RADOVI I OSTALO:

- 1) Zekić Z., *Logistika kao integrativna upravljačka funkcija – fokus suvremenog menadžmenta*, Oeconomica Jadertina, 2017., 7(2): 96–105.
- 2) Zekić Z., *Logistički model dinamičke optimizacije poslovanja poduzeća*, Ekonomski pregled, 2001., 52(3–4), 393–417.
- 3) Zelenika R., Pupovac D., *Suvremeno promišljanje temeljnih fenomena logističkoga sustava*, Naše more, 2001., 48(3–4): 99–112.

INTERNET IZVORI:

- 1) Amazon Fulfillment Technologies Aurora Case, Amazon Web Services, Preuzeto sa: <https://aws.amazon.com/solutions/case-studies/amazon-fulfillment-aurora/> (Pristupljeno: lipanj 2021.).
- 2) Blockchain on AWS - Amazon Web Services, Amazon Web Services, Preuzeto sa: <https://aws.amazon.com/blockchain/> (Pristupljeno: lipanj 2021.).
- 3) Machine Learning AWS AI and ML, Amazon Web Services, Preuzeto sa: <https://aws.amazon.com/machine-learning/> (Pristupljeno: svibanj 2021.).
- 4) Where machines could replace humans and where they can't (yet), McKinsey. Preuzeto sa: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet> (Pristupljeno: lipanj 2021.).

POPIS SLIKA

Slika 1. Alternativno skladište	8
Slika 2. Mreža logistike	10
Slika 3. Upravljanje skladištem u svakom trenutku	17
Slika 4. Automatizirano robotsko vozilo tvrtke Gideon Brothers d.o.o.	21
Slika 5. Potpuno automatizirano skladište Amazon.com, Inc. tvrtke	22
Slika 6. Pregled poslovnih procesa	26



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **Optimizacija logističkih operacija automatizacijom**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, _____ 06.09.2021 _____

Student: Matej Tokić

(potpis)